

제 출 문

본 보고서를 「차세대 휴대이동방송 발전방향에 관한 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007. 11. 20.

연구책임자 : 서 종 수 (소속기관) 연세대학교
연구 원 : 황 순 업 (소속기관) 연세대학교
 김 종 경 (소속기관) 연세대학교
 권 순 찬 (소속기관) 연세대학교
연구보조원 : 이 정 훈 (소속기관) 연세대학교
 김 영 기 (소속기관) 연세대학교

요 약 문

1. 과 제 명 : 차세대 휴대이동방송 발전방향에 관한 연구
2. 연 구 기 간 : 2007. 3. 30 ~ 2007. 11. 20
3. 연구책임자 : 서 중 수
4. 계획 대 진도

가. 월별 추진내용

세부연구내용	연구자	월별 추진일정											비 고
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
세계 각국의 디지털 멀티미디어 방송 서비스와 시스템 요구사항 연구분석	권순찬 김영기	⇒											
세계 각국의 디지털 멀티미디어 방송 서비스와 시스템 규격 연구분석	황순업 김종경 이정훈		⇒										
중간보고서 작성	황순업				⇒								
차세대 휴대이동 방송서비스와 시스템 요구사항 연구	권순찬 이정훈						⇒						
차세대 휴대이동 방송서비스 및 시스템 개발을 위한 연구 분야 도출	김종경 김영기							⇒					
최종보고서 작성									⇒				
수행진도 (%)		50%					50%						

나. 세부 과제별 추진사항

1) 세계 각국의 디지털 멀티미디어 방송 서비스와 시스템 요구사항 연구분석

차세대 휴대 이동방송 발전방향에 관한 연구를 위하여 차세대 휴대 이동방송 프로젝트 기획작업반(반장:서중수 교수)을 구성하고 총 6번의 기획작업반 회의를 진행하였다. 본 기획작업반에서는 먼저 세계 각국의 디지털 멀티미디어 방송 서비스와 시스템 요구사항에 대해 연구분석하였다. 지상파 DMB는 현재 여러 국가에서 다양한 방식으로 경쟁적으로 상용화 서비스 중이고, DVB-H, Media FLO, ISDB-T 등은 국내 지상파 DMB 방식과 비교하여 일부 최신 기술을 적용하고 있으며 성능 개선을 위한 지속적인 연구개발을 진행하고 있다. 글로벌 시장경제와 통신·방송 융합 추세에 따라 국내 방송 사업에 외국 기업의 진출 또는 통신사업자의 진출이 예상되고 있으며, 또한 디지털 방송 기술과 서비스의 발전 속도는 가속화되고 있으므로 급변하는 디지털 방송환경에 능동적으로 대응하기 위해서는 차세대 휴대이동방송 서비스와 기술에 대한 선행 연구가 필요함을 논의하였다.

2) 세계 각국의 디지털 멀티미디어 방송 서비스와 시스템 규격 연구분석

세계 각국에서 이미 상용화 서비스 중이거나 연구가 진행 중인 휴대이동 방송 서비스와 시스템 규격을 연구분석하였다. T-DMB, ISDB-T, DVB-H, FLO, C-MMB, A-VSB의 시스템 규격 및 요구사항을 비교분석하여 차세대 휴대이동방송을 위한 기술 개발 방향에 참고하도록 하였다. 현재 서비스 중인 휴대 이동 방송 시스템의 문제점과 이것을 차세대 휴대이동방송에서 해결할 방안에 대한

연구의 필요성 및 휴대 이동방송에서 소비자가 원하는 부분이 과연 무엇인지를 먼저 고려해야 할 필요성에 대해 재고하였다.

3) 차세대 휴대 이동방송 서비스와 시스템 요구사항 및 연구 분야 도출

기획작업반의 지속적인 회의를 통해 산학연 각 기관의 의견을 최대한 반영하여 차세대 휴대 이동방송 서비스와 시스템 요구사항을 연구하였고, 또한 기존 휴대 이동방송 시스템의 문제점을 해결할 수 있는 핵심 연구분야를 도출하였다. 고효율 미디어 부호화 기술, 고효율 전송기술, 효율적 다중화 기술, 방송통신 복합 전송 및 융합 서비스 기술, 서비스 고도화 및 단말의 고유기능 유지 관련 기술, 콘텐츠 기술 등으로 핵심 연구 분야를 세분화하여 도출하였다. 초고속 이동성을 보장하고 대용량 멀티미디어 서비스 지원을 위해 차세대 휴대이동 방송은 고속 이동 환경에서 안정적으로 대용량 멀티미디어 콘텐츠를 전송할 수 있는 기술이 요구됨을 확인하였다.

5. 연구결과

- 1) T-DMB, DVB-H, FLO, ISDB-T, C-MMB, A-VSB, MPH의 시스템 규격 및 요구사항 조사
- 2) 각 시스템의 개발 동향 조사 및 문제점 분석
- 3) 차세대 휴대 이동방송 서비스와 시스템 요구사항 도출
- 4) 차세대 휴대 이동방송 서비스 및 시스템 개발을 위한 연구 분야 도출

6. 기대효과

디지털 멀티미디어 방송 기술은 정보통신부가 추진하는 IT839 프로젝트 중 최우선 순위의 기술로서, 이와 관련된 다양한 물리계층 기술은 물론이고 네트워크, 어플리케이션 등 상위 계층 기술의 발전은 지식정보 관련 산업에 대한 엄청난 파급효과가 예상된다. 또한, 차세대 디지털 방송 기술의 발전은 방송, 광고, 영화제작, 게임, 원격진료, 정보통신 등의 다양한 산업 분야의 성장을 견인하여 전체 시장의 규모를 발전시킬 것이다.

향후 통신·방송 융합망에서의 고품질 멀티미디어 방송 서비스를 위한 QoS 기술 개발이 성공적으로 완료될 경우, 현재 추진 중인 주문형 비디오 상용 서비스를 비롯한 이동 멀티미디어 서비스 전반에 고화질/저비용의 네트워크 상황에 적합한 전송 솔루션을 제공할 수 있는 직접적 효과가 있다.

7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유 현황	확보 방안	비고
PC	인텔 P4 3.0C 세라믹 + 정품 쿨러 외	5	기술자료 수집, 조사 및 분석	보유		
24" TFT LCD	Sync 241 MP	5	기술자료 수집, 조사 및 분석	보유		
복합기	Canon MP-370	1	자료 입력 및 자료 출력	보유		
스캐너	HP 5400 SCANJET	1	자료복사	보유		

8. 기타사항

해당사항 없음

목 차

표 목 차	8
그림목차	9
1장 서 론	12
1절 연구 목표	12
2절 연구 필요성	12
2장 T-DMB 시스템 기술분석	14
1절 시스템 요구사항	14
2절 서비스 및 시스템 규격	16
3절 문제점 및 진화 방향	34
3장 ISDB-T 시스템 기술분석	40
1절 시스템 요구사항	40
2절 서비스 및 시스템 규격	41
4장 DVB-H 시스템 기술분석	50
1절 시스템 요구사항	50
2절 서비스 및 시스템 규격	51
3절 문제점 및 진화 방향	66
5장 FLO 시스템 기술분석	69
1절 시스템 요구사항	69
2절 서비스 및 시스템 규격	71
3절 문제점 및 진화 방향	76
6장 C-MMB 시스템 기술분석	77
1절 시스템 요구 사항 및 규격	77
2절 상용 서비스 현황	84
3절 시스템 특성	85

7장 A-VSB 시스템 기술분석	87
1절 시스템 개념	87
2절 제공 서비스	89
3절 핵심 기술	91
4절 표준화 추진 현황	96
8장 MPH 시스템 기술분석	98
1절 시스템 특징	98
2절 시스템 구조	99
9장 차세대 휴대이동방송 서비스 및 시스템 요구사항	102
1절 서비스 요구사항	102
2절 시스템 요구사항	106
10장 차세대 휴대이동방송 기술개발 분야	109
1절 콘텐츠 생성 기술	109
2절 전송 및 다중화기술	110
3절 기타 기술	111
11장 결론	112
참고문헌	113
부록	114

표 목 차

표 2-1 DAB 전송 프레임의 4가지 전송 모드	20
표 2-2 보호율에 따른 EEP 부호화율	32
표 2-3 DMB의 Transmission Parameters	34
표 3-1 ISDB-T 기저대역 모델의 주요 사양	41
표 3-2 6MHz ISDB-T 신호에 대한 세그먼트 파라미터	43
표 3-3 6MHz ISDB-T 신호에 대한 전송 파라미터	43
표 3-4 6MHz ISDB-T 신호의 세그먼트 당 정보 전송률	44
표 3-5 convolutional code의 puncturing pattern	46
표 3-6 모드에 따른 time interleaving 파라미터	48
표 4-1 DVB-H 주요 기술 요약	52
표 4-2 DVB-H의 전송 모드별 파라미터	64
표 4-3 TPS 비트 정보	65
표 4-4 DVB-T에서 DVB-H로 영향을 주는 TPS 정보비트	66
표 5-1 FLO 시스템 파라미터	74
표 6-1 T0와 T1 값	80
표 6-2 바이트 인터리버 파라미터 MI	82
표 6-3 LDPC 코딩 형태	83
표 6-4 비트 인터리버 파라미터	83

그 립 목 차

그림 2-1 초단파 디지털 라디오 방송 시스템	17
그림 2-2 디지털라디오방송 전송 메커니즘 개념도	18
그림 2-3 DMB 서비스의 개념적인 송출 구조	19
그림 2-4 DAB 전송 프레임 구조	20
그림 2-5 디지털라디오방송 다중화 구성의 예	21
그림 2-6 FIB 구조	22
그림 2-7 CIF 구조	23
그림 2-8 비디오 서비스의 개념적 구성도	27
그림 2-9 기본 오디오 부호기	28
그림 2-10 기본 오디오 복호화기	28
그림 2-11 비디오 서비스의 개념적 송출 구조	30
그림 2-12 비디오 다중화기의 개념적인 구조	31
그림 2-13 Advanced T-DMB 개념도	36
그림 2-14 Scalable MPEG-4의 특성	36
그림 2-15 MPEG Surround Encoder 구성도	37
그림 2-16 Data mapping	37
그림 2-17 Hierarchical Modulation	38
그림 2-18 OFDM 변조기(ETSI EN 300 401)	39
그림 2-19 Advanced T-DMB 계층 변조 구성도	39
그림 3-1 ISDB-T에서 계층전송 및 부분 수신의 예	42
그림 3-2 ISDB-T 송신기의 채널 부호화 및 변조 블록도 ...	44
그림 3-3 Energy Dispersal PRBS 발생기 구성도	45
그림 3-4 Byte Interleaving Circuit 구조도	45
그림 3-5 Convolutional Code 블록 구조도	46
그림 3-6 Bit Interleaving ($\pi/4$ shift DQPSK) 블록 구조도	47
그림 3-7 Time Interleaving 블록 구조도	47

그림 3-8 Frequency Interleaving 블록 구조도	48
그림 3-9 협대역 ISDB-T(ISDB-Tn)의 송신 시스템 블록도	49
그림 3-10 ISDB-T 수신기 구조도	49
그림 4-1 DVB-T 시스템 구성도	50
그림 4-2 DVB-H 시스템 구성도	53
그림 4-3 Time Slicing 개념도	54
그림 4-4 Time slicing 서비스 예	54
그림 4-5 on/off 구간 전환에 따른 jitter	55
그림 4-6 Timing Slicing 에 의한 전력 소모 절감의 예	56
그림 4-7 MPE-FEC 프레임 구조	57
그림 4-8 MPE-FEC 프레임의 Application 데이터 테이블 구성 ..	58
그림 4-9 MPE-FEC 프레임의 RS 데이터 테이블	59
그림 4-10 DVB-H 전송 시스템을 구성하는 코덱과 DVB-T 전송시스템 ·	59
그림 4-11 DVB-H 복조기 구조	60
그림 4-12 MPE-FEC 적용시 C/N 개선효과	61
그림 4-13 MPE-FEC 임펄스 노이즈 개선 효과	62
그림 4-14 DVB-H의 3가지 네트워크 모드	63
그림 4-15 8K 인터리버 효과	64
그림 4-16 Convergence of DXB and MBMS	68
그림 4-17 Convergence of Comm. & Broadcast	68
그림 5-1 FLO 서비스 모델 개념도	72
그림 5-2 FLO 송신단 블록 다이어그램	73
그림 5-3 FLO 시스템의 pilot 패턴	75
그림 6-1 MMB 시스템에서 방송 채널 PLCH	78
그림 6-2 물리 계층 기능 블록도	78
그림 6-3 시간 슬롯에 기본을 둔 프레임 구조	79
그림 6-4 OFDM 심볼 구성	80

그림 6-5 GI의 중첩	81
그림 6-6 바이트 인터리버와 RS(240, K) 코딩	81
그림 6-7 비트 인터리빙	84
그림 7-1 Proposed A-VSB System	88
그림 7-2 Concept of A-VSB System	88
그림 7-3 A-VSB 강화 디지털 TV 시청	90
그림 7-4 Potential A-VSB Services	91
그림 7-5 Comparison of ATSC Mux and Mux for SRS ...	92
그림 7-6 VSB와 A-VSB 데이터 흐름	92
그림 7-7 Turbo Coding	93
그림 7-8 터보 코딩 적용 A-VSB와 기존 VSB 서비스 차이 ..	94
그림 7-9 SFN 개념 및 핵심 기술	95
그림 7-10 ATSC 멤버 조직 구성도	96
그림 7-11 A-VSB 개발 결과	97
그림 8-1 MPH의 서비스 개념도	98
그림 8-2 RS frame 생성과정	99
그림 8-3 데이터 프레임 grouping	100
그림 8-4 MPH 전송 블록도	100

1장 서론

1절 연구 목표

향후 디지털 방송은 기술과 서비스의 발전이 매우 빠르게 진행되면서 방송통신융합 환경에서 언제, 어디서나 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 대화형 지능형 방송으로 발전할 전망이다. 방송통신융합 시대의 주역은 DMB가 될 것이다. DMB는 모바일 방송 솔루션이 없던 국내에서 세계 최초로 본격적인 이동형 멀티미디어 방송 서비스를 제공할 수 있는 방송 기술이다. 향후 DMB는 단순한 방송 기술 차원을 넘어 통신 기술과 융합되고 유비쿼터스 통방융합 BCN이 지향하는 개념으로 발전할 전망이다. DMB 가입자 중장기 전망은 2009년에는 1260~2520만 명으로 급성장할 것으로 보고 있다. 기존 아날로그 방송/통신 기술은 기술의 발전 및 서비스의 확산이 매우 느리게 진행되었으나, 향후 디지털 방송/통신 기술은 life cycle이 크게 단축될 전망이다. 이에 따라 본 연구 과제에서는 차세대 휴대이동방송 기술개발을 위한 선행 조사를 목표로 차세대 이동 방송 서비스 개념 정립 및 차세대 이동방송 기술개발 방향을 제시하고자 한다.

2절 연구 필요성

최근 디지털 컨버전스 기술과 무선 네트워크 기술의 발전은 대용량 정보뿐만 아니라 고품질의 멀티미디어 콘텐츠를 제공받고자 하는 사용자의 요구를 증대시키고 있다. 이와 더불어 인간의 생활 영역 확장과 편리함에 대한 욕구 증가는 유·무선 방송통신 서비스의 영역 확장으로 이어져, 언제, 어디서나, 어떤 매체에 상관없이 고품질의 대용량 멀티미디어 정보를 서로 교환하거나 제공받을 수 있는 유비쿼터스(Ubiquitous) 시대를 앞당기고 있다. 이와 관련하여 차세대 디지털 멀티미디어 방송(DMB)은 고품질의 멀티미디어 방송통신 융합 서비스를 수요자에게 실시간으로 제공하는 것을 목표로, 세계 각국에서 활발히 진행되고 있는 연구 분야이다.

또한 차세대 디지털 방송은 미래의 새로운 서비스 및 기술에 대한 수익 모델로서 IT 산업을 촉진하고, IT 신성장 동력의 핵심 기반을 제공함으로써 새로운 정보 인프라 구축을 통한 국민의 삶의 질 향상과 관련 분야 산업의 활성화를 위한 중심분야가 될 것이다. 이러한 고부가 가치의 차세대 디지털 방송 기술 개발을 위한 국내의 주요 활동으로는 Eureka-147 DAB 기술을 보다 발전시켜 세계최초로 지상파 DMB 기술과 표준을 개발하였으며, 아울러 세계 최초로 DMB phone을 이용하는 휴대용 위성 DMB 서비스를 시작하는 등 세계 디지털 방송 기술 분야를 선도하고 있다. 그러나 최근 국내 지상파 DMB와 위성 DMB기술 및 서비스의 개발에 대하여 경쟁적으로 유럽, 미국, 일본, 중국 등 각국에서는 DVB-H, DVB-H2, Medio FLO, Medio FLO ver.2, ISDB-T, CMMB 등 새로운 기술을 개발하고 있다. 이에 따라 향후 예상되는 유비쿼터스 방송·통신융합 환경에서 차세대 휴대이동방송을 위한 기술 우위를 확보하기 위해서는 초고속 지능형 양방향 이동 멀티미디어 방송(MMB) 기술에 대한 연구 개발이 필요하다.

또한 차세대 방송 통신 기술에 대한 지적 재산권과 국제 경쟁력 확보를 통해 세계 방송 통신 시장에서 유리한 고지를 선점할 필요가 있다. 따라서 초고속 지능형 양방향 MMB가 요구하는 QoS (Quality of Service)를 만족하기 위한 고효율 미디어 부호화 기술, 고품질 콘텐츠 기술, 고효율 전송기술, 효율적 다중화 기술, 그리고 방송통신 융합 기술 등의 연구가 선행되어야 한다. 기타 기술개발 분야로서는 서비스 고도화 기술, 단말기 관련 기술과 새로운 서비스 모델 지원 기술 등이 연구되어야 한다.

2장 T-DMB 시스템 기술분석

1절 시스템 요구사항

1. 수신 성능

가. 수신 가능 지역

- 대한민국 전역에서 서비스 이용이 가능함을 목표로 한다.

나. 수신 가능 환경

- 수신권역 내의 이동 환경에서 시간률, 공간률(90 이상, 90 이상)을 목표로 한다.

다. 수신권역 내 이동 환경에서의 수신 성능

- 시속 200km 의 속도로 이동 중에도 수신 가능함을 목표로 한다.

2. 비디오 객체

가. 형식

- 화소수를 기준으로 최대 352x288@30fps 형태의 비디오를 제공할 수 있어야 한다.

나. 화질

- 7 인치급 LCD 표시장치에서 VCD 급 화질을 제공할 수 있어야 한다.

다. 임의 접근

- 2 초 단위의 임의 접근이 가능하여야 한다.

3. 오디오 객체

가. 형식

- 최대 48 kHz 표본화된 스테레오 음성.음향을 제공할 수 있어야 한다.

나. 음질

- CD 수준의 음질을 제공할 수 있어야 한다. 단, 비디오 객체와 함

게 제공되는 음성·음향은 아날로그 FM 보다 우수한 음질을 제공함을 목표로 한다.

다. 임의 접근

- 최대 50 ms 단위의 임의 접근이 가능하여야 한다.

4. 보조 데이터 (선택사항)

가. 서비스 형식

- 부가 정보(Supplemental information)의 제공이 가능하여야 한다.
- 대화형 서비스가 가능하여야 한다.

나. 임의 접근

- 0.5 초 단위의 임의 접근이 가능하여야 한다.

5. 서비스 지연시간

가. 서비스 최대 지연시간

- 전원을 인가한 때부터 2 초를 넘지 않는 것을 목표로 한다. 단, 운영체제 시동 시간은 제외하고 계산한다.

나. 객체간 지연 시간

- 비디오 객체에 대한 오디오 객체의 지연시간은 -20 ~ +40 ms 이내여야 한다.
- 비디오 객체에 대한 보조 데이터의 지연 시간은 -300 ~ + 300 ms 이내여야 한다.

다. 채널 전환 지연 시간

- 채널 전환 지연 시간은 최대 1.5 초를 넘지 않는 것을 목표로 한다. 단, 동일한 앙상블 내의 서비스 간 전환인 경우에는 최대 1 초를 넘지 않는 것을 목표로 한다.

2절 서비스 및 시스템 규격

지상파 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)는 고품질의 오디오, 멀티미디어 비디오, 데이터 서비스를 제공하기 위한 방송 시스템으로 전송 특성상 이동 DTV 수신도 가능하다. 지상파 DMB 표준은 전송 시스템으로 Eureka-147 DAB(Digital Audio Broadcasting)를 적용하고, MPEG 미디어 데이터들의 다중화, 동기화 그리고 전송을 위한 규격으로 MPEG-2 TS(Transport Stream), MPEG-4 system 등을 고려하고 있다. 또한 고품질 오디오와 데이터 서비스는 기존 DAB 시스템과 동일한 규격을 사용하는데 CD 수준의 고품질 오디오의 경우는 MPEG 계층 MUSICAM 방식을 사용하며, 데이터 서비스의 경우는 PAD(Programme Associated Data), 광역호출(Paging), TMC(Traffic Message Channel), EWS(Emergency Warning System) 등을 제공한다. 멀티미디어 서비스 규격은 비디오 부호화 규격으로 MPEG-4 part 10인 AVC(Advanced Video Coding)를, 오디오 부호화 규격으로 MPEG-4 ER-BSAC(Error Resilience Bit Sliced Arithmetic Coding)을, 그리고 데이터 규격으로 MPEG-4 시스템의 OD-BIFS(Object Description Binary Format for Scene)를 사용한다.

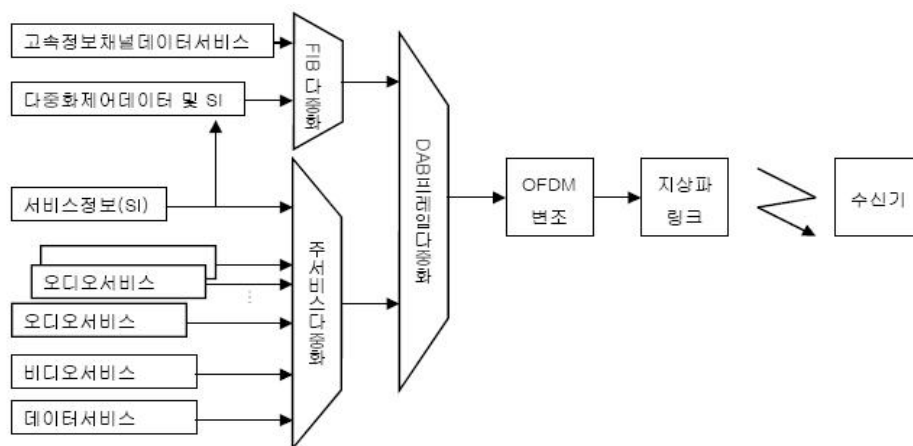
지상파 DMB는 VHF TV 채널의 6MHz 대역폭을 나누어 3개의 DMB 방송을 실시하며, 하나의 DMB 방송은 1.536MHz 대역폭으로 오류정정 부호화 방식(Convolution coding(CR=1/2), Reed Solomon code(204,188,t=8))을 적용하면 총 비트율 2304Kbps 중 약 1027Kbps의 데이터를 전송할 수 있다. 이는 1개의 앙상블(Ensemble)에 대해 멀티미디어 서비스 중 768Kbps의 비트율을 갖는 비디오인 경우에는 비디오 1개, 384Kbps인 경우에는 비디오 2개, 256Kbps인 경우에는 비디오 3개를 수용할 수 있으며, 오디오는 32Kbps에서 48Kbps, 64Kbps, 80Kbps, 96Kbps까지 다양한 비트율로 적용 가능하다.

1. T-DMB 시스템 규격

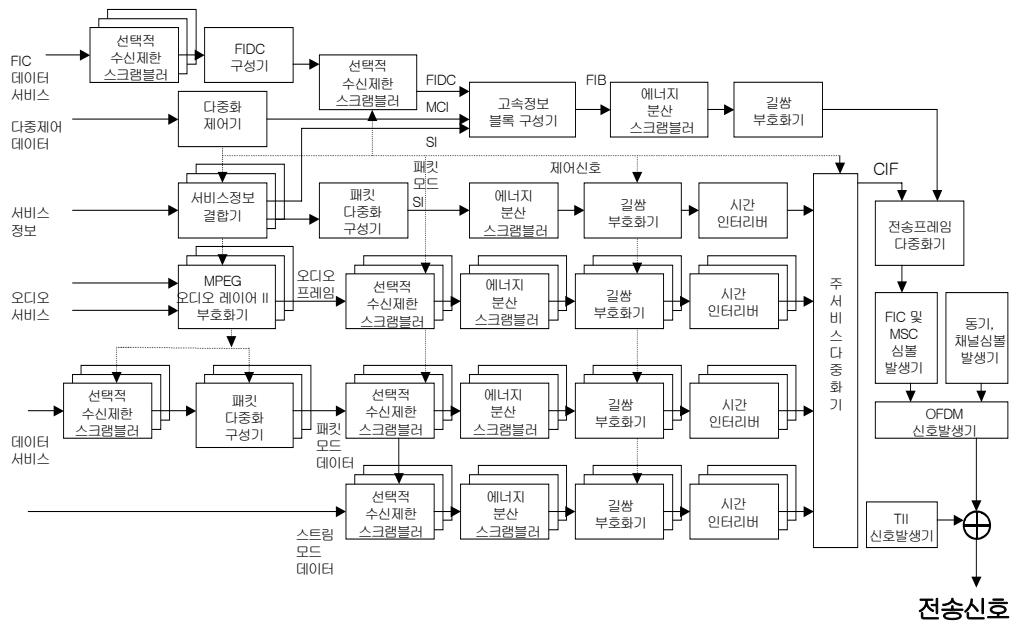
지상파 DMB 표준의 전송시스템인 Eureka-147 DAB는 유럽 디지털

라디오 방송 표준으로 1994년 12월에 표준화 되었으며, UHF나 VHF대역의 지상파 및 위성 디지털 음성방송으로 차량용, 휴대용, 고정 수신용으로 사용하고 있다. 휴대용 수신에 대해서도 동작이 3GHz의 주파수까지 가능하다. Eureka-147 DAB 시스템이 제공하는 응용 사례는 서비스에 대한 내용현황 제시, 방송되고 있는 프로그램의 배경정보, 각 방송사의 프로그램정보, 교통정보, 영상형태로 인기스타와 히트음악과 영화 등에 관한 정보 및 특정한 사용자 집단에 해당된 정보제공 등 여러 가지가 있다. 뿐만 아니라 다중방송과 변조방식인 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)과 강한 오류정정부호를 사용함으로써 이동수신 환경과 다중경로 환경에도 우수한 품질의 서비스를 제공하는 방식이라 할 수 있다. 또한 ISO MPEG 계층 II 방식의 음성부호화 방식과 1.5MHz의 광대역 전송폭을 사용하기 때문에 CD수준의 고품질 음성을 복수로 전송할 수 있음은 물론 문자방송, 무선호출, 정지영상, 날씨정보, 교통정보 등 멀티미디어 데이터 전송 서비스가 가능하다. 따라서 Eureka-147 DAB 시스템은 비교적 낮은 비트율에서 통합 멀티미디어 방송 서비스를 제공할 수 있는 구조라 할 수 있다.

초단파 디지털 라디오 방송 시스템은 그림 2-1의 송신단과 수신단으로 구성되며, 송신단은 오디오, 비디오 및 데이터 서비스 신호의 입력장치, 다중화기, OFDM 변조기, 지상파 링크 등으로 구성된다.



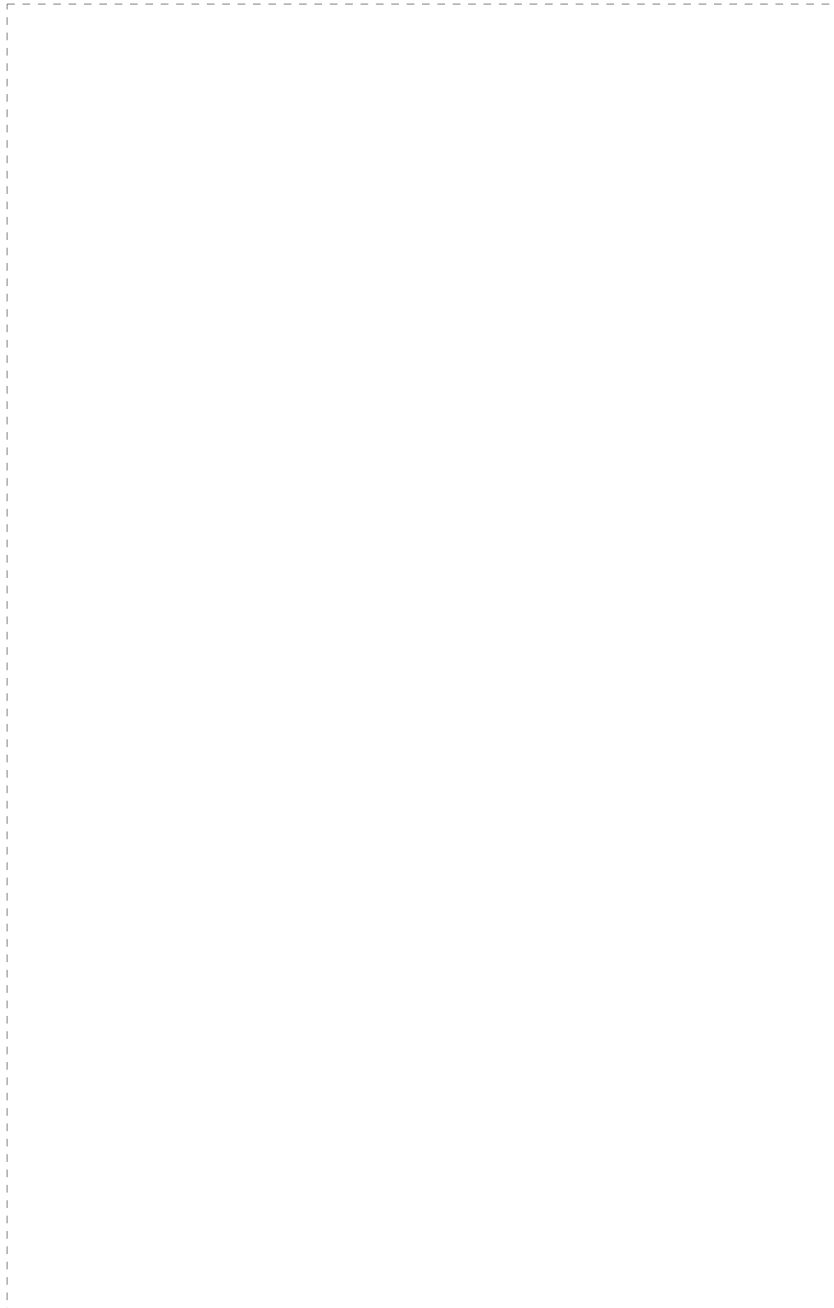
[그림 2-1] 초단파 디지털 라디오 방송 시스템



[그림 2-2] 디지털라디오방송 전송 메커니즘 개념도

디지털 오디오 서비스와 데이터 서비스를 위한 디지털라디오방송 시스템에 사용되는 일반전송 메커니즘은 ETSI EN 300 401 V1.3.3의 Transport mechanism을 따른다. 기본적인 전송 메커니즘을 그림 2-2에 나타내었다.

그림 2-3은 Eureka-147 DAB 시스템을 이용한 DMB 서비스의 개념적인 송출 구조를 나타낸다. 즉 비디오, 오디오, 데이터를 포함한 멀티미디어 서비스는 DAB 시스템의 앞단에 구성된 비디오 다중화기를 통하여 다중화 된 하나의 스트림으로 구성된다. 이 때 다중화 된 하나의 스트림은 DAB 시스템의 스트림 모드로 전송된다. 반면에 나머지 고품질 오디오 서비스나 데이터 서비스는 기존 DAB 시스템의 전송구조를 그대로 따르는 데, 고품질 오디오 서비스의 경우는 ISO MPEG 계층 II 방식을 사용하여 압축된 후 스트림 모드로 전송되고, 데이터 서비스의 경우는 스트림 모드나 패킷 모드로 전송되게 된다.



[그림 2-3] DMB 서비스의 개념적인 송출 구조

가. 전송 프레임 구조

Eureka-147 전송 프레임은 그림 2-4와 같이 SC(Synchronization Channel), FIC(Fast Information Channel), 그리고 MSC(Main Service

Channel)의 세 가지 채널로 구성되어 있다.

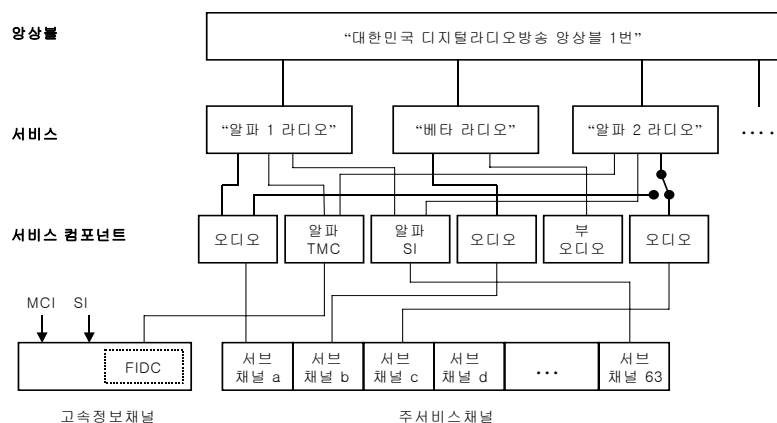
전송 모드 1은 지상파 단일망(SFN:Single Frequency Network)구성에 유리하며, 주파수 범위는 375MHz 이하이다. 최대 전송거리는 96km이며, 서브캐리어수는 1536개로 1.536MHz의 대역폭에 따라 1KHz의 서브캐리어 간격을 갖는다. 다른 모드와 마찬가지로 군집오류(Burst Error)를 예방하기 위해서 MSC에 16프레임에 걸쳐 시간 인터리빙을 걸고 MSC와 FIC에 대역 전체에 걸쳐 주파수 인터리빙을 건다.

(1) 동기 채널(Synchronization Channel : SC)

SC는 Null symbol과 위상기준심볼(Phase Reference Symbol)로 구성되며, TII(Transmitter Identification Information) 신호가 Null Symbol에 포함된다. SC에는 전송모드(Stream Mode, Packet Mode)와 심볼 및 주파수 동기화 필요한 정보들이 포함되며, 프레임 동기, 반송파 주파수 동기, 채널 상태 추정, 기본적인 복조 기능 등을 위해 사용된다. SC내부의 Null Symbol은 수신기에서 프레임의 위치를 찾을 때 사용된다.

(2) 고속 정보 채널(Fast Information Channel : FIC)

FIC는 SI(Service Information), FIDC(Fast Information Data Channel), MCI(Multiplex Configuration Information), CA(Conditional Access)로 구성된다. FIC의 구성요소인 MCI는 MSC의 서비스 종류, 위치, 형태 등의 정보로서 수신단에 전달되어 MSC를 해석하는데 사용되며, SI는 서비스 제목, 채널 정보 등을 포함한다. FIDC는 광역호출(Paging), TMC(Traffic Message Channel), EWS(Emergency Warning System)와 같은 긴급 요청을 요하는 데이터서비스를 위해 사용하며, CA는 각각의 서비스 이용 시 인증을 받을 때 사용된다. FIC는 이러한 정보를 보다 빨리 접근할 수 있도록 고정된 EEP(Equal Error Protection)를 사용하며 Time Interleaving을 사용하지 않는다. 그림 2-5는 MCI의 기본 구조를 나타낸다.



[그림 2-5] 디지털라디오방송 다중화 구성의 예



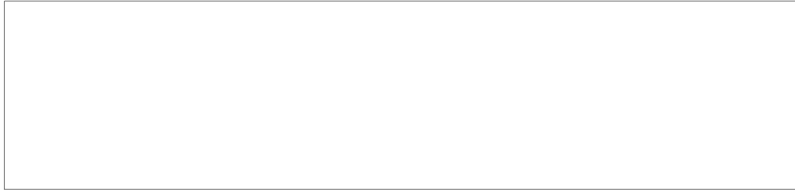
[그림 2-6] FIB 구조

전송 모드 1은 3개의 FIC를 포함하고, 각 FIC는 4개의 FIB로 구성되므로 총 12개의 FIB를 갖는다. FIC의 용량은 제한되어 있기 때문에 일반적으로 FIC를 통해 전송되기 위한 우선권은 MCI와 같은 시스템 제어 정보에 관련된 데이터에 주어져야 하며, FIC 용량이 가득 채워졌을 때 MSC 63번 서브채널의 AIC(Auxiliary Information Channel)에 데이터를 추가할 수 있다.

FIB는 256비트의 크기이며, 일반적인 구조는 그림 2-6과 같다. FIB는 FIB 데이터 필드와 CRC 필드로 구성되는데, FIB 데이터필드는 여러 개의 FIG(Fast Information Group)와 “1111111”의 값을 갖는 End marker, 그리고 바이트 정렬을 위한 Padding 필드들로 구성된다. CRC 필드는 16비트로 다항식 $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ 의 값을 갖는다.

(3) 주 서비스 채널(Main Service Channel : MSC)

MSC는 오디오 서비스와 비디오 서비스, 데이터 서비스를 전송하는데 사용한다. MSC는 다수의 CIF들로 구성되어 있으며, 하나의 CIF는 55296bits를 포함하고 24ms마다 전송된다. 또 CIF의 주소를 지닌 가장 작은 단위를 CU(Capacity Unit)라고 하며 64bits를 포함한다. 따라서 하나의 CIF는 864개의 CU들로 구성되는데, 전송 모드 1인 경우 한 프레임에 4개의 CIF가 있으므로 총 3456개의 CU가 존재한다. 하나의 CIF는 최대 64개의 서브채널(Sub Channel)로 구성될 수 있으며, 각 서브채널은 연속적인 CU들로 구성된다. 서브채널의 주소는 포함된 CU중 가장 처음에 위치한 CU의 주소에 의해 정해진다. 그림 2-7은 CIF 구조로서 서브채널과 CU의 관계를 보여준다.



[그림 2-7] CIF 구조

MSC는 패킷 모드(Packet Mode)와 스트림 모드(Stream Mode)의 2가지 전송모드를 지원하는데, DMB 표준에서는 멀티미디어 비디오 서비스와 오디오 서비스에 대해서는 스트림 모드만을 제공하고, 데이터 서비스에 대해서는 2가지 모드를 모두 허용한다. 스트림 모드는 서비스를 구성하는 하나 이상의 서비스 요소(Service Component)들에 대해 각각 하나의 서브채널을 할당하는 방법으로, 서비스 구성 시 서브채널의 주소 값만 정의해 주면 서비스 요소와 서비스가 연결이 가능하게 된다. 패킷 모드는 하나의 서브채널 내에 여러 개의 서로 다른 서비스 요소들을 운반하는 방법으로 패킷은 주소(Packet Address)에 의해 식별된다. 패킷 모드에서는 데이터 그룹화가 가능한데, 이는 스트림이나 파일을 원하는 크기로 분할할 경우와 IP(Internet Protocol)망과의 연동을 위해 사용된다. 서비스 구성 시 스트림 모드와는 달리 서브채널의 주소 값과 서비스 요소 식별자, 그리고 그 서비스 요소에 대한 패킷의 주소를 모두 지정해 줘야 서비스 구성이 가능하다. 또 하나의 서브채널 내에 서로 다른 주소를 갖는 패킷들이 순서에 관계없이 전송되어질 수 있으나, 같은 주소를 갖는 패킷들일 경우에는 패킷들의 순서가 차례로 유지되어야 하는 제한을 갖는다.

나. 수신 제한(Conditional Access : CA)

수신 제한은 허용된 사용자에게만 서비스를 제공한다는 것이며, FIC를 통해 관련된 정보를 전송한다. CA 시스템은 스크램블링(Scrambling)/디스크램블링(Decrambling), 자격검사, 자격관리의 3가지 주된 기능을 포함하고 있다. 스크램블링/디스크램블링은 승인된 사용자에게만 서비스를 허용하기 위한 과정이다. 먼저 스크램블은 개별적이거

나 공통적인 비밀코드가 적용되는 서비스 요소에 대해 수행되며, 디스크램블링은 스크램블된 서비스 요소에 대해 어떤 적절한 디스크램블러(Descrambler)를 갖고 있거나 비밀코드를 알고 있는 수신자에 의해서 이루어진다. 자격검사는 서버에 접근하기 위해서 요구되는 조건을 부호화된 비밀코드인 ECM(Entitlement Checking Message)과 함께 방송함으로써 이루어진다. 자격관리는 EMM(Entitlement Management Message) 정보를 해당되는 수신자에게 전달하여 자격을 배분하는 과정이다. 이 때, 자격의 형태는 서비스 주제에 따른 자격, 단위나 계층에 따른 자격, 프로그램 당 미리 지불되는 형태의 자격, 프로그램당의 자격, 서비스 당 혹은 시간 형태의 자격 등 여러 종류가 있다.

다. 에너지 분산(Energy Dispersal)

디지털라디오방송 신호의 에너지 분산 방법은 ETSI EN 300 401 V1.3.3의 Energy dispersal을 따른다. 에너지 분산의 목적은 전송되는 디지털라디오방송 신호가 바람직하지 않은 규칙성에 의하여 발생하는 전송신호 패턴의 왜곡을 방지하기 위함이다. 즉, 전송신호에 좋지 않은 규칙성의 패턴이 생기지 않도록 에너지 확산을 행하기 위해 의사무작위 신호를 가하며, FIC는 FIB마다, MSC는 각 채널마다 의사무작위 신호가 가산된다.

라. 인터리빙(Interleaving)

인터리빙은 전송하려는 데이터의 오류를 줄이기 위한 방법으로, 행과 열의 순서를 바꾸어 보냄으로써 정보가 손실될 경우에도 복구 가능한 데이터로 만들어 주기 위한 처리 과정이다. Eureka-147 DAB 시스템은 인터리빙 방식으로 시간 축 인터리빙과 주파수 축 인터리빙을 사용하는데, 시간 축 인터리빙은 MSC에서만 수행되는 반면에 주파수 축 인터리빙은 전송프레임을 구성하는 모든 데이터에 대해 수행된다. 즉, 시간 축 인터리빙은 MSC의 서브채널 신호에 적용되나 FIC에는 적용되지 않는다. 이 때 시간 축 인터리빙은 384ms의 전송지연을 갖으며, 주파수 축 인터리빙

은 1.536MHz 대역 전체에 걸쳐 무작위로 수행 된다.

마. 전송방식

Eureka-147 DAB의 전송방식은 COFDM(Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식이다. COFDM 방식은 직교성(Orthogonal)과 FDM의 성질을 갖는다. 직교성의 성질은 하나의 스펙트럼이 최대 진폭 값일 때 진폭의 크기가 0인 이웃 스펙트럼과 서로 중첩되는 순간 직교성을 유지한 상태가 되고, 이 때 상호 채널사이의 간섭이나 반송파 사이의 간섭이 없게 되는 것을 말한다. FDM은 주파수를 여러 개로 분할하여 다중화시키는 방법으로, 여러 개의 부반송파를 만들고 부반송파 사이에 보호구간(Guard Interval)을 만듦으로써 심볼 간의 간섭을 없앨 수 있다. 뿐만 아니라 다중 경로(지연파)에 영향을 받지 않고 단일 주파수 망이 가능하도록 만들어 잡음 없이 깨끗한 음질을 보장할 수도 있다.

바. 변조방식

Eureka-147에서 변조방식으로 사용하는 DQPSK(Differential Quadrature Phase Shift Keying) 방식은 데이터 전송 시 위상을 45도씩 이동하여 전송하며 이전 값을 기준으로 신호가 같으면 같은 위상을, 신호가 다르면 위상을 바꾸는 디지털 변조 방식이다. 즉, 0과 1의 2비트로 45도(0,0), 135도(1,0), 225도(1,1), 315도(0,1)의 4가지의 값을 표현하며, 각 값을 Gray Code로 전송하여 오류검출을 용이하게 한다.

2. DMB 멀티미디어 서비스 규격

DMB 멀티미디어 서비스는 비디오, 오디오 그리고 데이터로 구성되며, 이들 멀티미디어 서비스에 사용되는 규격은 MPEG-4 표준이다. 즉, 비디오 압축 부호화 규격으로 MPEG-4 Part 10인 AVC, 오디오 압축 부호화 규격으로 MPEG-4 ER-BSAC, 그리고 데이터 규격으로 MPEG-4 시

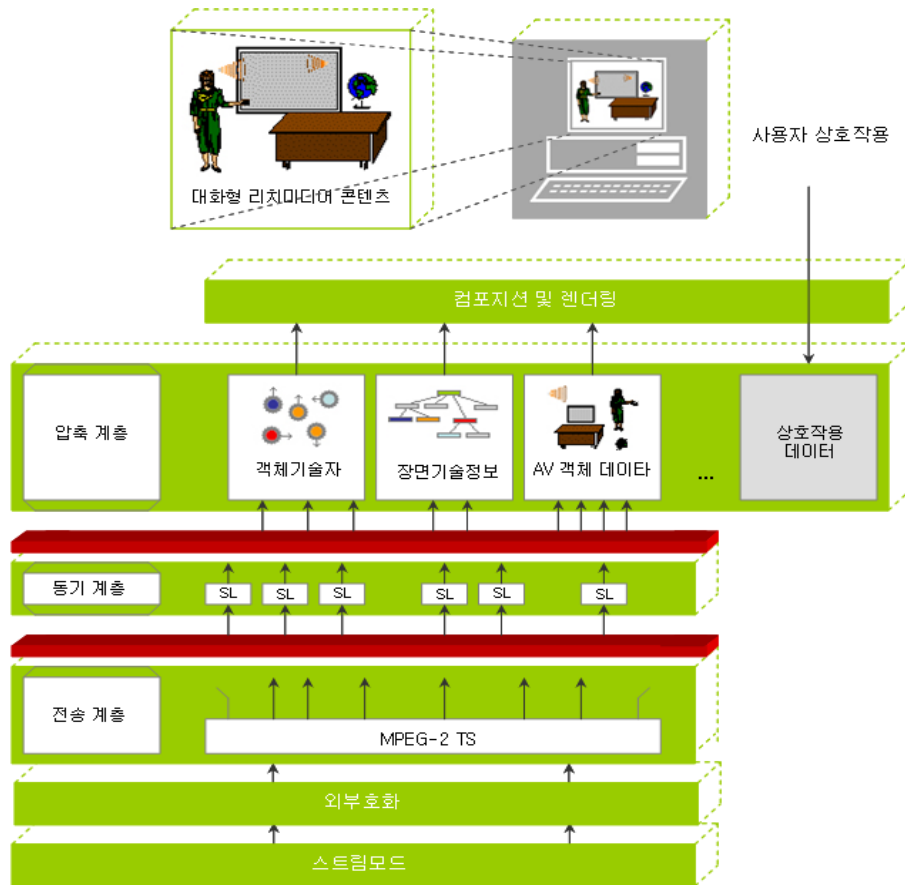
스택의 OD-BIFS를 사용한다.

가. 비디오 서비스

DMB의 비디오 압축 표준으로 사용되는 AVC는 MPEG-4 Part 10 혹은 H.264로 불리는 동영상 압축 방식으로, ISO(International Organization for Standardization) 산하 MPEG과 ITU-T(International Telecommunications Union Telecommunication)의 VCEG(Video Coding Expert Group)이 JVT(Joint Video Team)를 구성해 2002년 3월 국제 표준 최종안으로 채택하고, 2003년 말 최종 확정된 차세대 동영상 압축규격이다.

AVC는 기존의 MPEG-4 Part 2 보다 압축 효율이 2배에서 3배 가량 높아서 고효율의 저장 및 전송이 가능하다. 뿐만 아니라 기존 동영상 압축 표준에 비해 화질면에서도 더 나은 성능을 보이며, 또한 국내에서 개발한 기술이 다수 포함되어 있다는 장점이 있다. AVC 프로파일(Profile)은 Baseline, Main, Extended의 세 종류가 정의되어 있는데, 국내 지상파 DMB 표준에서는 Baseline 프로파일 규격을 사용하며, 레벨(level)에 대해서는 레벨 1.3의 조건을 만족함으로 초당 30프레임을 지원한다. 또한 지상파 DMB에서는 최대 768Kbps를 지원하지만 주로 384Kbps를 사용하며, Random Access Time은 0.5초이다.

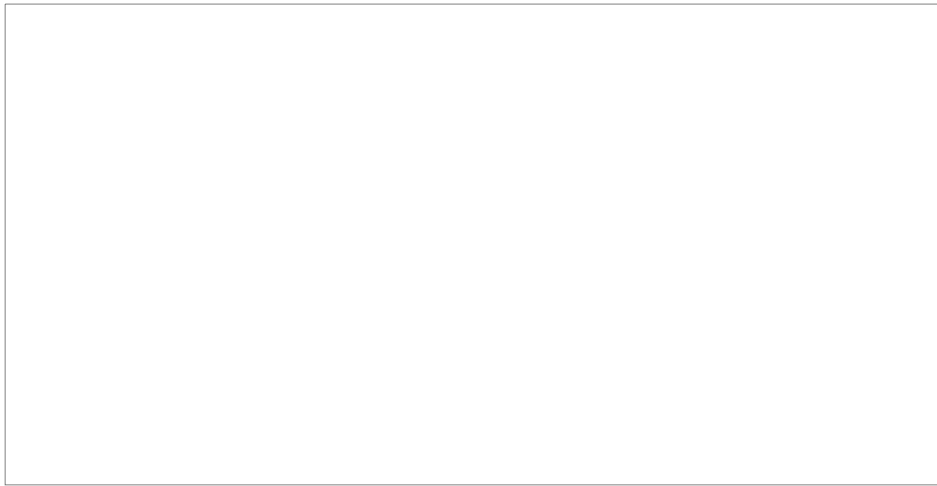
비디오 서비스 시스템은 그림 2-8과 같이 MPEG-4 규격의 콘텐츠를 MPEG-2 TS(Transport Stream)를 이용하여 ‘초단파 디지털 라디오 방송 송수신 정합표준’의 스트림모드로 전송하는 구조를 갖는다.



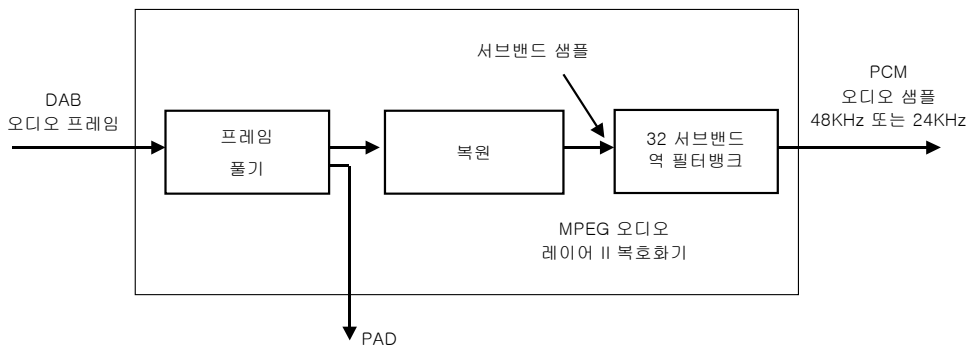
[그림 2-8] 비디오 서비스의 개념적 구성도

나. 오디오 서비스

DAB 시스템에서 제공하는 오디오 부호화 규격은 국제표준 방식인 ISO/IEC 11172-3의 계층 II의 MUSICAM 방식으로, DMB 시스템에서 고품질의 오디오를 제공하는데 사용되며, MUSICAM 방식의 처리 과정은 그림 2-9와 그림 2-10과 같다.



[그림 2-9] 기본 오디오 부호기



[그림 2-10] 기본 오디오 복호화기

MUSICAM 방식은 음성 신호를 750Hz 대역폭을 갖는 필터를 사용해서 32개 서브밴드(Subband)로 분할하고, 스케일 인자(Scale Factor)를 이용하여 데이터를 압축하며 다른 한 편으로는, 심리음향 특성을 이용하기 위해 FFT(Fast Fourier Transform) 후 마스킹(Masking) 값을 결정하여 각 서브밴드에 적응적으로 비트를 할당하는 방식이다. 부호화기는 48KHz로 표본화 된 입력 펄스 부호변조 오디오 신호를 처리하며 싱글, 스테레오, 듀얼, 조인트 스테레오의 4가지 모드를 공급한다. 각 모드에 대한 비트 율은 먼저 싱글의 경우 32Kbps~192Kbps를 제공하며, 나머지 모드는 64Kbps~384Kbps로 싱글 모드의 2배로 압축된 오디오 비트스트

림을 처리할 수 있다.

DAB의 오디오 프레임은 24ms의 프레임 길이로 구성되며, 오디오 데이터에 밀접한 관련이 있는 콘텐츠 사이의 동기 정보인 PAD(Programme Associated Data) 정보를 포함한다. PAD는 2바이트 고정된 F-PAD(Fixed-PAD)와 다양한 크기의 X-PAD(Extended-PAD)로 구성되는데, F-PAD는 실시간 문자와 낮은 비트량의 데이터에 대한 제어정보를 운반하고, X-PAD는 프로그램과 관련된 글과 같은 추가적인 정보에 대한 제어 정보를 운반한다.

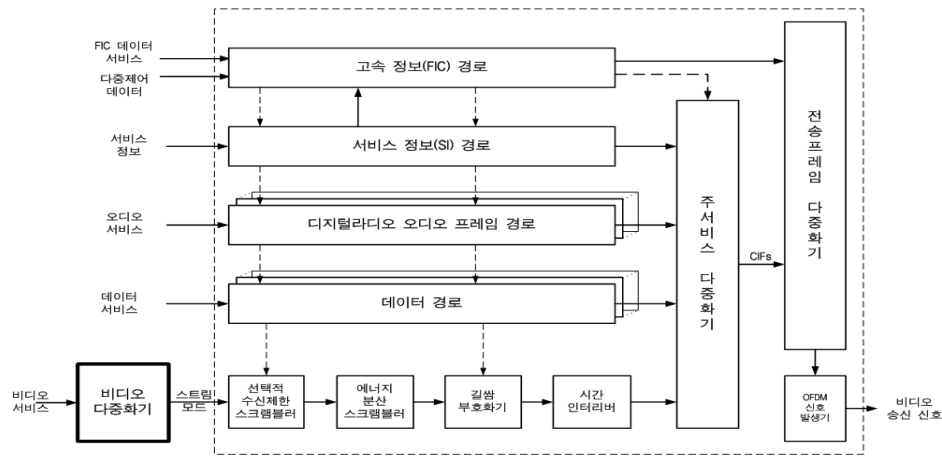
지상파 DMB의 오디오 규격은 MPEG-4 Part 3의 ER-BSAC 규격으로 삼성전자, AT&T, Dolby등에서 2001년에 국제 표준 규격으로 제정된 기술규격이다. ER-BSAC 방식은 MUSICAM 방식의 50% 대역폭만으로 96Kbps의 비트율에서는 CD수준의 음질을, 64Kbps의 비트율에서는 FM 급의 음질을 보장한다. 뿐만 아니라, 맨 먼저 MSV(Most Significant Vector)인 골격을 읽어 들이고, 다음으로 2nd SV를 읽어 들임으로써 1Kbps 비트조각 단위로의 비트율 조절이 가능하며, AAC보다는 100:95 정도로 압축율 면에서 향상된 성능을 보인다. 또한 플레이 도중 정교하게 비트율을 조절할 수 있는 FGS(Fine Grain Scalability) 기능을 제공하며, Random Access Time은 0.05초이다.

다. 데이터 서비스

DMB 멀티미디어 서비스의 데이터 규격은 데이터 양이 작고 동영상 데이터와 세밀한 동기화가 가능한 BIFS(Binary Format for Scene)를 이용한다. BIFS는 트리(Tree) 구조로 표현되는데, 각 객체스트림(Object Stream)의 특성 및 논리적 채널 정보 등을 전달하는 OD(Object Descriptor)와 함께 사용되어 콘텐츠 내의 오디오와 비디오 같은 구성요소를 콘텐츠 구성에 활용할 수 있도록 한다.

3. DMB 시스템의 다중화 규격

그림 2-11은 멀티미디어 서비스를 위한 비디오 서비스의 개념적인 송

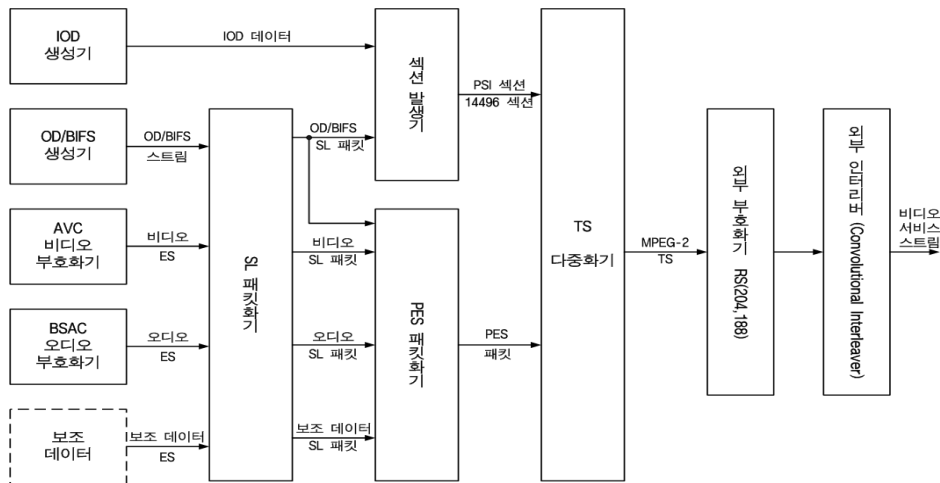


[그림 2-11] 비디오 서비스의 개념적 송출 구조

출 구조를 나타낸다. 먼저 FIDC(Fast Information Data Channel) 데이터, MCI(Multiplex Configuration Information) 데이터, SI(Service Information) 데이터, 고품질의 주오디오 서비스를 위한 데이터, 문자 등의 데이터 서비스를 위한 데이터 및 멀티미디어 서비스를 위한 데이터가 DAB(Digital Audio Broadcasting) 송신기의 입력으로 들어간다. 각각의 데이터들은 전송에 적합한 경로를 통하여 MSC(Main Service Channel) 다중화기에서 다중화되어 CIF(Common Interleaved Frame) 형태로 되고 다시 DAB 전송프레임 형태로 만들어져 전송된다.

DAB 송신기로 들어가는 데이터 중에 비디오 서비스를 위한 멀티미디어 데이터는 비디오 및 오디오 스트림과 부가 데이터 정보들이 하나의 스트림으로 묶여진 것으로 DAB를 통해 전송될 때 스트림 모드를 이용한다. 이 과정에서 단일화 된 멀티미디어 스트림의 생성은 그림 2-11의 좌측 하단에 위치한 DMB 비디오 다중화기를 통하여 이루어진다.

DMB 시스템의 다중화 규격은 MPEG-2 TS(Transport Stream)의 안정성과 MPEG-4 SL(Synchronization Layer)의 다양한 기능의 확장성을 고려하여 MPEG-4 SL과 MPEG-4 TS를 함께 사용한다. DMB 비디오 서비스를 위한 비디오 다중화기의 개념적인 구조는 그림 2-12와 같다.



[그림 2-12] 비디오 다중화기의 개념적인 구조

먼저 각 ES 스트림들을 다중화 하는데 필요한 데이터인 IOD(Initial Object Descriptor) 데이터 및 OD/BIFS 스트림은 MPEG-4 시스템에 의해 생성되고, 비디오 ES와 오디오 ES는 각각 AVC와 BSAC 규격을 이용하여 부호화되며, 부가데이터는 선택적으로 사용된다. 다음 IOD를 제외한 부호화된 각 ES들은 MPEG-4 SL 패킷화기를 통해 미디어 스트림 간의 동기화 패킷인 SL 패킷으로 출력되고, 각 SL 패킷들은 다시 MPEG-2 시스템의 PES 패킷화기로 입력되어 각각 PES 패킷 스트림으로 생성된다. IOD는 MPEG-2 PES 패킷화기를 통하지 않는 OD/BIFS와 함께 PES 패킷화기 대신 섹션 발생기(PSI 발생기)로 입력되어 IOD/OD/BIFS를 포함한 섹션으로 발생된다. TS 다중화기는 입력되는 섹션 및 PES 패킷을 하나의 MPEG-2 TS 스트림으로 다중화하며, MPEG-2 TS로 다중화된 데이터 스트림은 외부 부호화기에서 오류 정정을 위한 RS(Reed-Solomon) 부호의 부가 데이터가 첨가된 후 외부 인터리버를 거쳐 비디오 데이터 스트림으로 출력된다.

4. 오류 정정 부호화

DMB 시스템에서는 오류 정정 부호화로 비디오 다중화 이후의 TS 패킷에 16바이트 크기의 오류 검출 기능이 있는 바이트를 붙이는 RS(Reed-Solomon) (204, 188, t=8) 부호화 방식과 Eureka-147 DAB 시

시스템의 길쌈부호화 규격을 함께 사용한다.

가. 길쌈 부호화(Convolutional coding)

길쌈부호화 과정은 각 에너지 분산의 출력단에 적용되며 전송오류를 줄이기 위한 방안의 일부로서 여분 데이터를 생성하는 방식을 취하며, 서비스요소를 운반하는 각 서브채널이 1/4의 코딩율을 갖는 모부호에 의해 길쌈부호화됨으로 데이터의 중요도에 따른 오류보호가 이루어진다. 즉 유효데이터와 모부호의 비가 1:4인 상승부호화를 사용하여 모부호를 만든 후, 이 모부호의 일부를 평추어드 인덱스(Punctured Index)에 의해 숨아내는 방법으로 부호화율을 가변할 수 있다. Eureka-147 DAB 시스템은 UEP(Unequal Error Protection)와 EEP(Equal Error Protection)의 두 종류의 보호방법을 사용한다. 먼저 UEP는 오디오 데이터에 사용되는 방법으로 하나의 비트스트림에 대해 중요도에 따라 다른 평추어드 벡터를 사용해서 숨아내 전송되는 비트량을 달리 해주는 방법으로 8/12에서 8/24까지 13단계로 조절이 가능하다. DAB에서는 UEP의 경우 오직 오디오의 경우에만 그 값이 정해져 있으므로 비디오 데이터인 경우는 일반 데이터의 오류 제어에 사용되는 방법인 EEP가 사용된다. EEP는 UEP와는 달리 같은 비트스트림에 대해서는 같은 오류 보호가 적용되는데, 서브채널별에 대해서는 다른 부호화율을 갖는다. 부호화율에 따른 EEP 보호 레벨은 표 2-2와 같다.

길쌈부호화 과정은 각 에너지 분산 스크램블러의 출력단에 적용되며 ETSI EN 300 401 V1.3.3의 Convolutional coding을 따른다. 이는 신호 왜곡 전파 조건에 대항하기 위해 필요한 오류보호 메커니즘의 일부로서 여분 데이터를 생성하는 과정이다.

[표 2-2] 보호율에 따른 EEP 부호화율



길쌈부호화 파라미터는 전달되는 서비스의 형식, 순비트율(Net bit rate) 그리고 오류보호레벨에 따라 다르며, 오류보호방법에는 비균등오류보호(UEP : Unequal Error Protection)와 균등오류보호(EEP : Equal Error Protection)가 있다. UEP는 근본적으로 오디오를 위해 설계되었으나 데이터에도 적용할 수 있으며, EEP는 데이터뿐만 아니라 오디오에도 적용할 수 있다.

입력 신호에 길쌈부호를 적용하면 모부호화율 1/4을 사용할 경우 정보량이 약 4배로 증가하게 된다. 출력 신호에 대해서 사전에 정해진 비트율에 대응하도록 비트 데이터를 뽑아내게 되는데 이 과정을 펑크처링(Puncturing) 처리라 한다.

채널 부호화는 길쌈부호화와 펑크처링 처리로 구성되며, 길쌈부호화의 생성다항식에 대한 정의는 ETSI EN 300 401 V1.3.3의 11.1.1을 따르고, 펑크처링 처리는 11.1.2를 따른다.

나. RS 부호화(Reed-Solomon coding)

DMB 표준에서는 멀티미디어 서비스에 대해 요구하는 10^{-8} 정도의 BER을 맞추기 위해 길쌈부호화 함께 RS(204, 188, t=8) 부호화를 추가로 적용한다. RS 부호화는 TS를 통해 출력되는 188바이트 데이터에 오류 검출능력이 있는 16바이트의 코드를 삽입하여 오류를 정정하는 방식이다.

표 2-3은 각 모드에 따른 DMB의 전송 파라미터를 나타낸 것이다.

[표 2-3] DMB의 Transmission Parameters

Signal		COFDM			
Modulation		DQPSK			
Channel Coding		Convolutional : variable rate, constraint length = 7			
Time Interleaving	ms	Depth = 384			
Frequency Interleaving	MHz	Width = 1.536			
System Bandwidth	MHz	1.536 MHz			
Effective Data Rate	Mbps	0.8 ~ 1.7 Mbps			
MODE		I	II	III	IV
Application		Terrestrial (SFN)	Terrestrial	Satellite/Cable	Terrestrial
Frequency Band	GHz	< 0.375	< 1.5	< 3	< 1.5
Sub carriers		1,536	384	192	768
Subcarrier interval	KHz	1	4	8	2
Guard interval	μs	246	62	31	123
Symbol length	μs	1,000	250	125	500
Frame length	ms	96	24	24	48

3절 문제점 및 진화 방향

1. 문제점

기존의 T-DMB 시스템이 가진 한계와 문제점 등을 요약해 보면 다음과 같다.

- ① 가용 서비스 채널이 부족함
- ② 선명도에 있어 CIF급 화질로는 화면 크기가 제한됨
- ③ 제 3세계 지상파 이동 멀티미디어 시장 경쟁력 확보가 요구됨

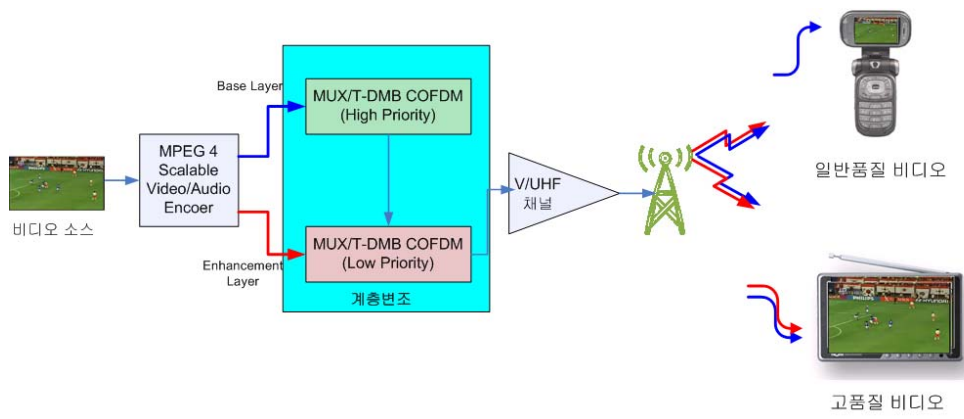
이 중 특히 제 3의 국가는 DTV 방송망 구축에서 경제적 및 지리적 어려움이 예상되므로 상대적으로 비용이 적게 드는 지상파 이동 멀티미디어를 DTV 대안으로 고려할 것으로 예상된다.

위와 같은 문제점에 입각한 개선된 T-DMB는 다음과 같은 서비스 요구사항을 만족하는 방향으로 연구가 진행될 것으로 기대된다.

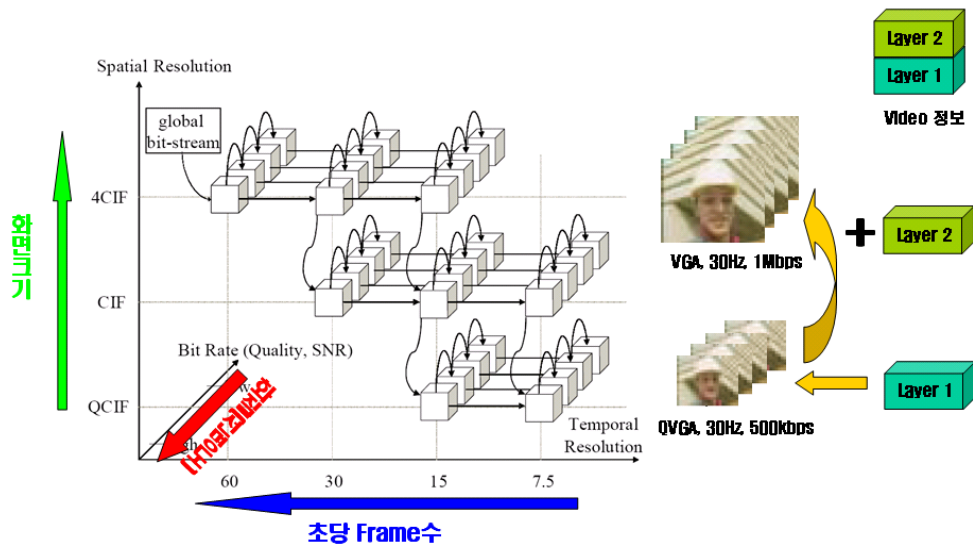
- ① 기존 T-DMB와 호환성을 유지
- ② 전송 용량이 기존 T-DMB보다 약 2배 유지할 것
- ③ SD급 비디오 및 Surround 오디오 서비스를 제공할 것

2. 진화 방향

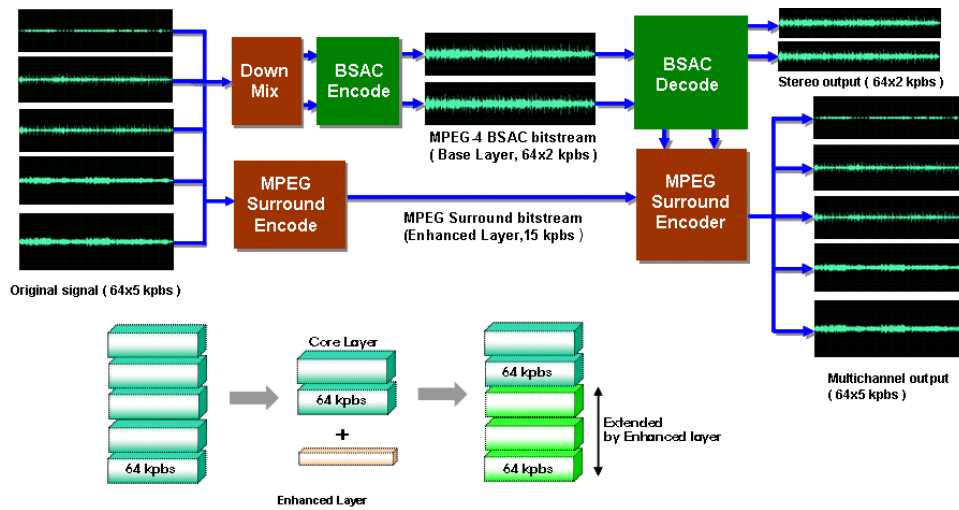
그림 2-13은 advanced T-DMB의 개념을 나타낸 것이다. 기존 T-DMB의 채널 용량을 2배로 증대시킴으로써 고전송효율을, 비디오 서비스에서 화질을 QVGA에서 VGA로 바꿈으로써 고품질의 T-DMB 서비스를 얻을 수 있게 된다. 그리고 그림 2-14에서 보이는 scalable MPEG-4는 시간, 공간, 화질의 다양한 scalability를 제공한다. 그림 2-15에서 보이는 MPEG Surround 오디오 코딩은 MPEG4 BSAC과 backward compatibility를 유지하며 스테레오 및 멀티채널 재생이 가능해진다. 그림 2-16은 T-DMB의 data mapping를 개념적으로 표현한 것이다. 전송하고자하는 data는 RS coding 및 convolutional 인터리빙을 거친 후 채널부호 및 시간 인터리빙을 적용하여 guard interval과 함께 OFDM symbol로써 주파수축에 배치된다.



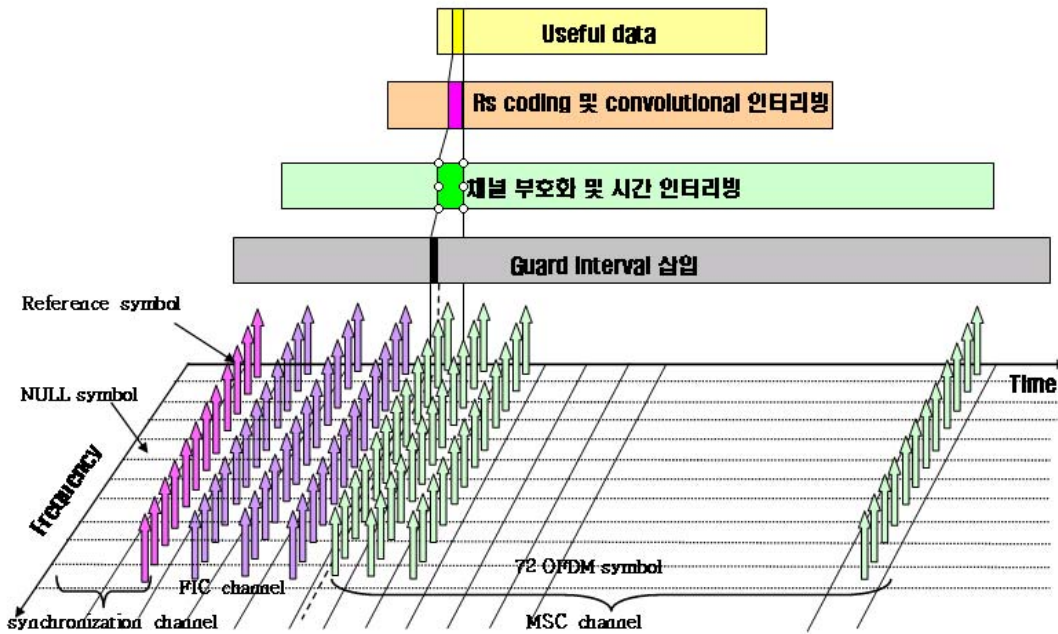
[그림 2-13] Advanced T-DMB 개념도



[그림 2-14] Scalable MPEG-4의 특성



[그림 2-15] MPEG Surround Encoder 구성도



[그림 2-16] Data mapping

나. 계층변조(Hierarchical modulation)

(1) 적용 가능 범위

(가) 서비스

DVB-T에서는 계층 변조로서 HP는 QPSK, LP는 16QAM을 적용하고 있다.

- HP : SDTV(480I), 4.5Mbits, 이동수신
- LP : HDTV(720P), 13.6Mbits, roof-top 안테나 수신

(나) 수신 환경

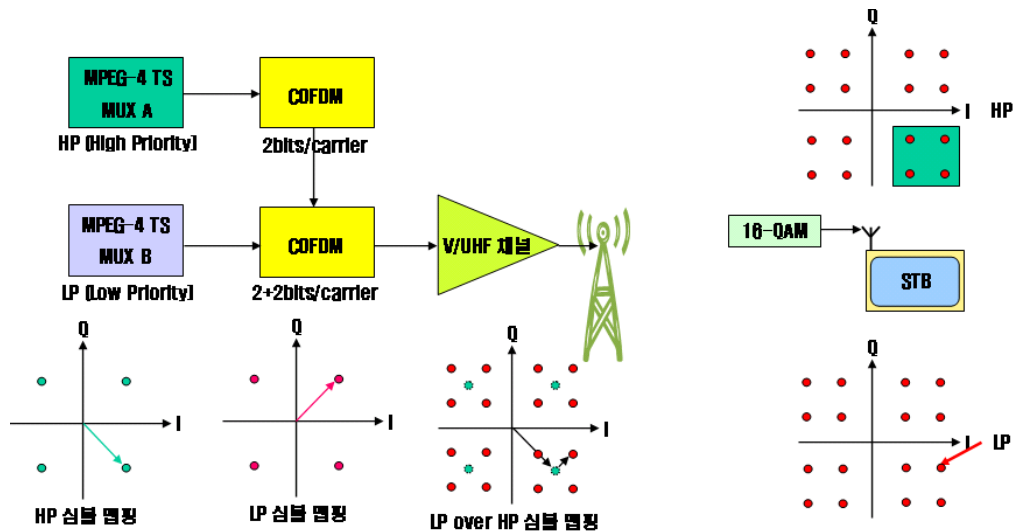
- HP : 휴대 및 이동 서비스 지원
- LP : 고정 방송 서비스 지원

(다) 서비스 품질

- HP : 기존 전송 품질 서비스
- LP : 추가정보에 의한 고품질 서비스

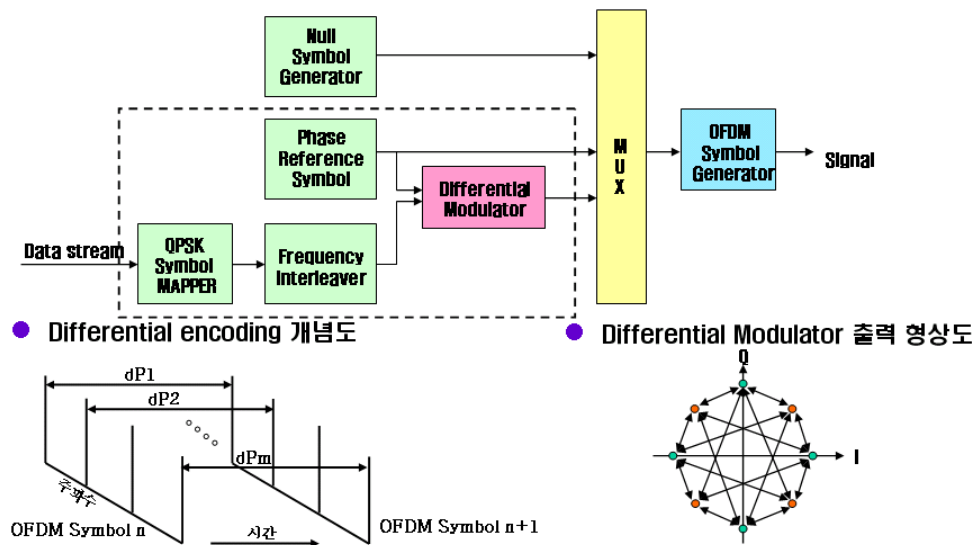
(2) 두 개의 digital data stream을 하나의 송신기를 통해 전송

그림 2-17은 Hierarchical Modulation의 개념을 나타낸 것이다. 독립적인 두 개의 데이터 스트림이 하나의 성상도상에 맵핑된 후, 수신 환경의 좋고 나쁨에 따라 HP와 LP를 선택적으로 수신할 수 있다. 그림 2-18, 19는 각각 기존 T-DMB 송신기와 계층 변조를 적용한 Advanced T-DMB 송신기 구성도를 나타내 보인다.



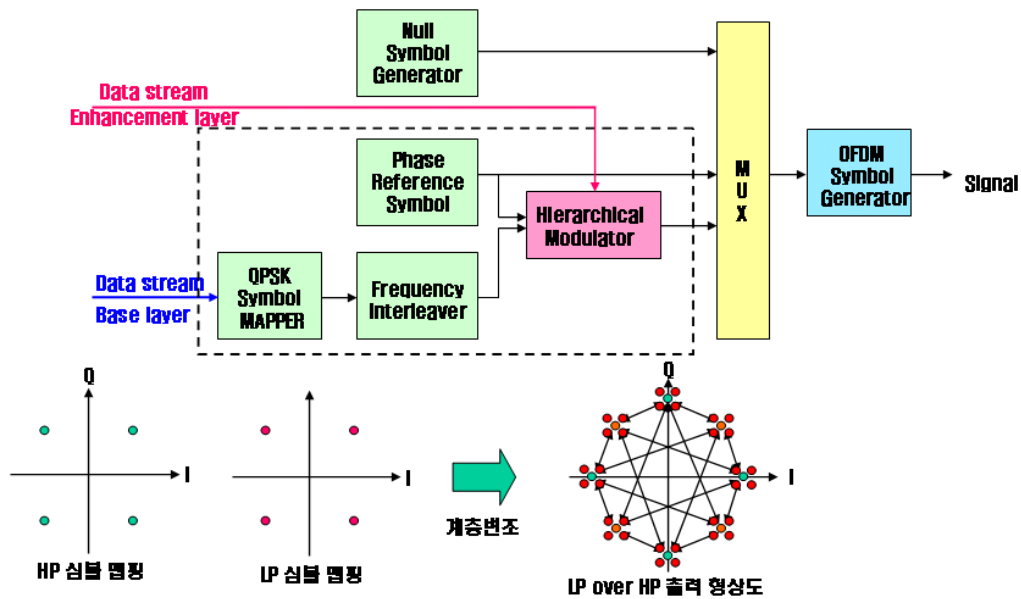
[그림 2-17] Hierarchical Modulation

다. OFDM 변조기(ETSI EN 300 401)



[그림 2-18] OFDM 변조기(ETSI EN 300 401)

바. Advanced T-DMB 계층 변조



[그림 2-19] Advanced T-DMB 계층 변조 구성도

3장 ISDB-T 시스템 기술분석

1절 시스템 요구사항

ISDB-T 시스템 요구사항으로 다음과 사항이 고려되고 있다.

- 비디오, 오디오 데이터 등의 다양한 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있을 것
- 휴대 및 이동 수신시, 다중 경로 페이딩 채널 및 간섭 환경에 안정적인 성능을 보일 것
- 통합형 수신기를 포함한 여러 가지 형태의 단말기에 어떠한 제약 없이 수신이 가능할 것
- 다양한 서비스 형태의 운용이 가능하고, 특정 데이터율에 구애를 받지 않도록 유연성을 확보할 것
- 미래의 요구를 충족시켜 줄 수 있도록 확장성을 가질 것
- SFN 구성이 가능할 것
- 빈 주파수 공간 (vacant frequency)을 효과적으로 사용하고, 기존 아날로그 서비스와 다른 디지털 서비스와의 호환이 가능할 것

상기의 요구사항을 만족시켜 줄 수 있도록 ISDB-T 시스템은 세 가지 모드의 전송 기법을 채용하고 있다. 이에 자세한 내용은 2절에서 설명하도록 한다.

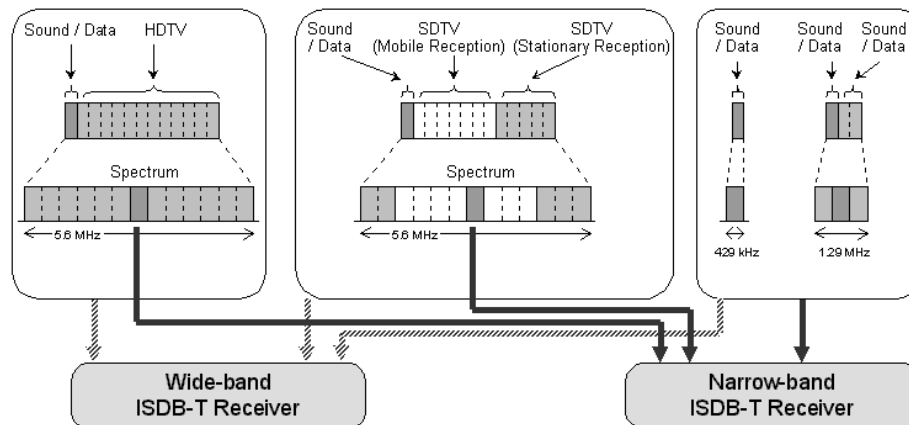
2절 서비스 및 시스템 규격

일본의 디지털 지상파 방송 규격인 ISDB-T(Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial)는 다중 반송파 전송 방식에 기초한 BST(Band Segmented Transmission)-OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 사용하고 있으며, 2003년부터 도쿄를 시작으로 본 방송을 시작하고 있다. ISDB-T는 6MHz 대역폭에 1개의 HDTV, 또는 3개의 SDTV를 구현할 수 있어 다채널 방송이 가능하며 OFDM 기반의 전송기술을 이용하므로 다중 경로 전파환경에 강하며 이동 수신 환경에서도 양호한 성능을 나타낸다. ISDB-T 기저대역 모델의 주요 사양을 정리하면 표 3-1과 같다.

[표 3-1] ISDB-T 기저대역 모델의 주요 사양

항목	Mode 1	Mode 2	Mode 3
Number of OFDM Segment	13		
Useful Bandwidth	5.575MHz	5.573MHz	5.572MHz
Carrier Spacing	3.968KHz	1.984KHz	0.992KHz
Number of active carriers	1405	2809	4992
Modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM, DQPSK		
Number of symbols/frame	204		
Active symbol duration	252us	504us	1.008ms
Guard interval duration	1/4,1/8,1/16,1/32 of active symbol duration		
Inner code	Convolutional code (1/2,2/3,3/4,5/6,7/8)		
Outer code	RS(204, 188)		
Useful bit rate	3.651Mbps, 23.234Mbps		

ISDB-T 시스템은 각각의 데이터 세그먼트에 대해 독립적으로 다른 OFDM 변조기법, 전송 파라미터, 인터리빙 길이 등을 적용할 수 있는 계층(Layered) 전송 기법을 이용하고 있으며, 이를 통해 수신기는 필요한 부분만을 수신하는 부분수신이 가능하다. ISDB-T 시스템은 MPEG2-TS의 구조를 따르고 있으며, 여러 송수신 환경에 적용할 수 있도록 표 3-1과 같이 세 가지 전송모드를 가지고 있다.



(Example of ISDB-T for 6 MHz using $N_s = 13$ for television services, 3 and 1 for audio services)

[그림 3-1] ISDB-T에서 계층전송 및 부분 수신 예

ISDB-T 시스템은 각각의 데이터 세그먼트에 대해 독립적으로 다른 OFDM 변조기법, 전송 파라미터, 인터리빙 길이 등을 적용할 수 있으므로 한 채널 상에서 다른 전송기법을 가진 세그먼트 그룹을 전송함으로써 계층적 구조를 가진 전송이 가능하며 최대 3개까지 그룹을 나눌 수 있다. 각 데이터 세그먼트에 대한 독립적인 전송 기법의 적용은 수신시에도 데이터 세그먼트 별로 독립적인 수신이 가능해 협대역 수신기를 통한 부분 수신을 가능하게 한다. 그림 3-1은 ISDB-T에서 계층전송과 부분 수신 예 보여주며 부분 수신시 수신되는 데이터 세그먼트는 항상 OFDM 세그먼트의 중간에 위치해야 한다.

ISDB-T 시스템은 MPEG2-TS의 구조를 따르며, 계층전송의 다중화를 위해 단일 TS(Transport Stream)는 계층전송의 적용에 관계없이 $N_s \cdot B_o / 14 \text{ MHz}$ (N_s : 사용된 세그먼트 수, B_o : 1 segment 신호의 전체 데

이터 bit 수)의 대역폭으로 전송되어야 한다. 따라서 TS의 분리와 결합이 필요하며 이것은 송신측과 수신측 모두에서 이루어진다.

ISDB-T는 세 가지 전송모드가 있으며 각 모드별로 부반송파의 간격, 유효 심볼의 길이, 보호구간의 길이, 프레임 길이 등이 다르며, 프레임당 심볼수, FFT 샘플클럭, 외부호율, 내부호율은 동일하다. 표 3-2는 6MHz 대역폭의 ISDB-T 신호에 따른 세그먼트 파라미터, 표 3-3은 전송 파라미터, 표 3-4는 세그먼트 당 정보 전송률을 나타낸다.

[표 3-2] 6MHz ISDB-T 신호에 대한 세그먼트 파라미터

Mode		Mode 1		Mode 2		Mode 3	
Bandwidth		6000/14 = 428.57... kHz					
Carrier Spacing		6000/(14×108) = 3.968... kHz		6000/(14×216) = 1.9841... kHz		6000/(14×432) = 0.99206... kHz	
Number of Carriers	Total	108	108	216	216	432	432
	Data	96	96	192	192	384	384
	SP ^{*1}	9	0	18	0	36	0
	CP ^{*1}	0	1	0	1	0	1
	TMCC ^{*2}	1	5	2	10	4	20
	AC1 ^{*3}	2	2	4	4	8	8
	AC2 ^{*3}	0	4	0	9	0	19
Carrier Modulation		16QAM, 64QAM, QPSK		DQPSK	DQPSK	16QAM, 64QAM, QPSK	
Number of Symbol per Frame		204					
Effective Symbol Duration		252 μs		504 μs		1008 μs	
Guard Interval		63 μs (1/4), 31.5 μs (1/8), 15.75 μs (1/16), 7.875 μs (1/32)		126 μs (1/4), 63 μs (1/8), 31.5 μs (1/16), 15.75 μs (1/32)		252 μs (1/4), 126 μs (1/8), 63 μs (1/16), 31.5 μs (1/32)	
Frame Duration		64.26 ms (1/4), 57.834 ms (1/8), 54.621 ms (1/16), 53.0145 ms (1/32)		128.52 ms (1/4), 115.668 ms (1/8), 109.242 ms (1/16), 106.029 ms (1/32)		257.04 ms (1/4), 231.336 ms (1/8), 218.464 ms (1/16), 212.058 ms (1/32)	
FFT sample clock		512/63 = 8.126984... MHz					
Inner Code		Convolutional Code (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)					
Outer Code		RS (204,188)					

*1: SP (Scattered Pilot), and CP (Continual Pilot) can be used for frequency synchronisation and channel estimation.

*2: TMCC (Transmission and Multiplexing Configuration Control) carries information on transmission parameters.

*3: AC (Auxiliary Channel) carries ancillary information for network operation.

[표 3-3] 6MHz ISDB-T 신호에 대한 전송 파라미터

Mode	Mode 1	Mode 2	Mode 3
Number of Segments	N_s (less equal 13)		
Bandwidth	$6000/14 \times N_s + 6000/(14 \times 108)$ kHz	$6000/14 \times N_s + 6000/(14 \times 216)$ kHz	$6000/14 \times N_s + 6000/(14 \times 432)$ kHz
Number of Segments for Differential Modulation	n_d		
Number of Segments for Coherent Modulation	n_c ($n_c + n_d = N_s$)		
Carrier Spacing	$6000/(14 \times 108) = 3.968... \text{ kHz}$	$6000/(14 \times 216) = 1.984... \text{ kHz}$	$6000/(14 \times 432) = 0.992... \text{ kHz}$
Number of Carriers	Total	$108 \times N_s + 1$	$432 \times N_s + 1$
	Data	$96 \times N_s$	$384 \times N_s$
	SP	$9 \times n_c$	$36 \times n_c$
	CP ^{*1}	$n_d + 1$	$n_d + 1$
	TMCC	$n_c + 5 \times n_d$	$4 \times n_c + 20 \times n_d$
	AC1	$2 \times N_s$	$8 \times N_s$
	AC2	$4 \times n_d$	$19 \times n_d$
Carrier Modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM, DQPSK		
Number of Symbol per Frame	204		
Effective Symbol Duration	252 μs	504 μs	1.008 ms
Guard Interval	63 μs (1/4), 31.5 μs (1/8), 15.75 μs (1/16), 7.875 μs (1/32)	126 μs (1/4), 63 μs (1/8), 31.5 μs (1/16), 15.75 μs (1/32)	252 μs (1/4), 126 μs (1/8), 63 μs (1/16), 31.5 μs (1/32)
Frame Duration	64.26 ms (1/4), 57.834 ms (1/8), 54.621 ms (1/16), 53.0145 ms (1/32)	128.52 ms (1/4), 115.668 ms (1/8), 109.242 ms (1/16), 106.029 ms (1/32)	257.04 ms (1/4), 231.336 ms (1/8), 218.464 ms (1/16), 212.058 ms (1/32)
Inner Code	Convolutional Code (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)		
Outer Code	RS (204,188)		

*1: The number of CP includes CPs on all segments and a CP for higher edge of whole bandwidth.

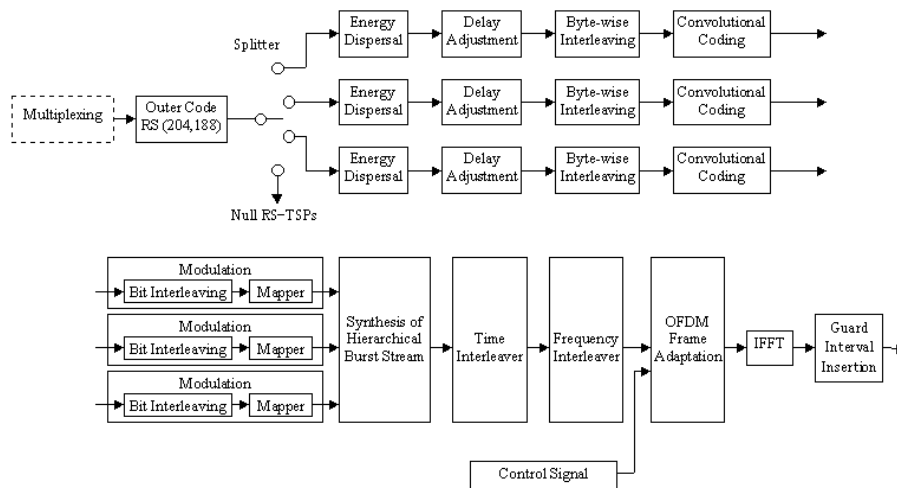
[표 3-4] 6MHz ISDB-T 신호의 세그먼트 당 정보 전송률

Carrier Modulation	Convolutional Code	Number of Transmitting TSPs*1 (Mode 1 / 2 / 3)	Information Rates (kbps)			
			Guard Interval Ratio 1/4	Guard Interval Ratio 1/8	Guard Interval Ratio 1/16	Guard Interval Ratio 1/32
DQPSK	1/2	12/ 24 / 48	280.85	312.06	330.42	340.43
	2/3	16/ 32 / 64	374.47	416.08	440.56	453.91
	3/4	18/ 36 / 72	421.28	468.09	495.63	510.65
QPSK	5/6	20/ 40 / 80	468.09	520.10	550.70	567.39
	7/8	21/ 42 / 84	491.50	546.11	578.23	595.76
16QAM	1/2	24/ 48 / 96	561.71	624.13	660.84	680.87
	2/3	32/ 64 / 128	748.95	832.17	881.12	907.82
	3/4	36/ 72 / 144	842.57	936.19	991.26	1021.30
	5/6	40/ 80 / 160	936.19	1040.21	1101.40	1134.78
	7/8	42/ 84 / 168	983.00	1092.22	1156.47	1191.52
64QAM	1/2	36/ 72 / 144	842.57	936.19	991.26	1021.30
	2/3	48/ 96 / 192	1123.43	1248.26	1321.68	1361.74
	3/4	54/ 108 / 216	1263.86	1404.29	1486.90	1531.95
	5/6	60/ 120 / 240	1404.29	1560.32	1652.11	1702.17
	7/8	63/ 126 / 252	1474.50	1638.34	1734.71	1787.28

*1: The number of Transmitting TSPs (Transport Stream Packets) per one OFDM frame.

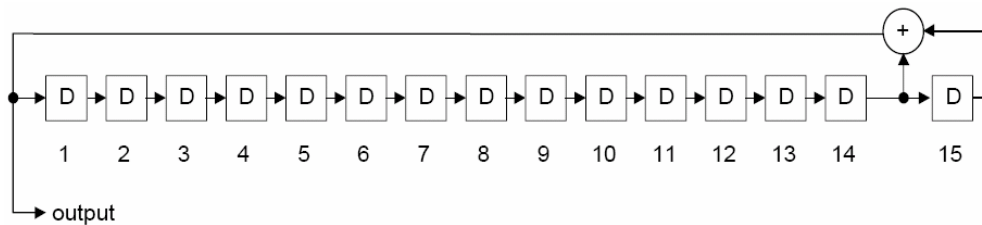
ISDB-T 시스템은 각 계층마다 다른 인터리버를 적용할 수 있기 때문에 각 Byte-wise 인터리빙마다 지연시간의 차이가 발생한다. 이런 지연시간의 조정은 그림 3-2에서와 같이 송신측의 Byte-wise 인터리빙 이전에 이루어진다.

주파수 인터리빙은 Inter-segment 주파수 인터리빙과 Intra-segment 주파수 인터리빙으로 이루어져 있다. Inter-segment 인터리빙은 DQPSK 세그먼트 사이에서와 QPSK, 16QAM, 64QAM 변조 사이에서 이루어진다. Intra-segment 인터리빙의 방식은 랜덤 인터리버이다.



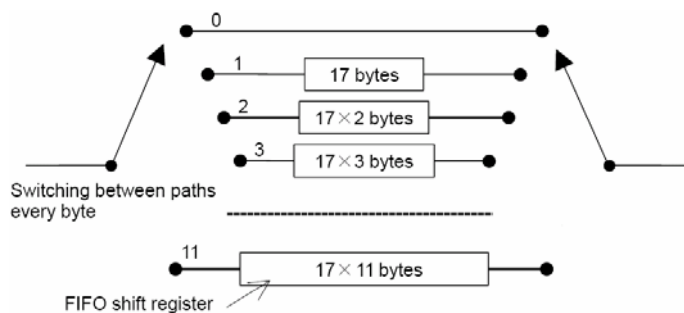
[그림 3-2] ISDB-T 송신기의 채널 부호화 및 변조 블록도

Energy Dispersal 블록은 그림 3-3의 PRBS(Pseudo Random Binary Sequence)를 사용하며 PRBS generating polynomial은 $G(x) = x^{15} + x^{14} + 1$ 이며, 입력되는 모든 byte는 bit 단위로 XOR 연산이 적용된다. 이때 Synchronization byte는 제외되며 PRBS 발생기의 초기값은 100101010000000이며 매 프레임마다 초기화된다.



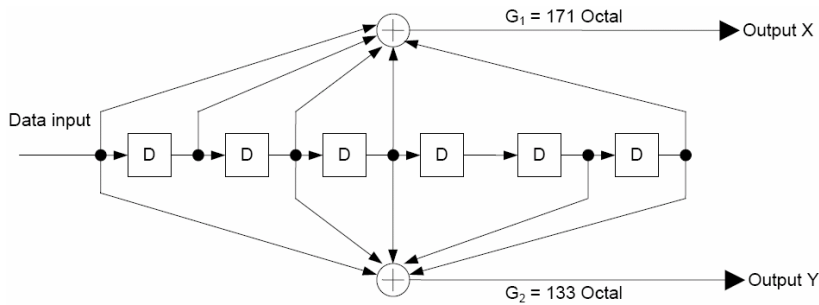
[그림 3-3] Energy Dispersal PRBS 발생기 구성도

Byte Interleaving Circuit의 구조도는 그림 3-4와 같으며 TSP(Transmission Stream Packet)은 204 byte이며 depth는 12byte를 사용한다. 또한 동기 byte 다음에 오는 byte는 delay 없는 경로, 즉 path 0을 지나도록 설정된다.



[그림 3-4] Byte Interleaving Circuit 구조도

ISDB-T 시스템에 내부 부호로 콘볼루션 부호를 사용하며, 그림 3-5와 같다. mother code로 constraint length $k=7$, coding rate $=1/2$, 그리고 generating polynomial $G1=171$, $G2=133$ 을 사용한다.



[그림 3-5] Convolutional Code 블록 구조도

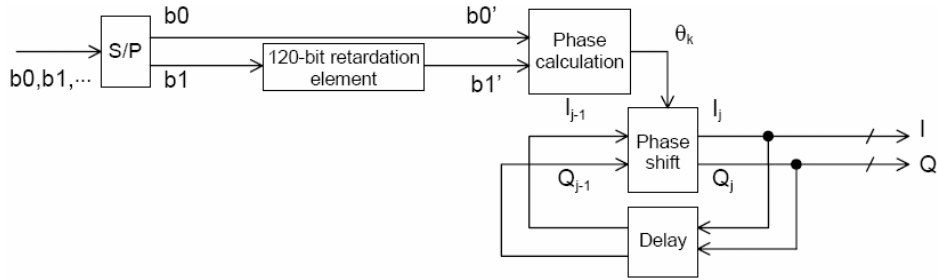
표 3-5의 패턴들이 프레임 동기화에 의해 초기화되도록 puncturing pattern이 초기화되며, 이것은 puncturing pattern들 사이의 동기를 보상해 줌으로서 수신기 신뢰도를 높인다.

[표 3-5] convolutional code의 puncturing pattern

Coding rate	Puncturing pattern	Transmission signal sequence
1/2	X: 1 Y: 1	X1, Y1
2/3	X: 1 0 Y: 1 1	X1, Y1, Y2
3/4	X: 1 0 1 Y: 1 1 0	X1, Y1, Y2, X3
5/6	X: 1 0 1 0 1 Y: 1 1 0 1 0	X1, Y1, Y2, X3 Y4, X5
7/8	X: 1 0 0 0 1 0 1 Y: 1 1 1 1 0 1 0	X1, Y1, Y2, Y3, Y4, X5, Y6, X7

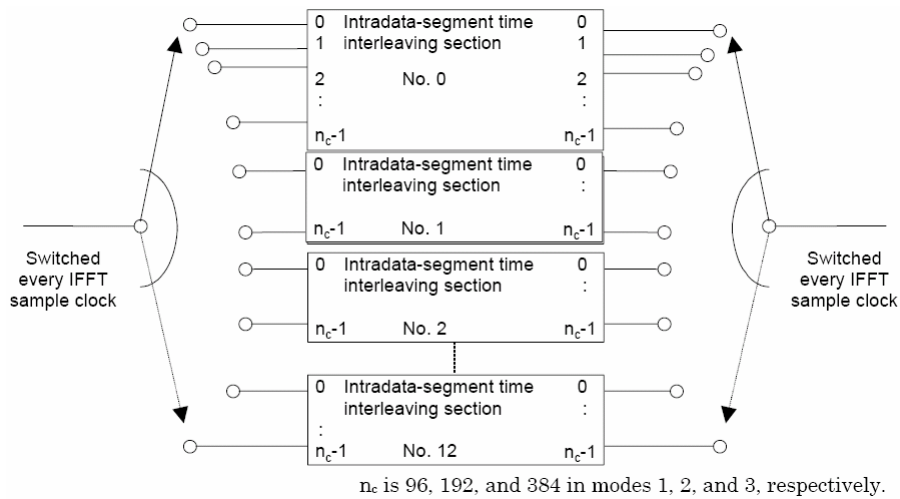
Bit Interleaving의 경우 변조 모드에 따라 다른 구조를 사용한다. 그림 3-6은 $\pi/4$ shift DQPSK 변조 모드에 해당하는 Bit Interleaving 구조도이다. 이 경우 한 symbol은 2개의 bit로 이루어져 있으며, 2개 bit로 S/P 변환 후 bit 단위의 interleaving을 위해 120bit delay 블록이 phase calculator의 두 번째 bit 입력에 배치되어 있다. QPSK 변조 모드의 경우에도 동일하게 구성되며 120bit delay 블록이 QPSK 매퍼 두 번째 bit 입력에 배치되어 있다. 16QAM 변조 모드에서 한 symbol은 4개의 bit로 이루어져 있으며, 4개 bit로 S/P 변환 후 bit 단위의 interleaving을 위해 40bit, 80bit, 그리고 120bit delay 블록들이 16QAM 매퍼 두 번째, 세 번째, 그리고 네 번째 bit 입력에 배치되어 있다. 64QAM에서 한 symbol은 6개 bit로 이루어져 있으며, 6개 bit로 S/P 변환 후 bit 단위의 interleaving을 위해 24bit, 48bit, 96bit, 그리고 120bit delay 블록들이

64QAM 맵퍼 두 번째부터 여섯 번째 bit 입력에 차례로 배치되어 있다.



[그림 3-6] Bit Interleaving ($\pi/4$ shift DQPSK) 블록 구조도

그림 3-7은 Time Interleaving 블록의 구조도를 나타내며, 매핑된 symbol 단위로 interleaving 한다.



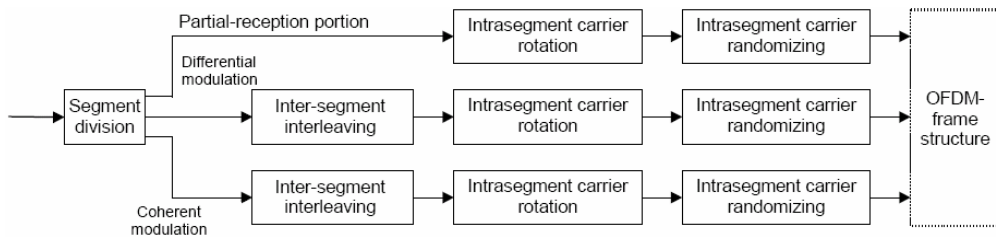
[그림 3-7] Time Interleaving 블록 구조도

Time Interleaving 블록의 intra data segment time interleaving section의 파라미터는 interleaving length = I , $m_i = (i \times 5) \bmod 96$ 이다. 여기서 interleaving depth I 는 hierarchical layer마다 각각 다르게 정해지며, 각 layer 간에는 delay time의 차이를 보상하며 표 3-6과 같이 프레임의 정수배로 떨어지도록 symbol 단위로 delay시켜서 송신한다.

[표 3-6] 모드에 따른 time interleaving 파라미터

Mode 1			Mode 2			Mode 3		
Length (I)	Number of delay-adjustment symbols	Number of delayed frames in transmission and reception	Length (I)	Number of delay-adjustment symbols	Number of delayed frames in transmission and reception	Length (I)	Number of delay-adjustment symbols	Number of delayed frames in transmission and reception
0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	28	2	2	14	1	1	109	1
8	56	4	4	28	2	2	14	1
16	112	8	8	56	4	4	28	2

Frequency Interleaving 블록은 그림 3-8과 같다. 기본적으로 intra-segment carrier rotation과 intra-segment carrier randomizing 블록으로 구성되며, coherent 변조 방식의 경우에 inter-segment interleaving이 추가된다. Inter-segment interleaving 블록은 partial-reception에서는 segment가 하나이므로 사용하지 않으며 변조 방식에 따라 segment 단위로 분리하여 따로 적용한다.

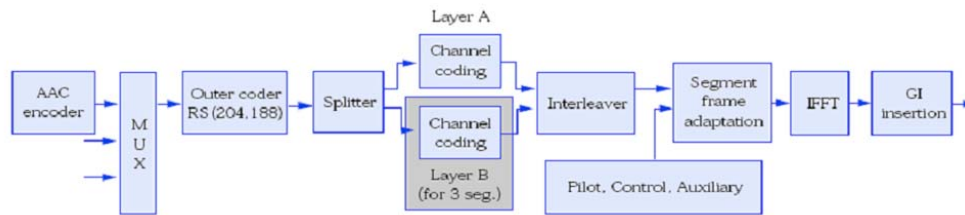


[그림 3-8] Frequency Interleaving 블록 구조도

ISDB-Tn은 ISDB-T 방식 중, 협대역 ISDB-T 방식이다. ISDB-T가 다양한 환경에서 오디오와 TV 서비스가 모두 가능하도록 설계된 방식인데 반해, ISDB-Tn은 오디오 서비스만을 위해 정의되어 있다. ISDB-Tn은 경우에 따라 430kHz(1 세그먼트) 혹은 1.3MHz(3 세그먼트)의 두 가지 대역폭을 사용할 수 있으며 오디오 압축 부호화 방식으로 MPEG-2 AAC(Advanced Audio Coding)를 사용하여 144kbps 정도의 압축률을 유지하면서도 CD 수준의 오디오 음질을 제공한다.

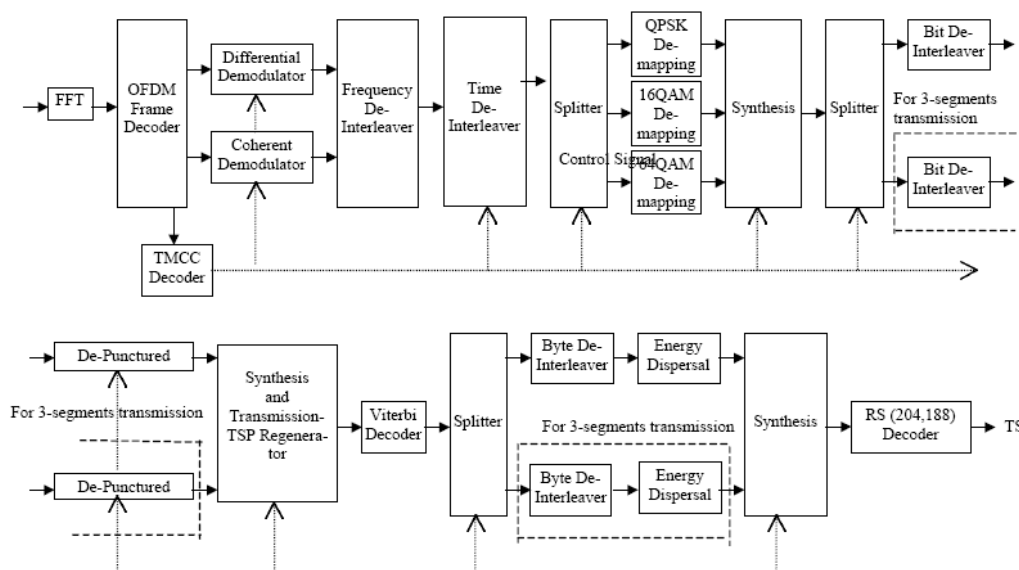
따라서 하나의 세그먼트를 사용하는 경우에 비교적 주파수 효율이 낮은 변조 방식을 사용하고 내부 부호(inner code)의 부호율을 낮추더라도

CD 음질 수준으로 3개의 오디오 서비스가 가능하다. 오류 정정을 위해 내부 부호로 길쌈 부호를 사용하고 외부 부호(outer code)로 RS(Reed-Solomon) 부호를 사용하며 시간 및 주파수 인터리빙을 사용한다. 변조 방식으로는 QPSK, DQPSK, 16QAM, 64QAM을 사용한다. ISDB-Tn 또한 여러 송수신 환경에 적용 가능하도록 3가지 전송 모드를 가지고 있다. 그림 3-9는 협대역 ISDB-T의 송신 시스템 블록도를 나타낸다.



[그림 3-9] 협대역 ISDB-T(ISDB-Tn)의 송신 시스템 블록도

그림 3-10은 ISDB-T 시스템에 적용 가능한 수신기 구조를 나타낸다.



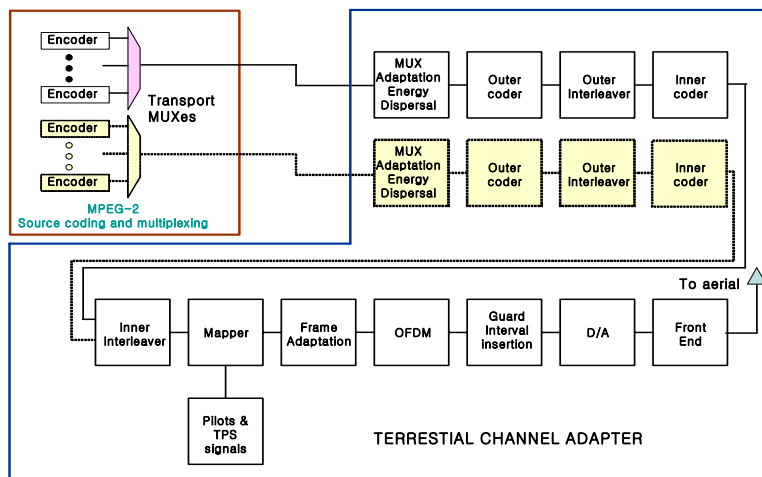
[그림 3-10] ISDB-T 수신기 구조도

4장 DVB-H 시스템 기술분석

1절 시스템 요구사항

방송과 통신의 융합에 따른 모바일 환경으로의 변화에 대비하기 위해 DVB-T 방식을 기반으로 휴대/이동방송 서비스를 하기 위해 DVB (Digital Video Broadcasting)에서 개발한 기술이 DVB-H이다.

DVB-H 시스템은 그림 4-1과 같이 도식화한 DVB-T 시스템을 근간으로 하고 있다. DVB-T는 현재 유럽지역에서 사용되고 있는 디지털-TV 방송규격의 하나이다. DVB-H는 휴대폰이나 휴대용 영상기기 등의 저전력 그리고 이동성, 휴대성 등을 고려하여, 새롭게 개발된 기술기준이며, H는 Handhelds의 의미를 지니고 있다. DVB-T 시스템은 OFDM 변조방식을 이용하여 방송신호를 전송하며, 전송 중에 발생하는 오류 복원을 위해서 Reed-Solomon 코딩을 outer coder로 사용하고, 길쌈 인터리버를 outer 인터리버로 사용한다. 또한, 길쌈 코드를 inner coder로 사용하고, 비트 인터리버를 inner 인터리버로 사용한다. 전송되는 데이터의 양은 변조 방식에 의해 결정되는데, QPSK, 16QAM, 64QAM 중 하나를 사용할 수 있다.



[그림 4-1] DVB-T 시스템 구성도

그러나 DVB-T 시스템은 소형 배터리를 사용하는 휴대형 단말기에 적용하기에는 복조기의 전력 소모가 많은 점, 두 개의 안테나를 이용하는 다이버시티 방식이 아니면 이동 중에는 안정적인 수신이 어려운 점 등이 문제점으로 제기되었다.

DVB-H는 기존 MPEG-2를 사용하는 DVB-T 전송 시스템상에 DVB-H 서비스의 다중화가 가능하여 DVB-T 송신 네트워크와 역호환성을 가진다. 이러한 시스템 및 서비스 요구사항을 만족하기 위한 DVB-H의 구현 목표는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- ① DVB-H 전용 단말기(디스플레이 제외)의 소모 전력은 100mW 이하 일 것
- ② 8MHz를 사용하는 방송 대역에서 15Mbps 이상의 데이터 전송율을 보장할 것
- ③ 주파수 자원의 효율적인 활용을 위하여 대규모 SFN 구현이 가능할 것
- ④ 원활한 이동수신을 보장하기 위해서 고속의 차량에서도 수신이 가능할 것
- ⑤ 단말기의 복잡도 및 사용자의 편의성을 감안하여 다이버시티가 아닌 한 개의 안테나로도 수신이 가능할 것
- ⑥ 송신기 및 중계기, 기지국간의 원활한 Hand-Over가 가능할 것

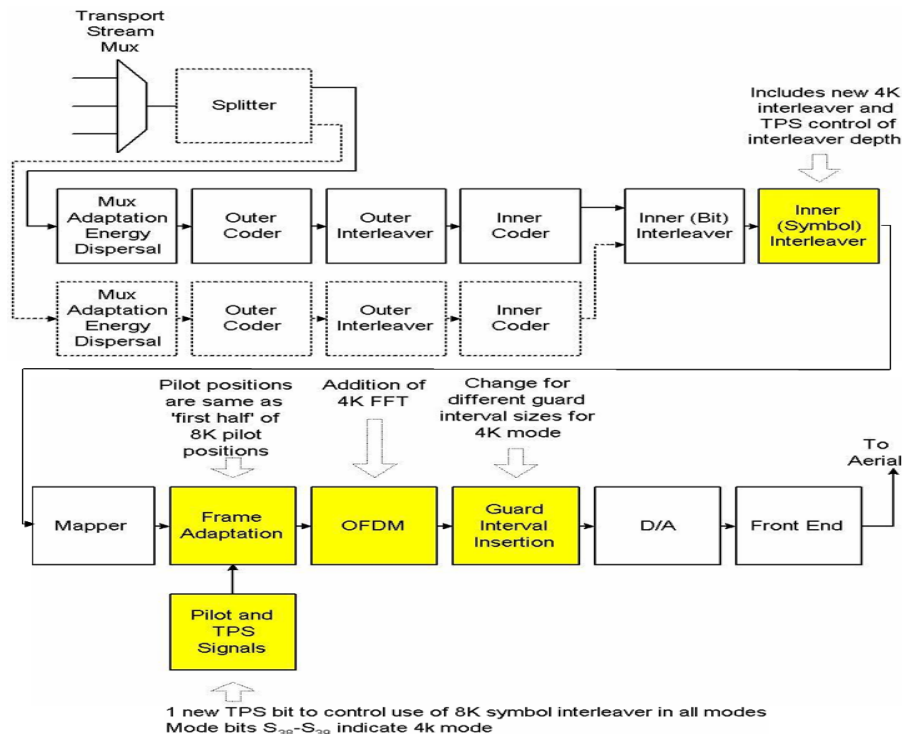
2절 서비스 및 시스템 규격

그림 4-2에 나타낸 바와 같이 DVB-H 시스템은 DVB-T 시스템에 기능을 일부 추가하거나 변경하여 개발되었다. DVB-H는 물리계층을 포함하여 가장 낮은 프로토콜의 계층까지 정의하고 있는데, 여러 서비스의 Time-multiplexed 전송에 근거를 둔 절전 알고리즘을 사용하고 있다. 새롭게 추가되거나 변경된 사항은 크게 표 4-1와 같다.

[표 4-1] DVB-H 주요 기술 요약

Link Layer	<ul style="list-style-type: none"> ○ 타임 슬라이싱(time-slicing) : 단말기의 전력 소모를 줄이고 절전시간동안 사용 중인 서비스를 제공하는 채널들을 인접 셀에서 찾는 hand-over 기능을 제공하기 위한 기술 ○ MPE-FEC(MultiProtocol Encapsulation Forward Error Correction) : 이동 수신에서 C/N 성능과 도플러 성능을 개선하고 임펄스 잡음에 대한 강인성을 높이기 위해 MPE 섹션 데이터로 전송되는 데이터그램에 RS 부호화를 하는 기술
Physical Layer	<ul style="list-style-type: none"> ○ DVB-T의 TPS(Transport Parameter Signaling)의 사용하지 않던 비트를 이용하여 추가 정보를 전송하고 수신기에 튜닝 Parameter를 제공 ○ 4K mode: 이동성과 SFN(Single Frequency Network) 셀 크기 간의 조화를 고려한 4K mode의 추가로 2K 모드와 비교해서 SFN에서 송신기 거리를 2배 늘릴 수 있으며, 8K 모드 대비 이동 수신 시 Doppler Shift에 의한 영향을 덜 받을 수 있도록 함 ○ 이동 수신 성능과 임펄스 잡음에 대한 강인성을 높이기 위한 심볼 인터리버의 추가로 DVB-H 단말기는 8K 모드를 지원하며 8K Symbol Interleaver를 포함

DVB-H 신호와 DVB-T 신호를 구분하기 위해서 물리계층의 Multiplex에 DVB-H Elementary Stream이 존재한다는 것을 알리는 Parameter가 추가되었다. 또한, DVB-T에서 선택 사항이었던 Cell Identifier의 방송이 DVB-H에서는 필수 사항이 되었다. 이 정보가 제공됨으로써 동일한 서비스를 제공하고 있는 인접한 네트워크 셀의 발견이 쉬워진다.



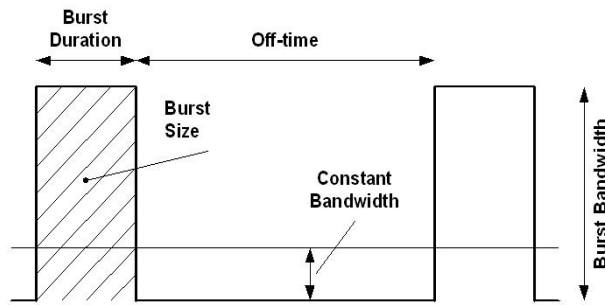
[그림 4-2] DVB-H 시스템 구성도

1. Time Slicing

가. Time Slicing의 개요

Time-Slicing 기법은 수신기가 원하는 데이터만을 선택적으로 받을 수 있도록 하기 위하여, 각 데이터를 구분하여 제한된 시간에서만 Burst로 보내는 방법으로서 DVB-H 시스템에 대한 요구 사항 중 가장 중요한 것 중 하나였던 단말기의 전력 소모를 줄이는 방법으로 제안된 기술이다. 즉, 그림 4-3에 나타난 것처럼 짧은 시간 동안만 데이터를 높은 전송률로 전송하고, 나머지 시간 동안에는 데이터를 전송하지 않도록 함으로써 1) 데이터가 전송되지 않는 시간 동안은 수신기의 RF 및 복조 관련에서의 전력소모를 없애 전원을 절약할 수 있는 기술이다.

1) 더욱 엄밀하게는 송신측에서 데이터를 전송하지 않는 것이 아니라, 수신기가 선택한 데이터가 전송되지 않는다는 의미이다.(즉, 다른 서비스의 데이터는 전송된다.) [그림 4-4 참조]



[그림 4-3] Time Slicing 개념도

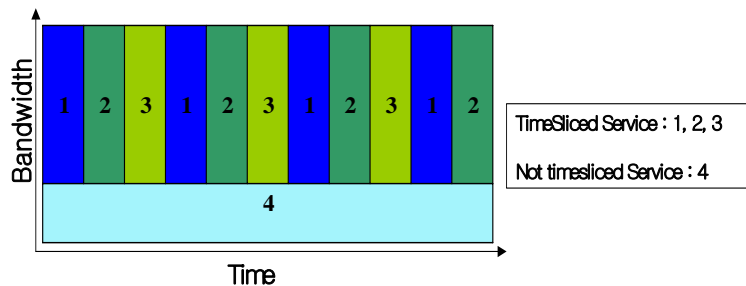
Burst size : 하나의 버스트에 들어가는 Network Layer 비트의 수이다. Network Layer 비트는 payload bit의 일부분으로 구성된다.

Burst Bandwidth : 버스트를 전송하는 동안의 순간적인 비트율

Off-time : 버스트 간의 시간

Constant Bandwidth : Time Slicing 기법을 사용하지 않을 때 elementary stream을 전송하기 위한 평균 bandwidth

Time Slicing을 적용한 서비스를 그림 4-4와 같이 구성해 볼 수 있다. 이 방식을 사용하여 MPE 및 MPE-FEC 섹션 데이터를 여러 개의 burst의 연속으로 데이터를 전송하도록 하여 수신기는 자신이 수신해야 하는 burst가 전송되는 동안만 데이터를 수신하는 형태로 서비스를 구성하는 것이 가능하다.

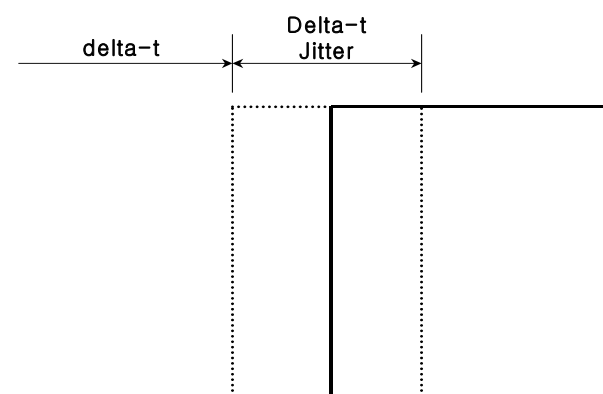


[그림 4-4] Time slicing 서비스 예

Time Slicing 기법을 사용하기 위하여 수신기는 다음 burst의 시작 시간을 알고 있어 다음번 burst가 시작되기 이전에 수신할 준비를 하여야 한다. 이를 위해서 현재 burst와 다음 burst 사이에 존재하는 상대적인 시간 차이를 매 MPE 섹션 헤더에 포함시켜 전송하는 delta-t 기법을 사

용한다.

그런데 실제로 하드웨어를 이용하여 Time-slicing 기능을 구현하여 회로에 전원을 인가하면 즉시 수신 기능이 동작하지 않는다. 즉, 그림 4-5에 점선으로 나타낸 것처럼 실제 off-time과 burst duration 사이의 간격인 Δt 에 일정한 크기의 jitter가 존재하게 된다. 따라서 전원의 on/off를 자주할 경우 이러한 jitter로 인해 실제로 데이터를 수신하는 시간 외에 전원을 공급하고 회로를 동작시켜 수신을 준비해야 하는 시간이 길어져서 전력소모 절감 효과가 감소하게 된다.



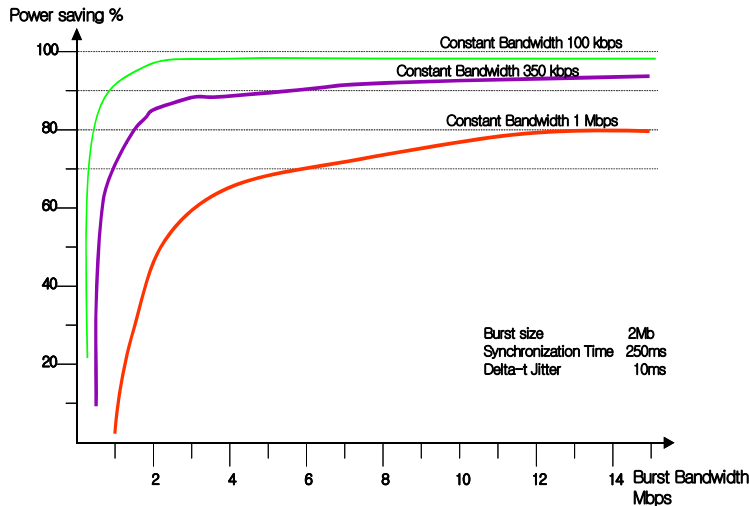
[그림 4-5] on/off 구간 전환에 따른 jitter

이러한 현상은 특히 데이터 전송율이 높아지면 더욱 심하게 발생하므로 결국 DVB-H 시스템의 데이터 전송율을 일정하게 제한하는 요소로 작용하게 된다. 결론적으로 Time Slicing에 의한 전력소모 절감 효과는 다양한 파라미터들을 적절한 조합에 의해 매우 제한된 경우에만 크게 나타나게 된다. 그림 4-6에 몇 가지 구성에서의 전력 소모 절감 효과를 나타내었다.

나. Time Slicing의 효과

DVB-T에서의 연속적인 데이터 전송보다는, DVB-H는 IPDC 캐로절(Carousal)이라고 불리는 패킷방식으로 버스트 구간에서만 데이터를 송신하는 메카니즘을 이용하여 소비전력을 줄일수는 있으나, 프로그램 채널 선택 또는 변경 시 소요되는 시간을 증가시키는 역효과를 나타낼 수도 있다. 즉, Time slicing 적용으로 인하여 프로그램 채널 선택 또는

변경할 경우마다 최악의 경우 해당 프로그램 버스트의 간격동안 시간 지연(버스트 간격에 따라 달라지나 최소 몇 초 이상)이 발생할 수 있다. 즉, 사용자에게는 사용에 익숙하지 않은 서비스 초기에 불만요인이 될 것으로 예상된다.

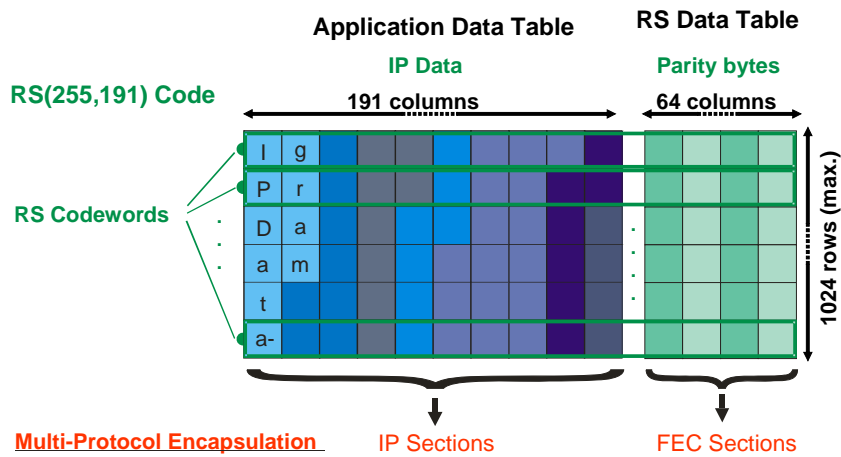


[그림 4-6] Timing Slicing 에 의한 전력 소모 절감의 예

2. MPE-FEC

가. MPE-FEC의 개요

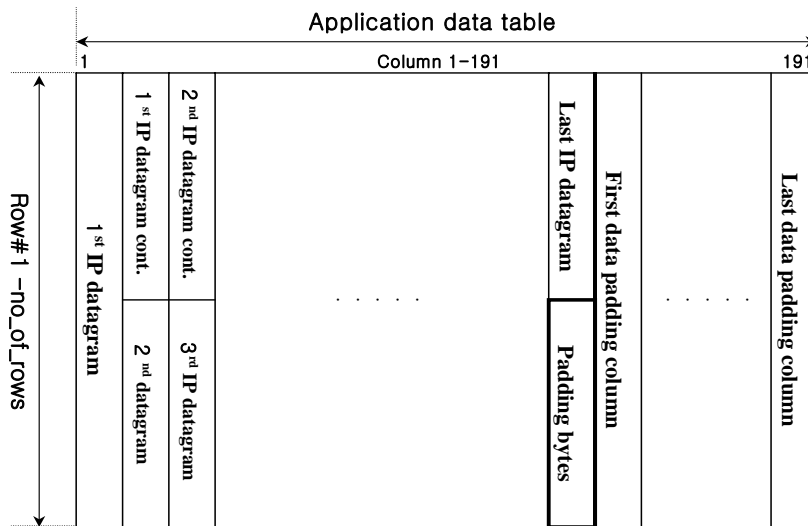
DVB-H의 A/V 데이터는 DVB-T의 데이터 방송규격인 ETSI EN 301 192에 정의된 MPE(Multi-Protocol Encapsulation) 규격에 따라 IP 데이터로 전송된다. 따라서 DVB-H 시스템은 다른 IP 기반 네트워크와 함께 사용될 수 있으며 이는 IP Datacast 시스템의 기능 중에 하나이다. 하지만 기본적으로 가장 낮은 단계에서는 MPEG-2 Transport Stream이 사용된다. 즉 IP 데이터 형태로 된 A/V 데이터는 Multi-Protocol Encapsulation(MPE)이라는 DVB 데이터 방송 사양에 정의된 Adaptation 프로토콜을 통해 MPEG-2 Transport Stream에 포함된다. 이때 이동채널 상에서의 패킷에러에 대응하기 위해 MPE 섹션 레벨에서 약 25%의 overhead를 갖는 RS Forward Error Correction(FEC) 부호화가 추가될 수 있다. 이를 위해 그림 4-7과 같이 추가적인 RS(255, 191, 64) 데이터를 포함하는 데이터 프레임 구조를 사용한다.



[그림 4-7] MPE-FEC 프레임 구조

이 구조는 데이터를 전송 방향에 수직인 열 방향으로 나열하여 프레임을 구성한 후 전송하여 가상의 인터리빙 효과를 얻을 수 있다. 여기서, 행의 수(No_of_rows)는 최대값인 1,024내의 가변적으로, MPE-FEC 프레임의 최대 크기는 약 2Mbit 정도가 된다. 실제 디코딩은 하나의 프레임을 전부 다 수신하여야만 가능하므로 열의 크기를 증가시키면 수신기에서 지연 시간과 프레임 저장을 위한 메모리 크기가 증가하게 되어 단말기의 원가를 상승시키는 요인이 될 것이다.

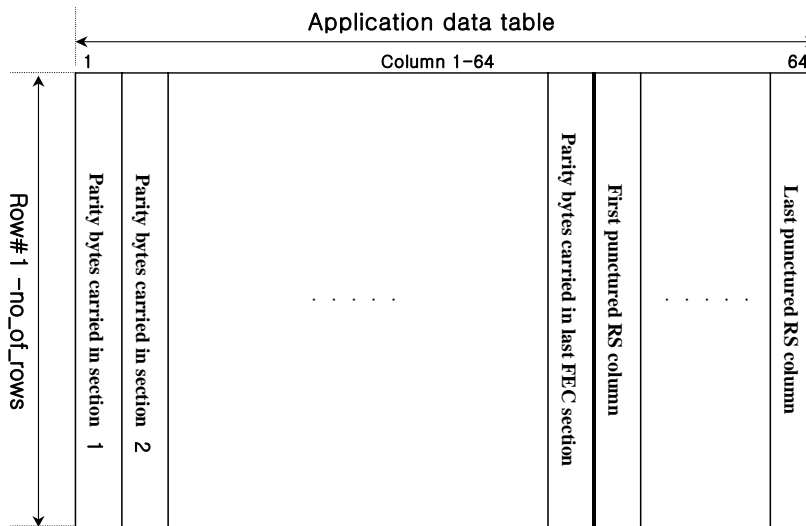
MPE-FEC 프레임에서 데이터 부의 구성 방식을 그림 4-8에 나타내었다. 각각의 데이터그램을 첫 번째 열부터 일정한 크기만큼 수직으로 차례로 채운 후 다음 열로 계속하는 순서로 데이터를 채워나간다. 만약 보내려는 데이터가 191개의 열을 모두 채우지 못하는 경우에는 데이터가 끝난 직후부터 해당 열의 마지막까지 패딩을 하고, 나머지 열들도 모두 패딩한다. 이때, 열 전체가 패딩 데이터로 채워진 열의 개수는 별도로 전송되므로 실제 전송시에는 패딩된 열들은 전송하지 않게 된다.



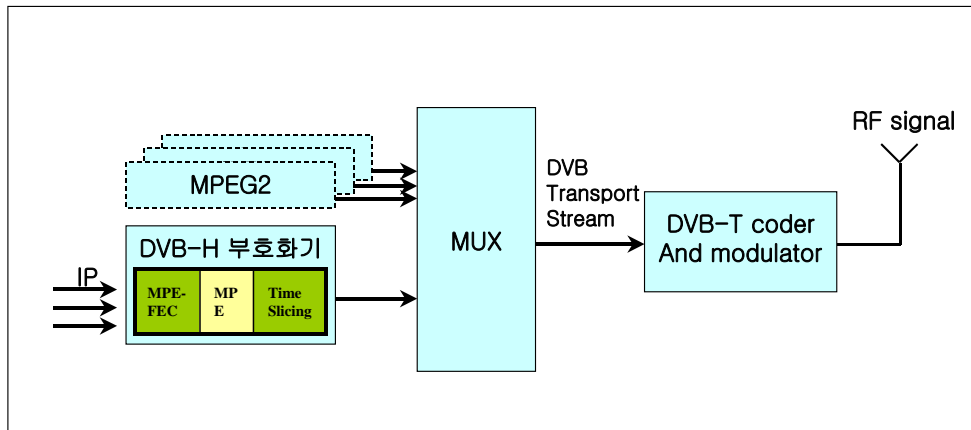
[그림 4-8] MPE-FEC 프레임의 Application 데이터 테이블 구성

RS 데이터 테이블은 그림 4-9에 나타난 것처럼 구성된다. 즉, 데이터로 채워진 각 행의 191 바이트의 데이터에 대해 64 바이트의 RS 코드가 생성된다. 이 때, 우측 하위 열들은 필요시 puncturing 시켜서 전송하지 않게 된다. 그림 4-7에서 그림 4-9에 나타난 것처럼 열(Column) 방향으로 채워진 Application data에 대하여, 191 column의 각 행에 대하여 RS(255, 191) 코딩을 한 후, 열의 방향으로 전송하므로, 가상 인터리빙(Virtual Interleaving)의 효과를 갖게 된다.

송신단에서의 MPE-FEC 처리는 Link 계층의 IP 입력 Stream 레벨에서 MPE를 통해 Encapsulate되기 전에 일어난다. MPE-FEC, MPE 그리고 Time Slicing 기술은 함께 정의되었으며 상호 관련되어 있다. 그림 4-10은 DVB-H의 요소기능을 표현한 DVB-H 부호화 및 송신시스템을 보여준다.



[그림 4-9] MPE-FEC 프레임의 RS 데이터 테이블



[그림 4-10] DVB-H 전송 시스템을 구성하는 코덱과 DVB-T 전송시스템

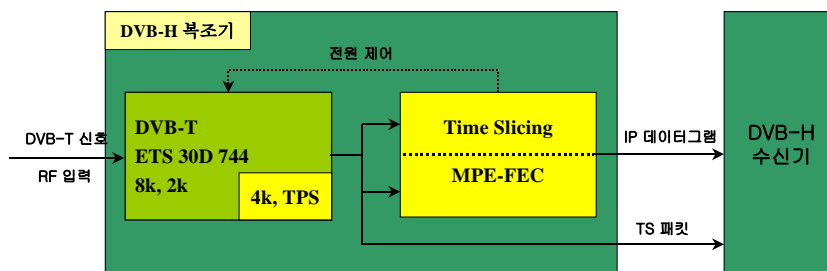
그림 4-11은 DVB-H의 복조기의 구조를 도식화한 것이다. DVB-T 신호를 RF 입력으로 받아서 복조하는 공통부분과 그 출력을 IP 데이터그램이나 TS 패킷으로 받아서 다시 DVB-H 신호만을 복조하는 부분으로 구성되는 것을 볼 수 있다.

다양한 Elementary Stream 형태로 제공되는 IP 입력 Stream들은 Time Slicing 방식에 따라서 Multiplex 된다. MPE-FEC 오류 보호는 각 Elementary Stream에 대해서 개별적으로 계산된다. 그 후에 IP Packet

Encapsulation 및 Transport Stream으로의 삽입과정이 이루어진다. DVB-T 전송 네트워크와의 호환성을 위해 관련된 모든 데이터 처리는 Transport Stream Interface 이전에 이루어진다.

처리 과정을 세부적으로 살펴보면, MPE-FEC는 Reed-Solomon 코드와 Block Interleaver로 구성되어 있음을 볼 수 있다. MPE-FEC Encoder는 DVB-H 코덱의 입력을 포함하는 FEC 프레임이란 특수한 프레임 구조를 생성한다. 그림 4-7에서 보는 바와 같이 FEC 프레임은 최대 1,024개의 행과 255개의 고정 열로 구성된다. 각 프레임 셀은 한 바이트에 해당되며 프레임의 최대 크기는 2Mbit이다.

프레임은 왼쪽의 Application Data Table(191개의 열)과 오른쪽의 RS Data Table(64개의 열)의 두 부분으로 구분된다. Application Data Table은 보호 대상이 되는 서비스의 IP Packet들로 채워진다. 각 행의 Application 데이터에 RS(255, 191)를 적용하면, RS Data Table은 이에 해당되는 RS Code의 Parity 바이트들을 지니게 된다. RS 코딩된 후에, Application Data Table에서 IP Packet들을 읽어내어 MPE 규격에 따라 IP Section에 Encapsulate 한다. 그 다음 RS Data Table에서 행 단위로 Parity 데이터를 읽어내어 별도의 FEC Section에 Encapsulate 한다. FEC 프레임을 쓰고 읽는 것은 세로 방향으로 하고, RS 코딩은 가로 방향으로 하기 때문에 FEC 프레임의 구조는 가상의 Block Interleaving 효과도 준다.



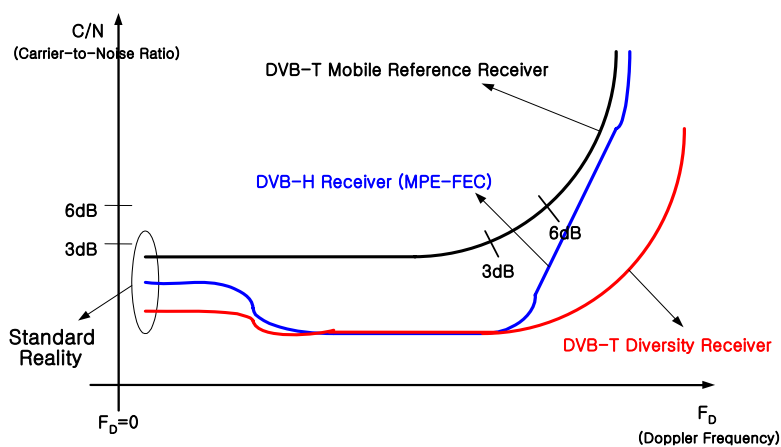
[그림 4-11] DVB-H 복조기 구조

MPE-FEC는 Time Slicing과 직접적인 연관성이 있다. 두 기술은 모두 Elementary Stream 레벨에서 적용되며, 하나의 Time-slicing Burst는 하나의 FEC Frame의 내용을 포함한다. 이것은 수신기 Chip이 메모리를 재활용할 수 있게 한다. 각 Burst의 IP 데이터와 Parity 데이터를 분리하여 전송함으로써, 수신기에서의 MPE-FEC Decoding을 선택사항으로 만들어, 역방향 호환성이 유지된다. 즉 기존의 DVB-T 수신기는 Parity 정보를 무시하고 Application 데이터만을 처리할 수 있다.

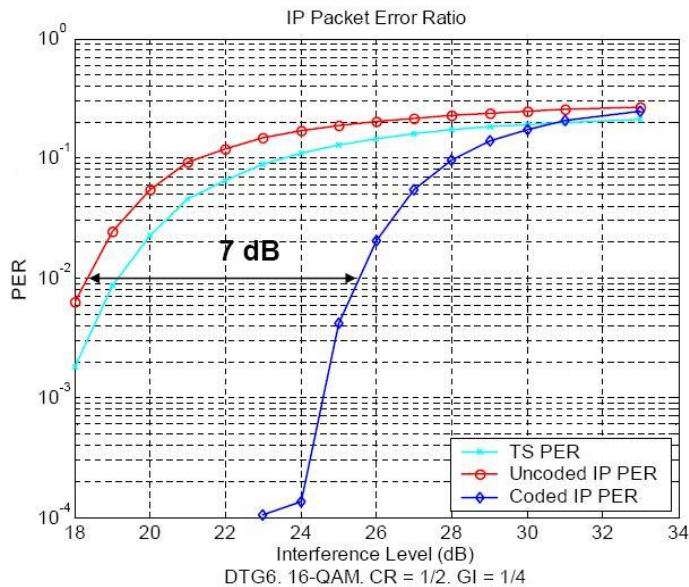
나. MPE-FEC의 효과

MPE-FEC 기술은 Time-slicing 다음으로 DVB-H의 획기적인 기술이다. MPE-FEC는 DVB-T 표준의 물리계층 FEC를 보완한다. 이는 휴대 단말기의 수신 S/N 요구사항을 완화하는 역할을 한다. MPE-FEC를 적용하였을 경우의 C/N 상승효과는 그림 4-12와 같이 도플러 주파수에 따라 비교해 볼 수 있다.

그림 4-13과 같이 MPE-FEC 관련 전산모의 실험결과, 이를 사용할 경우 DVB-T보다 7dB 정도 이득이 발생한다.



[그림 4-12] MPE-FEC 적용시 C/N 개선효과



[그림 4-13] MPE-FEC 임펄스 노이즈 개선 효과

MPE-FEC를 사용함으로써 DVB-T의 경우에 비해 동일한 구성에서 25%의 추가적인 오버헤드가 발생하며, 단말기의 복잡도는 약 20% 정도 증가할 것으로 예상되고 있다. 추가적인 25% 오버헤드는 MPE-FEC(255, 191 t=64)에 사용되는데 이 경우 6MHz 대역에서 4K 모드로 DVB-H의 2/3코딩율, 1/4 GI, 16QAM 변조방식으로 8Mbps의 전송율이 6Mbps의 전송율로 낮아지게 된다. RS 코드의 추가 사용에 따른 오버헤드의 증가는 convolutional code rate 을 낮게 적용하여 상쇄시킬 수 있다.

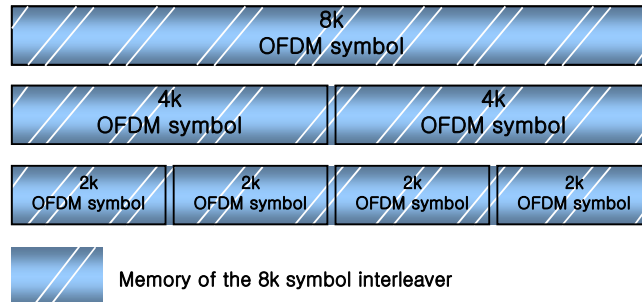
정지 상태 또는 천천히 움직이는 상태, 일정한 속도 내에서는 기존의 DVB-T에 비해 DVB-H가 비교우위에 있으며, MPE-FEC의 적용은 다이버시티 안테나를 사용한 것과 유사한 수신성능 향상을 가져온다.

3. 4K 모드

가. 4K 모드의 개요

DVB-T 시스템은 OFDM 전송 방식에서 사용하는 FFT 크기에 따라 2K 모드와 8K 모드를 선택할 수 있었다. DVB-H 시스템은 여기에 두 방식의 중간인 4K 모드를 추가하여, 이동 수신율 성능 및 SFN망의 크기

면에서 두방식을 절충하였다. 그림 4-14에서 3가지 네트워크 모드와 관련하여, 다양한 Symbol Interleaving 모드 방식이 정의되어 있다. 사양을 충족시키는 DVB-H 단말기는 8K 모드를 지원하며 8K Symbol Interleaver를 포함한다.



[그림 4-14] DVB-H의 3가지 네트워크 모드

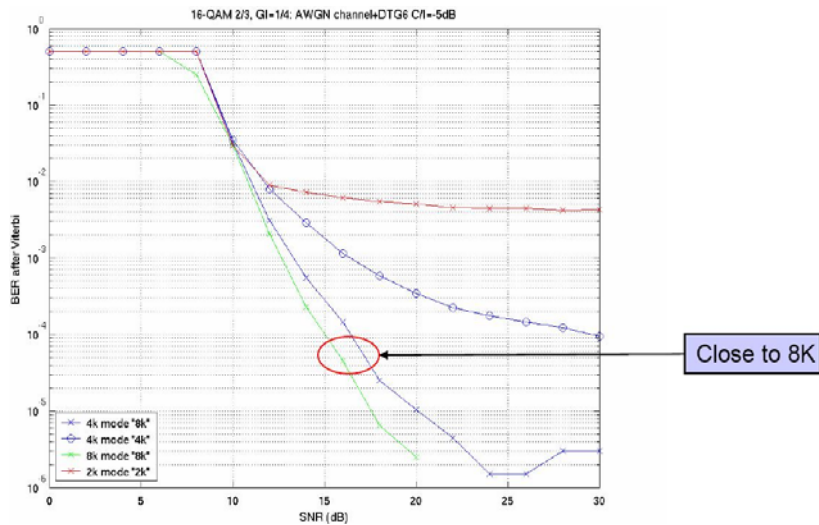
따라서 세 가지 네트워크 모드에 대해서 8K Symbol Interleaver의 큰 메모리를 사용하고자 하는 것은 당연한 일이다. 단말기의 Symbol Interleaver는 8K OFDM Symbol에 전송된 데이터를 처리하거나 2개의 4K OFDM Symbol에 전송된 데이터를 처리할 수 있다. 새로운 구성은 유효 메모리를 사용하며 2K 및 4K 모드의 Interleaving Depth를 증가시켜 성능을 향상시킨다. 그림 4-15는 8K 인터리버를 사용하였을 때, 모드 별로 얻을 수 있는 이득을 나타낸다. 만약 유효 메모리가 모두 사용될 경우, 이 방식을 “In-depth Interleaving”이라 하고 각 모드에 해당되는 Symbol Interleaver가 사용될 경우, 이를 “Native Interleaving”이라 한다. 표 4-2는 DVB-H 시스템 규격에서 정해져 있는 전송 모드별 파라미터를 나타낸다.

[표 4-2] DVB-H의 전송 모드별 파라미터

OFDM parameter	Mode		
	2K	4K	8K
Overall carriers (=FFT size)	2,048	4,096	8,192
Modulated carriers	1,705	3,409	6,817
Useful carriers	1,512	3,024	6,048
OFDM symbol durations(μ s)	224	448	896
Guard Interval duration(μ s)	7, 14, 28, 56	14, 28, 56, 112	28, 56, 112, 224
Carrier spacing(kHz)	4.464	2.232	1.116
Maximum distance of transmitters(km)	17	33	67

나. 4K 모드의 효과

DVB-H에서 사용하는 4K 모드에서의 SFN 송신소간 거리는 DVB-T의 2K 모드보다 크고 8K 모드보다는 작다. 2K와 4K 모드에서 인터리버의 깊이가 8K 인터리버가 추가됨으로서 DVB-H의 수신율이 향상된다.



[그림 4-15] 8K 인터리버 효과

4K 모드는 두 가지 방식의 장점을 조합하기 위한 것으로 2K 모드의 우수한 이동 수신 성능과 8K 모드의 넓은 셀 크기의 장점을 적절히 조화

시키기 위한 모드이다. 즉, 동일한 시스템 구성에서 4K 모드는 8K 모드보다 수신 가능한 이동 속도가 2배 정도 빨라지는 반면, 단일 중계기로 서비스할 수 있는 셀의 크기는 2K 모드보다 2배 커지는 효과를 얻을 수 있다.

4. Extended TPS(Transmission Parameter Signaling)

TPS(Transmission Parameter Signaling) 비트들은 해당 Multiplex에 포함된 DVB-T 전송방식에 관한 기본 정보를 전달하기 위한 멀티플렉스 차원에서의 신호전송 수단이다. TPS 비트들은 낮은 C/N에서도 검출이 가능하며, SI 정보 또는 MPE 헤더로 전송되는 데이터경우보다 더 짧은 시간내에 복조도 가능한 특징이 있다. DVB-H는 기존 TPS의 비트들을 확장하는 기능을 갖고 있다. DVB-H는 기존 DVB-T에서 사용하는 TPS 정보와 기존 DVB-T의 TPS 비트 중 비어있는 자리를 이용하여 Time Slicing, MPE-FEC, 4K Mode 사용여부 등의 서비스 정보를 단말기에 알려준다.

[표 4-3] TPS 비트 정보

S48	S49	DVB-H signaling
0	×	Time Slicing not used
1	×	Time Slicing used = DVB-H*
×	0	MPE-FEC not used
×	1	MPE-FEC used*
* at least in one elementary stream		

표 4-3와 같이 두 개의 비트를 이용하여 해당 Multiplex 내에 Time Slice된 DVB-H elementary 스트림이 존재하는지 여부와 MPE-FEC 기술이 사용된 elementary 스트림이 사용되고 있는지에 대한 정보를 제공한다. 또한 기존 DVB-T에서 사용하던 TPS 비트들 중에서 DVB-H로 영향을 주는 비트들은 표 4-4와 같다.

[표 4-4] DVB-T에서 DVB-H로 영향을 주는 TPS 정보비트

TPS 비트위치	정보명	설명
S17~S22	Length Indicator	사용되는 TPS 비트수를 S17을 포함하여 계수한 값으로 DVB-H에서는 “100001”로 세팅(i.e. 33TPS 비트)
S27~S29	Hierarchy Information	In-depth 인터리버와 계층변조가 사용될지 여부를 표시 S27 : Φ (native 인터리버)/1(in-depth 인터리버) S28~S29 : 00 : 계층변조사용 안함 01 : 계층변조사용, $\alpha=1$ 10 : 계층변조사용, $\alpha=2$ 11 : 계층변조사용, $\alpha=3$
S38~S39	Transmission mode	00 → 2K mode 01 → 8K mode 10 → DVB-H에 따름(Annex F) 11 → Reserved
S40~S47	Cell Identifier	DVB-T에서는 선택사항이나 DVB-H에서는 필수사항임

3절 문제점 및 진화 방향

1. MPE-FEC 프레임의 문제점

- MPE-FEC Frame은 최대 1,024개의 행과 255개의 고정 열로 구성되며 수신기에서 디코딩은 하나의 프레임을 전부 다 수신하여야만 가능하므로 행의 크기를 증가시키면 수신기에서 지연 시간이 커지고 프레임 저장을 위한 메모리 크기가 증가하게 되어 단말기의 원가가 상승함
- MPE-FEC를 사용함으로써 DVB-T의 경우에 비해 25%의 오버헤드가 발생하며 6MHz 대역에서 4K 모드, 코딩율 2/3, 1/4 GI, 16QAM 변조방식을 적용할 때 8Mbps의 전송율은 6Mbps로 낮아지게 됨
- 단말기의 복잡도는 약 20% 정도 증가 예상됨

2. Time-slicing의 문제점

- DVB-T는 연속적인 데이터 전송 방식을 사용하나, DVB-H는 IPDC 캐로절(Carousal)이라고 불리는 패킷방식으로 버스트 구간에서만 데이터를 송신하는 메카니즘을 이용하여 소비전력을 줄일 수는 있으나, 프로그램 채널 선택 또는 변경 시 소요되는 시간을 증가시킴
- Time slicing 적용으로 인하여 프로그램 채널을 선택 또는 변경할 경우마다 최악의 경우 해당 프로그램 버스트의 간격동안 시간지연(버스트 간격에 따라 최소 몇 초 이상)이 발생할 수 있음

3. 진화 방향

가. CBMS (그림 4-17 참조)

- 방송망 쪽과 휴대형 수신 단말 쪽은 개발이 완료되었으나, 이동통신망과의 연동쪽이 현재 논의 중임
- DVB-H는 방송망과 이동통신망이 결합된 유료서비스로 보고 있음
- DVB-H의 다음 단계는 CBMS(Convergence of Broadcast & Mobile Service)로 예상함

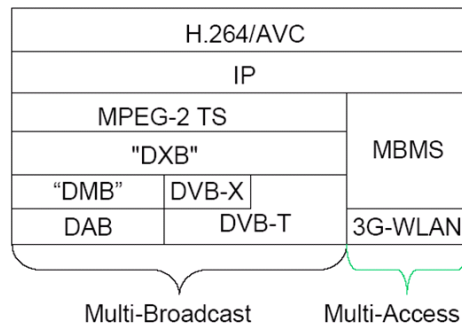
나. DxB Project (그림 4-16 참조)

- MMB 서비스를 위한 DAB 업그레이드
- DAB를 위한 IP기반 분산서비스와 DVB-H와 3G를 조화
- 비디오(H.264/AVC)와 오디오 코덱 최적화
- 추가적인 FEC 최적화
- 최적의 인프라구조 연구 (DAB vs. DVB-T)
- 최적의 오퍼레이팅 변수 연구
- 모바일 환경에서의 테스트
- WorldDAB와 DVB에서의 표준화

다. DxB 개념 (그림 4-16, 4-17 참조)

- DAB와 DVB-T/DVB-H의 결합

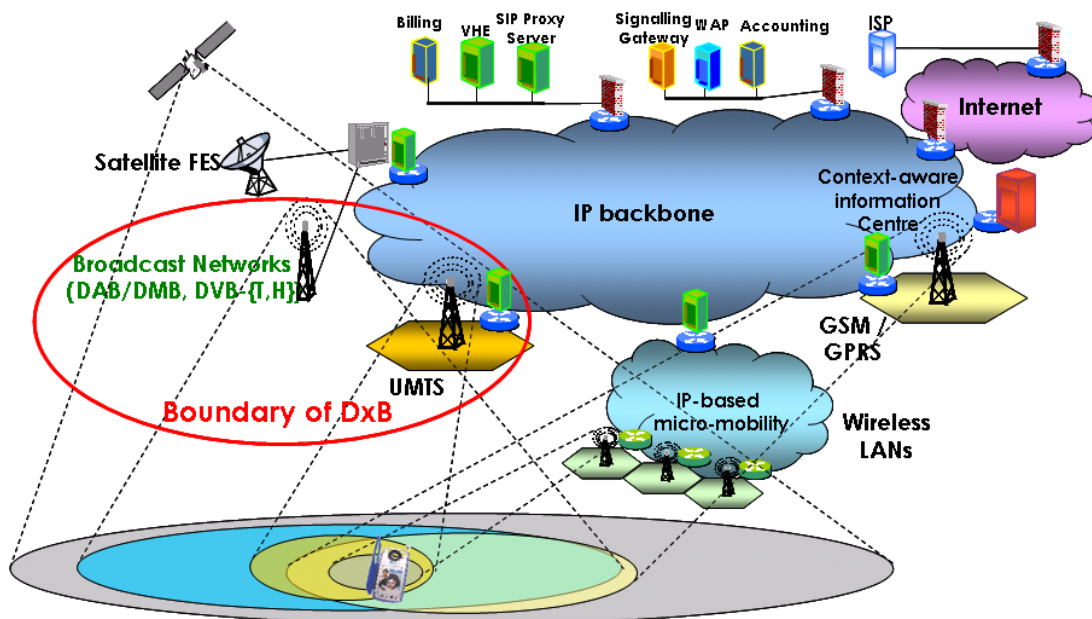
- DVB-T와 DAB의 물리계층을 유지함
- DAB를 DMB로 업그레이드
- MPEG-2 TS를 공용 트랜스포트 계층으로 사용
- IP를 공용 프로토콜 계층으로 사용
- H.264/AVC를 공용 비디오 코딩 계층으로 사용



R. Schäfer

Wireless Communication an Applications – Berlin, 15.10.2004

[그림 4-16] Convergence of DXB and MBMS
(Multimedia Broadcast Multicast Service)



[그림 4-17] Convergence of Comm. & Broadcast

5장 FLO 시스템 기술분석

1절 시스템 요구사항

기존의 CDMA나 GSM 무선망의 데이터 전송 속도는 멀티미디어 방송 서비스와 데이터 방송 서비스에 대한 요구를 만족시키기에는 한계를 가진다. 최근에 휴대 인터넷이나 가입자별 가변 전송 속도를 지원하는 기술에 대한 다양한 표준화가 진행 중이나 멀티미디어 스트리밍 서비스를 구현하기에는 이동 수신 성능이나 비용에서 한계를 가진다. 이에 따라 이동 멀티미디어 방송 시스템을 구현할 수 있는 전송 규격으로 T-DMB, DVB-H 등이 기존의 DAB, DVB-T 전송 규격을 기반으로 개발되었다. 한편, FLO (Forward Link Only) 기술은 휴대 전화망과 독립적인 디지털 멀티미디어 방송에 최적화된 물리 계층과 네트워크 계층 구조를 목표로 하여 미국 Qualcomm사에 의하여 개발되었으며 2005년 1월 미국 내 테스트 베드를 구축하고 시험 방송과 표준화를 위한 시스템 규격화를 동시에 진행하고 있다.

FLO 시스템의 서비스/시스템 요구사항은 다음과 같다.

- 1) 보다 많은 고해상도의 media channels과 향상된 서비스 coverage 제공
- 2) 700MHz 주파수 대역, 6MHz 기본 대역폭 사용
- 3) Flexible channelization in both time and frequency domain
- 4) Virtual Channelization
 - Channels can be dynamically adapted for video quality
 - Per Service QoS
- 5) Streaming audio/video, Non-real time multimedia, 그리고 IP data의 전송에 최적화
- 6) 휴대 전화망과는 독립적인 FLO(Forward Link Only) 네트워크 사용
- 7) 수신기에서 저전력 구현이 가능한 전송 규격

- ~ 4 hours streaming video possible in standard mobile phone with 850 mAh battery
- 8) 높은 throughput
- 9) 사용자 입장에서 빠른 채널 변환 시간 제공 : ~ 1.5 seconds
- 10) 사용자들에게 다음 서비스를 제공한다.
 - Subscription-based service
 - QVGA live streaming video, up to 30 frames per second
 - Clipcasting™-network scheduled media
 - Datacasting
 - Interactive services for two-way exchange
- 11) Possible Mix of High-Quality Services
 - ~ 20 video channels (QVGA, up to 30 fps, H.264, ~300 to 350 kbps) in 6 MHz band
 - ~10 audio streams (AAC+ parametric stereo)
 - 40 -100 clipcast channels (content cached on device; ~ DVR)
 - Arbitrary IP data-casting
- 12) Use Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)
 - Design supports 5, 6, 7, and 8 MHz bandwidths
 - Layered modulation: Base + Enhancement Layers
 - Robust operation at vehicular speeds < 200 km/h, with graceful degradation at even higher speeds

FLO 시스템은 T-DMB, DVB-H와 동일한 OFDM 시스템을 기반으로 하고, 오류정정부호로 Turbo code를 사용하며 다음과 같은 특징을 가진다.

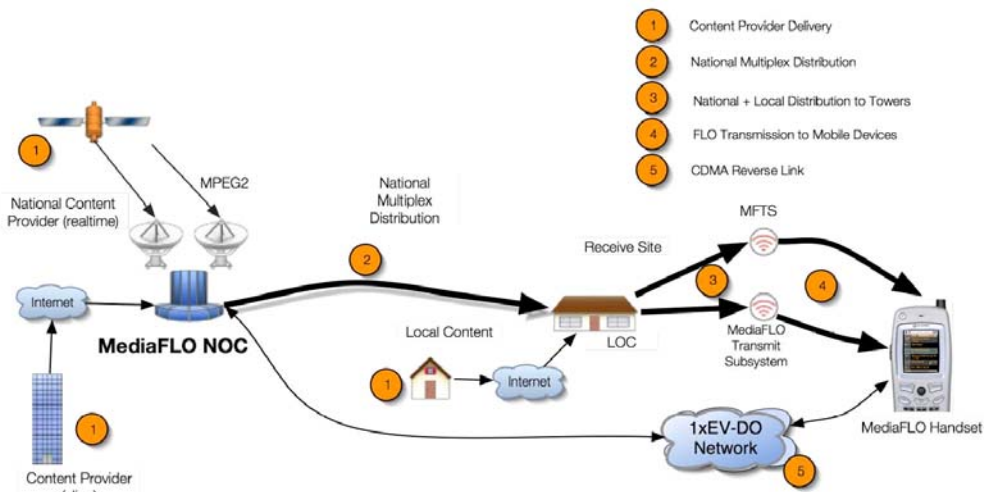
- 1) H.264 baseline video codec, AAC/AAC+ audio codec 사용
- 2) 6MHz bandwidth OFDM system with QPSK/16QAM layered modulation
- 3) Turbo codes/RS codes FEC 사용
- 4) 700MHz UHF 대역 사용

- 5) Flexible channelization in both time and frequency domain
- 6) Streaming audio/video, non-real time multimedia, IP data의 전송에 최적화
- 7) 휴대 전화망과 독립적인 FLO(Forward Link Only) 네트워크
- 8) 수신기에서 저전력 구현이 가능한 전송 규격
- 9) 높은 throughput 효율
- 10) 사용자 입장에서의 빠른 채널 변환 시간 제공

2절 서비스 및 시스템 규격

1. 서비스 네트워크

기존의 무선 휴대 전화망의 한 기지국에 대한 cell 반경은 2Km 이내이나 FLO 네트워크는 반경이 수십 Km 정도의 광역 cell을 가진다. 또한, SFN(single frequency network)을 기반으로 하여 다수의 송신기가 동기화된 전송 신호를 전송한다. 이는 T-DMB 및 DVB-H 등의 SFN 개념과 동일하며, 서비스 모델 개념도는 그림 5-1과 같다.



[그림 5-1] FLO 서비스 모델 개념도

- *NOC : National Operations Center
- *LOC : Local Operations Center
- *MFTS : MediaFLO Transmit Subsystem
- *MCDS : MediaFLO Content Distribution System

FLO 규격은 800MHz 이하의 VHF, UHF 반송파 주파수에 대해서 6MHz의 대역폭을 기준으로 개발되었으나, 서비스 요구 특성에 따라 5, 7, 8 MHz 대역폭으로의 변경이 가능하다. VHF, UHF 주파수는 PCS 대역에 비하여 낮은 대역이므로, 전파 특성이 좋고 적은 수의 송신기로 망 설계가 가능하므로 더 적은 비용으로 네트워크 설계가 가능하다. 물리 계층의 데이터 전송률은 6MHz 대역폭을 기준으로 2.8Mbps에서 11.2Mbps의 전송이 가능하다. 6Mbps로 설정되었을 경우, H.264로 encoding된 20개의 QVGA 비디오 신호(300kbps)를 전송할 수 있다.

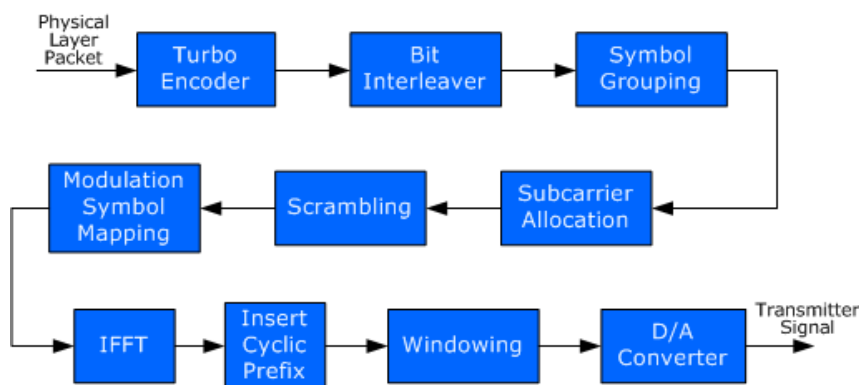
FLO의 channelization 방법은 다른 전송규격과 달리 물리 계층과 네트워크 계층간의 융통성 있는 조합이 가능하도록 설계되어 있다. 실시간 데이터와 비실시간 데이터 서비스가 가변 데이터율을 가지고 MediaFLO Logical Channel (MLC)²⁾상에서 전송될 수 있고, 각각의 MLC는

2) MediaFLO Logical Channel (MLC): 서비스 특성에 따라 독립적으로 부채널이 할당되는

variable rate codec에 의하여 통계적 다중화 이득 (statistical multiplexing gain)을 얻을 수 있다. 또한, 전송 채널 상태가 열악한 경우에 시간/주파수 다이버시티 이득 (time/frequency diversity gain)을 얻을 수 있고, 사용자 수신기가 관심 있는 MLC만 디코딩할 수 있으므로, 수신기의 저전력 구현이 가능하다.

2. 물리계층

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 사용하는 FLO 시스템의 송신단 블록 다이어그램은 그림 5-2와 같다.



[그림 5-2] FLO 송신단 블록 다이어그램

송신단의 입력 data stream은 N개의 substream으로 나누어져 각각의 subcarrier에 병렬적으로 할당되어 전송된다. 각각의 subcarrier는 QPSK 나 16QAM을 사용하여 변조된다.

OFDM 시스템은 전송 심볼의 앞부분에 보호구간으로 cyclic prefix를 적용하므로, SFN으로 구성된 다중경로환경에서 각 송신기가 전송하는 신호의 에코에 의해서 발생하는 심볼간 간섭(ISI)이 존재할 경우 single carrier 방식보다 좋은 수신 성능을 보인다. 또한, 직교성 (orthogonality)

형태를 의미한다. 각 MLC는 몇 개의 슬롯(slot)들이 모인 형태인 블록 단위로 할당된다. 또한 서로 다른 MLC는 각 서비스에 따라 변조와 부호화가 달리 적용된다.

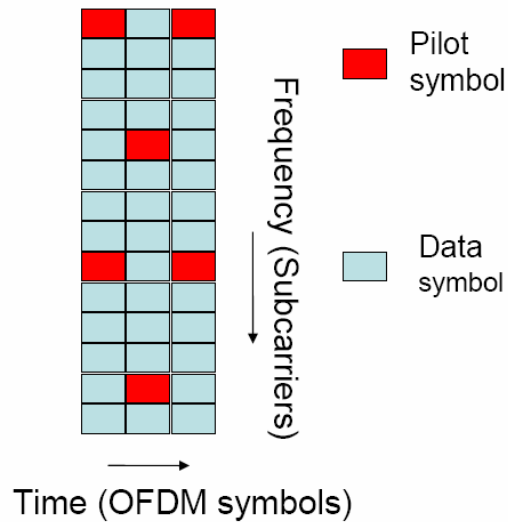
을 가지는 부반송파들을 중첩함으로써 높은 주파수 효율을 가진다.

OFDM 신호 전송을 위한 FFT의 크기는 4096으로 5.55MHz의 대역을 차지한다. 주파수 영역의 96개 guard subcarrier는 전력이 전송되지 않으며 4000개의 부반송파에만 데이터가 할당된다. Subcarrier 간격은 1.355KHz로서 200Km/h 이상의 이동체 속도에서 유발되는 Doppler 효과에 대해서도 주파수 오프셋이 subcarrier 간격 이상으로 발생되지 않도록 설계되어 있다. OFDM symbol 간격은 738 μ sec이며, cyclic prefix는 92.25 μ sec이다. Cyclic prefix의 길이 내에 들어오는 송신 신호의 경로의 길이는 27.7Km이므로, 방송 네트워크 설계 시 방송 cell의 크기를 27.7Km 이내로 하는 것이 요구된다. 표 5-1은 FLO 시스템 파라미터이다.

[표 5-1] FLO 시스템 파라미터

System Parameter	
Subcarrier modulation	QPSK/16QAM
FFT size	4096
No. of guard subcarrier	96
Subcarrier spacing	1.355KHz
Symbol duration	738 μ sec
Cyclic prefix duration	92.25 μ sec

OFDM 시스템에서 pilot 심볼은 수신단에서의 channel estimation을 위하여 데이터와 함께 전송된다. FLO 시스템의 pilot 심볼은 그림 5-3과 같이 주파수 축에서 8개의 서브캐리어마다 한 개씩 pilot이 할당되고 시간축에서 인접하는 OFDM 심볼에 대해서는 4개의 subcarrier offset을 가지고 pilot이 할당된다.



[그림 5-3] FLO 시스템의 pilot 패턴

FLO 시스템의 계층변조는 데이터 스트림을 기본 계층 (base layer)과 보강 계층 (enhancement layer)으로 나누어 source encoding을 수행하고 기본 계층과 보강 계층에 독립적인 오류 정정 부호화를 수행한 후 non-uniform 계층변조를 수행한다. Non-uniform 계층변조를 수행한 신호에 대해서 채널 상태가 좋은 수신기는 두개의 layer를 모두 복호화하여 높은 화질의 방송을 수신할 수 있으며, 채널이 나쁜 상태에 있는 수신기는 기본 계층에 대한 복호화만을 수행하여 기본 화질의 방송을 수신한다.

FLO 시스템의 오류 정정 부호는 outer code로 Reed-Solomon 부호를 사용하고, inner code로 터보 부호를 사용한다. Outer code인 RS 코드는 $(N,K) = (16,12)$ 또는 $(16,14)$ 의 코드가 사용되며 물리 계층의 122 바이트 패킷이 K 개의 열로 존재할 경우 N-K 바이트의 행에 대해서 RS 코딩을 적용한다. 실제 데이터 전송의 순서는 열 방향으로 전송되므로 이와 같은 코딩 방식에 의하여 RS 코딩 후에 인터리빙을 수행하는 효과를 얻을 수 있다. Inner 코드는 CDMA2000 1x와 1xEVDO의 표준에서 사용되는 parallel concatenated 터보 코드를 사용하며 1/3, 1/2, 2/3의 code rate가 사용된다.

3절 문제점 및 진화 방향

1. FLO 표준화 추진 동향

2005년 7월에 휴대폰 단말 메이커 40사와 설립한 FLO forum을 중심으로 표준화 활동 전개하고 있다. 미국 TIA(Telecommunication Industries Association)에서 논의가 진전되고 있으며 2005년 1월에 Air Interface 제안을 마쳤다. 그리고 현재는 ITU-R SG6에서 논의가 진행 중이다.

2006년 11월 현재 FLO forum의 멤버가 60개사(북미 25사, 유럽 17사, 한국 15사, 이스라엘 1사, 일본5사) 이상으로 확대되었으며, 영국에서는 BskyB에 의한 필드테스트의 1 phase가 완료되었다. 대만에서는 CNS와 TTA가 trial system을 건설하여 주파수를 할당 받았고, 일본에서는 ARIB(사단법인전파산업회)에서 표준화 논의를 진전시키고 있다.

3. FLO 서비스 추진 동향

가. 미국

Qualcomm이 전액 출자한 MediaFLO USA Inc.가 700MHz(716-722) 대주파수를 획득하였고, 그 인프라를 사용하여 버라이즌 와이어리스가 2007년 3월 1일부터 미디어 플로어 상용화 서비스를 개시하였다. 이에 대해 MTV와 코미디센트럴 등 미국의 유력 콘텐츠 프로바이더가 MediaFLO상에서 방송 서비스 제공하고 있다.

나. 일본

지상파 아날로그 방송의 종료 후 발생하는 여유주파수 중 700MHz대를 서비스 주파수로 생각하고 있으나, 다른 서비스(ITS, WiMAX 등)가 경쟁하고 있어 획득을 장담할 수 없다. 이에 대해 Qualcomm은 주파수 재분배가 개시되는 2011년까지 기다릴 계획은 없으며, 가능하다면 2009년 중에 일부 지역에서라도 서비스를 개시할 계획에 있다. Qualcomm은 현재 KDDI와 정식으로 파트너십을 맺고 있으며, 소프트뱅크가 MediaFLO 사업검토를 위한 자회사를 설립하였다.

6장 C-MMB 시스템 기술분석

C-MMB(China-Mobile Multimedia Broadcasting)는 중국 광전총국 산하 기관인 방송과학원이 개발, 2006년 10월 표준 기술로 채택된 중국이 자체 개발한 휴대이동방송기술이다. 2.5GHz 주파수 대역에서 초당 25Mb의 전송 속도를 지원한다. TV 채널 20개와 라디오 채널 30개를 방송할 수 있으며 2007년까지 C-MMB 네트워크 구축이 예정되어 있으며 2008년 베이징, 상하이, 톈진, 선양, 칭다오 등에서 방송이 시작될 예정이다.

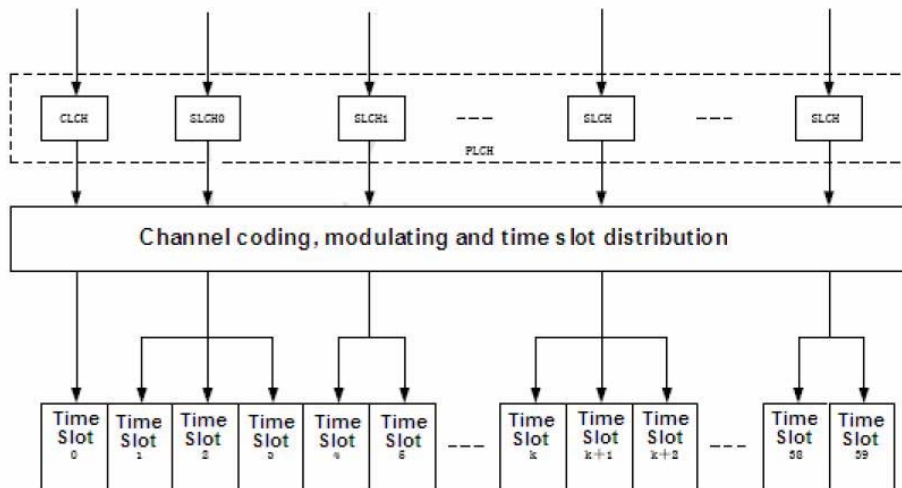
1절 시스템 요구 사항 및 규격

방송 채널 물리 계층 대역폭은 8MHz와 2MHz의 두 가지 선택이 있다. 물리 계층 논리적 채널은 다양한 전송 환경과 서비스가 요구하는 신호 품질을 제공하기 위하여 다양한 코딩과 변조 방식을 지원한다. 또한 전송 방식과 파라미터가 응용 서비스의 특징과 네트워크 환경에 의해 조절 가능하도록 단일 주파수 망(Single-frequency network)과 다중 주파수 망(Multiple-frequency network)을 지원한다. 물리 계층은 서비스 특징과 전송 방식간의 완벽한 일치와 서비스 시 유연성과 비용 효율성을 얻을 수 있도록 다양한 서비스의 조합을 지원한다.

1. 물리계층구조

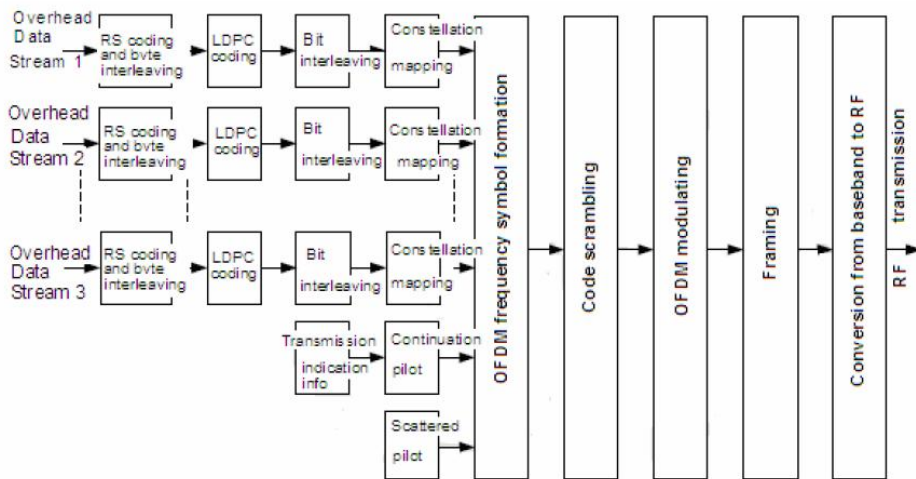
방송채널은 PLCH(Physical layer Logical CHannel)를 통하여 상위 계층 서비스를 제공한다. PLCH는 CLCH(Control Logical CHannel) 또는 SLCH(Service Logical CHannel) 일 수 있다. CLCH는 방송 시스템의 제어 신호를 전송하는데 사용되고, SLCH는 방송 서비스를 전송하는데 사용된다. 물리 계층은 오직 하나의 고정된 CLCH를 가지고 있는데 이것은 Time Slot 0을 사용해서 전송된다. SLCH는 시스템에 따라서 구성되고 각각의 물리 계층에 있는 SLCH의 수는 1개부터 39개까

지 가능하다. 그림 6-1은 C-MMB 방송 채널의 PLCH 구성도이다.



[그림 6-1] MMB 시스템에서 방송 채널 PLCH

물리 계층은 각 PLCH를 분리하여 부호화하고 변조한다. CLCH는 고정된 채널 코딩과 변조 방식을 사용한다. 채널 코딩으로 RS(240, 240)과 LDPC(1/2 코드율)을 사용하고 BPSK 변조 방식을 사용한다. SLCH 코딩과 변조 방식은 시스템 요구사항에 따라 정해진다. 그림 6-2는 PLCH 코딩과 변조 기능 블록도이다.

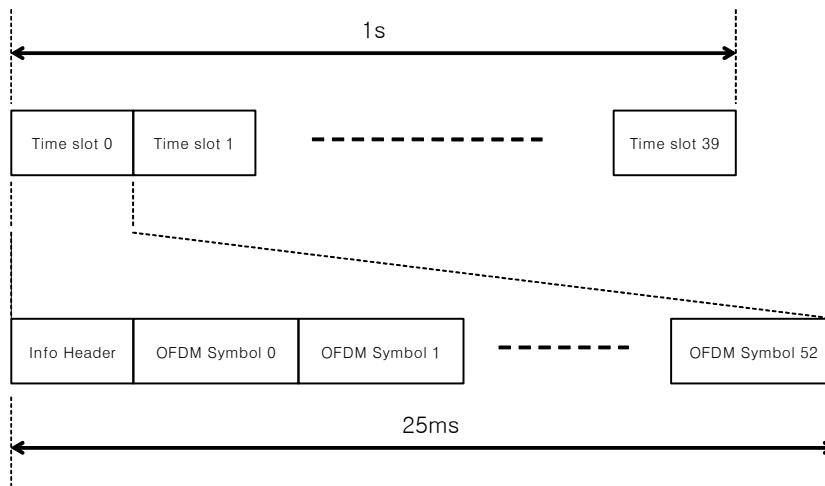


[그림 6-2] 물리 계층 기능 블록도

상위 계층에서부터 오는 입력 데이터 스트림은 FEC 코딩 후에 인터리빙되고 변조된다. 데이터 스트림은 다시 OFDM 변조를 위하여 분산된 파일럿과 연속 파일럿과 합쳐진다. 변조된 신호는 프레임 헤더에 삽입된 후 물리 계층 신호 프레임으로 구성된다.

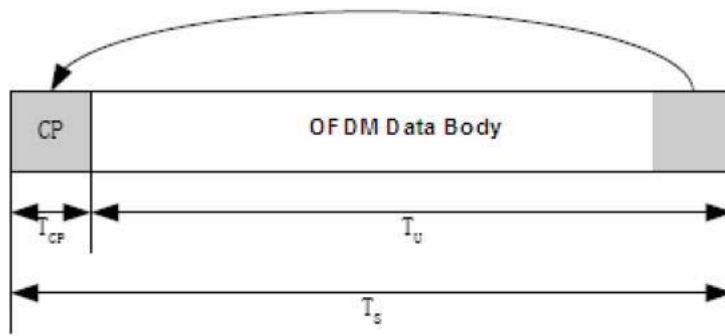
2. 프레임 구조

물리계층 신호는 1초당 한 프레임으로 정의된다. 한 프레임은 40개의 타임 슬롯으로 나누어진다. 각 타임 슬롯의 길이는 25ms이고 1개의 Beacon과 53개의 OFDM 심볼을 포함한다. 그림 6-3은 시간 슬롯에 기본을 둔 프레임 구조를 나타낸다. Beacon은 전송 ID의 메시지(TxID)와 2개의 유사한 동기 신호를 포함한다.



[그림 6-3] 시간 슬롯에 기본을 둔 프레임 구조

OFDM 심볼은 그림 6-4에서와 같이 CP(Cycle Prefix)와 OFDM 데이터 시스템으로 구성되어 있고 OFDM 데이터의 길이(T_U)는 $409.6\mu s$, CP의 길이(T_{CP})는 $51.2\mu s$, OFDM 심볼의 길이(T_S)는 $460.8\mu s$ 이다.



[그림 6-4] OFDM 심볼 구성

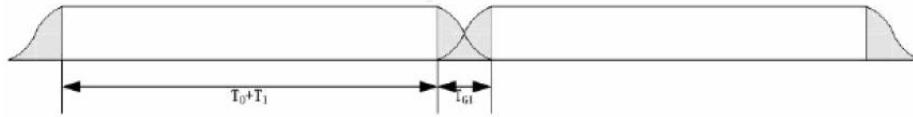
전송된 ID 신호, 동기 신호 그리고 인접하는 OFDM 심볼들은 그림 6-5에서와 같이 GI(Guard Interval)에 의해 중첩된다. GI의 길이(T_{GI})는 $2.4\mu s$ 이다. 윈도우 함수 $w(t)$ 를 인접하는 심볼들에 곱함으로 이전 심볼의 끝쪽 GI는 다음 심볼의 앞쪽 GI와 겹쳐지게 된다. $w(t)$ 를 나타내는 식은 아래와 같다.

$$w(t) = \begin{cases} 0.5 + 0.5 \cos(\pi + \pi t / T_{GI}), & 0 \leq t \leq T_{GI} \\ 0 & T_{GI} < t < (T_0 + T_1) + T_{GI} \\ 0.5 + 0.5 \cos(\pi + \pi (T_0 + T_1 - t) / T_{GI}), & (T_0 + T_1) + T_{GI} \leq t \leq (T_0 + T_1) + 2T_{GI} \end{cases}$$

여기서, T_0 와 T_1 은 각각 데이터의 길이와 CP의 길이를 나타내고 그 값은 표 6-1에 나타나 있다.

[표 6-1] T_0 와 T_1 값

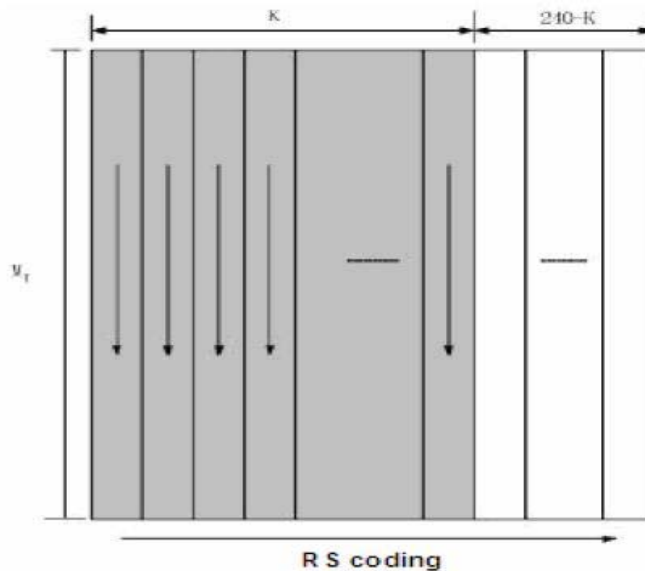
Signal	$T_0(\mu s)$	$T_1(\mu s)$
TxID	25.6	10.4
Synchronous signal	409.6	0
OFDM symbol	409.6	51.2



[그림 6-5] GI의 중첩

3. 오류정정부호

C-MMB에서는 오류정정부호로서 RS 코딩과 LDPC를 사용한다. RS 코드는 240 바이트의 코드 길이를 가지고 RS(240, K) 단축된 코드를 사용한다. 이 RS 코드는 기본 RS(255, M)로부터 생성되고 $M=K+15$ 이다. 여기서 K는 하나의 코드워드 안에 있는 정보 시퀀스의 바이트 수이고, 체크 바이트 수는 $(240-K)$ 이다. RS(240, K) 코드는 $K=240$, $K=224$, $K=192$, $K=176$ 의 4가지 방식을 제공한다. 단축된 코드 RS(240, K)는 다음과 같은 방법으로 부호화된다. 즉, 본래의 RS(255, M) 시스템 코드의 입력 시퀀스를 형성하기 위하여 K개의 입력 정보 바이트에 15개의 “0” 바이트를 붙인다. 그 후 코딩을 통하여 코드 워드를 발생시키고 코드 워드로부터 추가된 바이트를 삭제함으로써 240 바이트 길이의 단축된 RS code가 생성된다. RS 부호화후 바이트 인터리버가 사용된다. 바이트 인터리버는 그림 6-6에 나타나 있다.



[그림 6-6] 바이트 인터리버와 RS(240, K) 코딩

바이트 인터리버는 블록 인터리버로서 바이트 인터리버의 열 (Column) 수는 240으로 고정되어 있고 이것은 RS 코드의 코드 길이와 일치한다. 반면에 인터리빙 깊이는 라인의 수인 M_1 에 의해 결정된다. 바이트 인터리버는 정보 영역(그림 6-6에서 색칠된 부분)과 체크 영역(그림 6-6에서 색칠 안 된 부분)으로 구분된다. RS(240, K)를 사용할 때, 정보 바이트를 절약하기 위하여 바이트 인터리버에서 Column 0 ~ Column (K-1)이 사용된다. 바이트 인터리버에는 표 6-2에서 나타나 있는 바와 같이 세 가지 방식이 있다. 표 6-2에서 $B_f=2MHz$ 인 경우, 인터리빙 모드는 변조방식과 LDPC 코드율에 따라 변한다. 즉, 인터리빙 모드 1은 BPSK의 경우에만, 인터리빙 모드 2는 QPSK의 경우에만, 인터리빙 모드 3은 16QAM의 경우에만 사용된다.

[표 6-2] 바이트 인터리버 파라미터 M_1

		1/2 LDPC code	3/4 LDPC code
Bf = 8MHz	Interleaving Mode 1	$M_1=72$	$M_1=108$
	Interleaving Mode 2	$M_1=144$	$M_1=16$
	Interleaving Mode 3	$M_1=288$	$M_1=432$
Bf = 2MHz	Interleaving Mode 1	$M_1=36$	$M_1=54$
	Interleaving Mode 2	$M_1=72$	$M_1=108$
	Interleaving Mode 3	$M_1=144$	$M_1=216$

RS 부호화되고 바이트 인터리빙된 전송 데이터는 작은 차수의 비트로부터 전송 규격에 따라 각 바이트 별로 8-비트 비트 스트림으로 재구성된다. 그 비트 스트림은 LDPC 인코더의 입력 신호가 된다. 표 6-3은 LDPC 코딩을 나타낸다.

[표 6-3] LDPC 코딩 형태

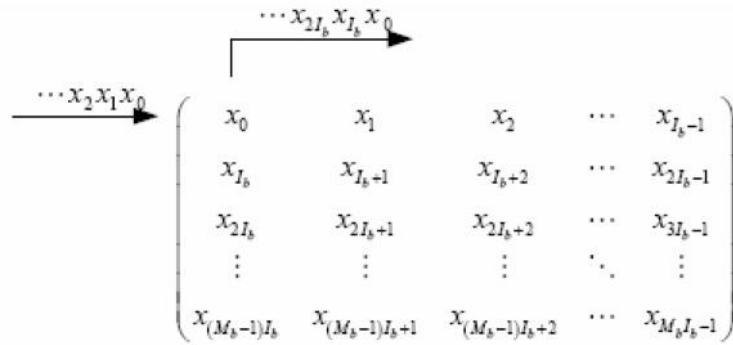
Code rate	Information bit length K	Code word length N
1/2	4608 bits	9216 bits
3/4	6912 bits	9216 bits

LDPC 출력 코드 워드 $C=\{c_0, c_1, \dots, c_{9215}\}$ 는 정보 비트 $S=\{s_0, s_1, \dots, s_{K-1}\}$ 와 체크 비트 $P=\{p_0, p_1, \dots, p_{9215-K}\}$ 로 구성된다. LDPC 부호화된 비트는 비트 인터리버의 입력이 된다. 비트 인터리버는 $M_b \times I_b$ 블록 인터리버를 사용하며 비트 인터리버를 위한 M_b 와 I_b 값은 표 6-4와 같다.

[표 6-4] 비트 인터리버 파라미터

	M_b	I_b
Bf = 8MHz	384	360
Bf = 2MHz	192	144

LDPC 부호화된 이진 시퀀스는 그림 6-7과 같이 위에서 아래로 블록 인터리버의 줄을 채우면 인터리버의 입력이 되고 출력은 왼쪽에서 오른쪽으로 행 별로 나오게 된다.



[그림 6-7] 비트 인터리빙

2절 상용 서비스 현황

- 중국의 신식산업부는 이미 C-MMB에 텔레비전 방송 20개 채널, 라디오 방송 30개 채널과 데이터 서비스용 주파수를 분배한 상태로, 모바일 TV 방송 개시 후에 이용자는 CCTV 1 혹은 CCTV 뉴스 채널을 시청할 수 있으며, 유료 방송 시청도 가능하도록 네트워크 망을 구축하였다.
- 중국 광전총국(SARFT: State Administration of Radio, Film and Television)은 2007년 6월 10일 중국 독자 모바일 TV 표준인 C-MMB의 기술 로열티를 향후 2년간에 걸쳐 면제할 것이라고 밝혔다(Searchina Japan 2007/06/11). 이는 보급률 확대를 노린 것이며 상징적으로 로열티 1위안을 징수할 방침이다.
- SARFT가 발표한 일정에 의하면, 2006-2007년 상반기에는 베이징 지역에서 멀티미디어 방송 네트워크의 구축 테스트와 관련된 설비를 설치하고, 2007년 하반기에는 구체적인 운영 테스트를 실시한다. 2008년 하반기에는 베이징, 상하이, 칭타오, 선양, 톈진, 친황다오의 6개 도시에서 테스트를 실시할 계획이다(Searchina Japan 2007/06/11).

3절 시스템 특성

1. 위성 및 지상파를 통해 전국방송 실현

고성능 S 밴드 위성 신호를 사용하여 중국 전역을 커버하며, 지상파를 통하여 중계기가 동일 주파수, 동일 시간대에 동일 콘텐츠를 중계하는 위성 신호의 음영지역을 줄이고, 무선 이동통신 네트워크를 이용하여 역방향 링크를 구성한다. 위성 망을 이용하여 전국토를 대상으로 서비스를 제공하는 동시에, 5%에 해당하는 도시의 난시청 지역을 지상파가 담당하도록 한다. 이를 통하여 전국토가 단일 방향 및 양방향의 가능한 디지털 이동 멀티미디어 방송이 가능하다.

2. 다양한 단말기·서비스·응용 업무 지원 및 3개 네트워크의 통합

휴대폰 단말기, 차량용 및 선박용 단말기, PDA 단말기, 노트북 컴퓨터 단말기 등 여러 형태의 단말기를 지원한다. 또한 TS와 IP 전송 방식 및 특정 응용 서비스를 지원하며, 비디오, 오디오, 데이터 및 양방향 업무 등의 다중 업무를 지원한다. 한편, 단일 방향과 쌍방향의 상호 결합을 통하여 방송과 이동통신이 융합할 수 있도록 하고, 3개 네트워크가 결합하도록 추진하고 있다.

3. 지적재산권을 가진 원천기술

SARFT의 ABS(Academy of Broadcasting Science, 방송과학원)가 개발한 STiMi(Satellite and Terrestrial interaction Multi-service infrastructure) 시스템을 채택하고 있다. 단말기의 장시간 연속 사용과 다중 경로 수신환경에 강점을 가지고 있는 OFDM 기술을 사용하였으며, 오류 정정 부호로서 LDPC 코딩을 사용하였다. 또한 동일 궤도상의 두 위성 신호와 지상파 신호가 하나의 커다란 단일 주파수 네트워크를 구성하도록 보장함으로써, 지상파 중계기 수를 크게 감소시킬 수 있다. 또한 주파수의 사용 효율을 향상시키고 위성 커버리지를 확대시키어 서비스 커버리지에 대한 원가를 큰 폭으로 낮추었다.

4. 관리 서비스 방식의 개선

과금 형태로는 단방향 방송 방식, 쌍방향 방식, 요금 선불제의 세 가지 방식을 사용하고 있다. 따라서 사용자는 관리와 요금 계산 시스템에 분급 관리 방식을 사용할 수 있고, 결국 방대한 사용자의 수를 지원할 수 있게 된다. 분급 사용 관리와 요금 계산 시스템은 다지역 수신을 지원한다.

5. 경제성

동일한 궤도에 2개의 위성을 사용하여 전국을 커버함으로써, 광역 단일 주파수망을 구축할 수 있으며, 이는 한국과 일본의 시스템이 가지지 못하는 장점이라 할 수 있다. 또한 시스템의 전송성이 우수하며, 데이터 전송률이 한국과 일본 시스템보다 50% 가량 향상되어 있다고 한다. 한편 네트워크 구축 원가가 낮아지면 중계기 네트워크 설비 원가가 한국, 일본의 10%에 불과하다고 강조한다. 그 밖에도 단말기 전력 소모 면에서도 정보 채널 부분의 전력이 한국, 일본 시스템의 10% 수준이라고 강조한다.

7장 A-VSB 시스템 기술분석

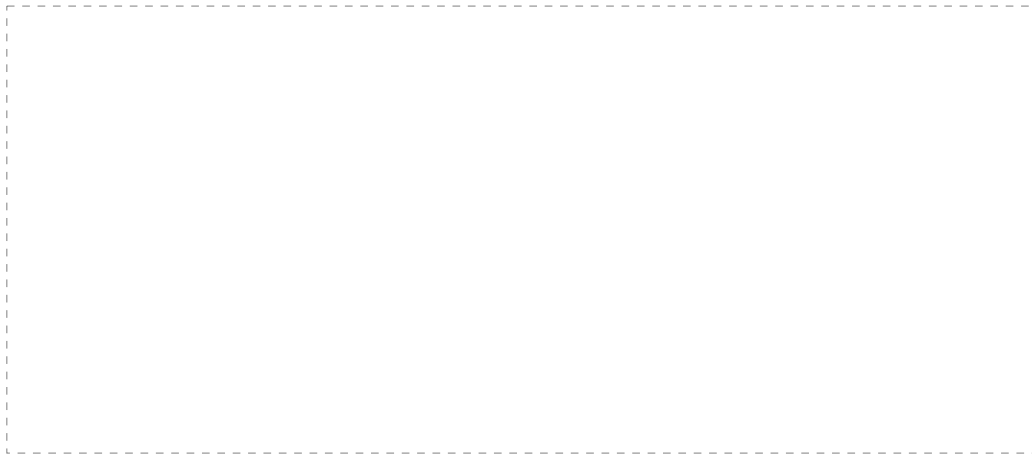
1절 시스템 개념

1. ATSC DTV VSB 시스템의 주요 문제점

미국 지상파 디지털방송 표준인 ATSC가 이동수신에 취약하다는 단점을 보완하기 위해 삼성전자는 모바일TV 표준으로 A-VSB (Advanced-Vestigial Side Band) 시스템을 제안하였다. 미국 지역 방송사들이 기존 지상파 DTV(ATSC) 장비에 기능을 추가하는 것만으로 이동수신 성능을 대폭 향상시킬 수 있다는 것이 이 시스템의 장점으로 부각되고 있다. ATSC DTV VSB 시스템의 주요 문제점들 중에 하나로 일반적인 스트림에서의 높은 TOV (Threshold of Visibility)를 들 수 있다. TOV란 가시성의 한계치를 의미하는데 일반적인 DTV 데이터 스트림에서 가시성의 한계치가 높다는 것이 기존 DTV 시스템의 문제점으로 드러났다. 그리고 동적 다중경로 페이딩 채널에서의 성능 열화를 두 번째 요인으로 들 수 있다. 또한 앞에서 언급한 ATSC가 이동 수신에 취약하다는 단점이 큰 문제점으로 대두되고 있다. 마지막으로 SFN (Single Frequency Network) 단일 주파수 방송망 구축에 기술적인 어려움이 있다는 것이 주요 문제점으로 지적할 수 있다.

2. 제안된 A-VSB 시스템

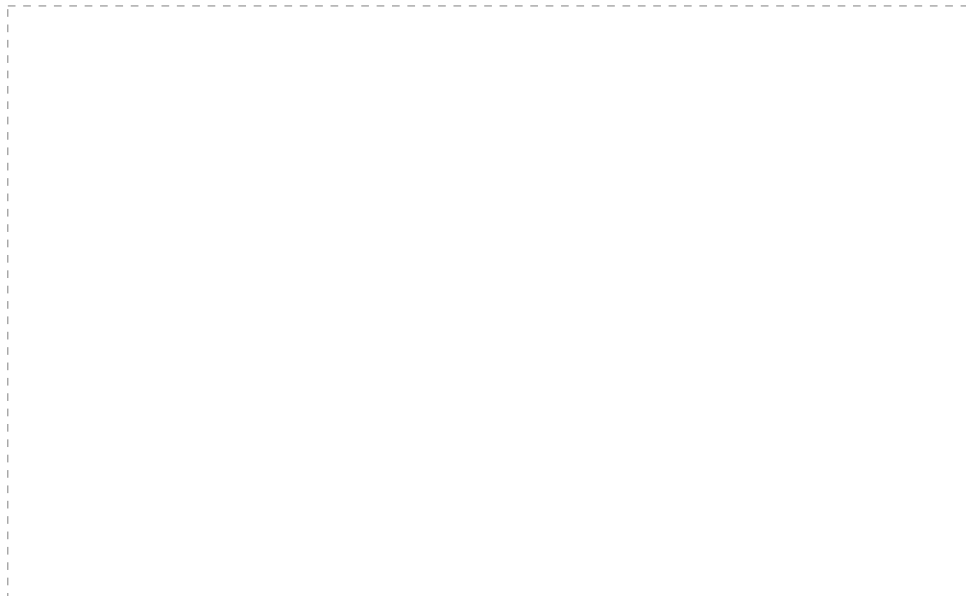
A-VSB는 주파수 대역 활용성이 높고 HDTV 방송이 가능하지만 이동수신이 힘든 미국 지상파 디지털방송 표준 'ATSC'의 취약점을 개선하기 위해 삼성전자가 제안한 휴대이동방송 표준방식이다. 기존 DTV 장비에 전환장치(트랜스미터)만 더하면 지상파 DTV 방송을 휴대이동방송 용으로 송출할 수 있음은 물론이고, 전 지역을 대상으로 단일 전송신호



[그림 7-1] Proposed A-VSB System

를 제공하는 단일 주파수 방송망(SFN) 구축이 가능하다. 제안된 A-VSB 시스템은 크게 그림 7-1과 같이 세 가지로 구분할 수 있다. 첫 번째로 동적 다중경로 페이딩 채널에서의 개선된 수신 성능을 보일 수 있게 하는 SRS (Supplementary Reference Sequence)와 두 번째로 낮은 TOV에서도 동작할 수 있는 STS (Scalable Turbo Stream)과 마지막으로 단일 주파수 방송망 구축을 가능케 하는 SFN (Single Frequency Network)으로 구분할 수 있다.

그림 7-2는 A-VSB 시스템의 개념을 설명해 주고 있다.



[그림 7-2] Concept of A-VSB System

오디오 및 비디오 데이터 신호를 A/V MPEG 코덱에 통과시킨 데이터와 일반적인 스트림을 위한 PSI/PSIP와 서비스 MUX에 멀티플렉싱한 결과를 일반적인 TS라고 한다. 이 TS가 A-VSB 전송 어댑터를 통과하면 Adaptation field가 있는 모든 패킷으로 이루어진다. 또한 오디오 및 비디오 데이터 신호를 Advanced A/V 코덱에 통과시킨 후에 터보 스트림을 위한 PSI/PSIP와 서비스 MUX에 멀티플렉싱한 결과를 터보 TS라고 한다. 이것을 터보 프리프로세서에 통과시킨 것과 앞에서 설명한 Adaptation field가 있는 모든 패킷들과 함께 터보 선행 처리된 packet stuffer를 통과시킨 결과를 분산 전송 중계 네트워크에 전송하게 된다. 앞서 말한 TS를 가지고 데이터 처리하여 분산 전송 중계 네트워크로 전송하는 과정을 A-VSB multiplexer라고 한다. 분산 전송 중계 네트워크에서는 입력으로 전송된 데이터 스트림들을 역할에 맞게 잘 구분하여 고정수신 DTV를 위한 일반적인 스트림으로 또는 휴대이동 수신 DTV를 위한 멀티스트림으로 구분하여 전송하게 된다. 물론 고정 DTV에서 수신된 성능을 분석해보면 A-VSB multiplexer를 통과하지 않은 기존 시스템에 비해 수신 성능이 월등히 향상된 사실을 알 수 있다.

2절 제공 서비스

A(Advanced)-VSB는 미국식 디지털 지상파 TV 기술 가운데 이동수신을 지원하는 기술규격이다. 즉 디지털 지상파 방송을 집 안의 고정된 위치가 아닌 어느 곳에서나, 또 달리는 차 안과 같은 외부에서도 시청할 수 있게 하는 기술이다. 이동수신에 취약한 미국식 디지털 TV 방식을 개선하기 위해 미국 'ATSC'는 TV 제조사와 장비업체, 방송사들과 함께 A-VSB 표준화를 추진해왔다. A-VSB는 디지털 지상파 방송 송출신호에 특정한 추적신호(일명 터보코드)를 함께 실어 보내 수신기가 확실히 받아볼 수 있는 점이 특징이다. 방송사는 A-VSB를 지원하는 방송장비만 도입하면 기존 방송 주파수와 기지국 등 대부분의 설비를 그대로 활용할 수 있다는 점에서 비용이 적게 든다는 게 이점이다. ATSC는 2008년 A-VSB 상용화를 목표로 하고 있으며, 국내에서는 삼성전자가 주도적으로 참여하고 있다. 삼성전자는 지난 'CES 2007' 행사에서 미국 현지 방송사 관계자들을 초청, 자체 개발한 A-VSB 방송시스템을 시연하였다.

삼성전자는 2007년 1월 7일(미국시간), 라스베이거스의 CES (Consumer Electronics Show)에서 지역 방송국이 휴대이동전화나 자동차 TV에 디지털 프로그램을 방송할 수 있도록 하는 A-VSB기술을 공개했다. A-VSB는 기본적으로 건물이나 보도의 통행인 등 다양한 장애물의 간섭으로부터 디지털 방송 스트림 데이터를 격리하는 구조이다.

그림 7-3은 모바일 기기로 A-VSB 강화 디지털 TV를 시청하는 모습을 보이고 있다. 삼성전자는 A-VSB의 중요한 점은 통상의 디지털 방송과 같은 주파수대를 사용하기 위해 도입 비용이 비교적 낮다는 것이라고 설명하고 있다. 방송국 측은 새 기계를 구입하는 것 외에 이동기기에도 확실히 송신할 수 있도록 모바일 신호에 「터보 코드」를 이용할 필요가 있다. 또한 디지털 신호를 모바일용으로 튜닝해 암호 기술 등을 추가할 수도 있지만 여기에는 이미 도입이 끝난 인프라를 이용할 수 있을 예정이다. A-VSB는 기존 디지털 방송과 거의 같은 신호로서 방송국은 기존의 기기와 대역을 사용할 수 있다. 삼성전자는 A-VSB 기술을 2007년 전반기에 표준화 단체에 제출하고 2008년에는 제품을 발매할 계획이다.

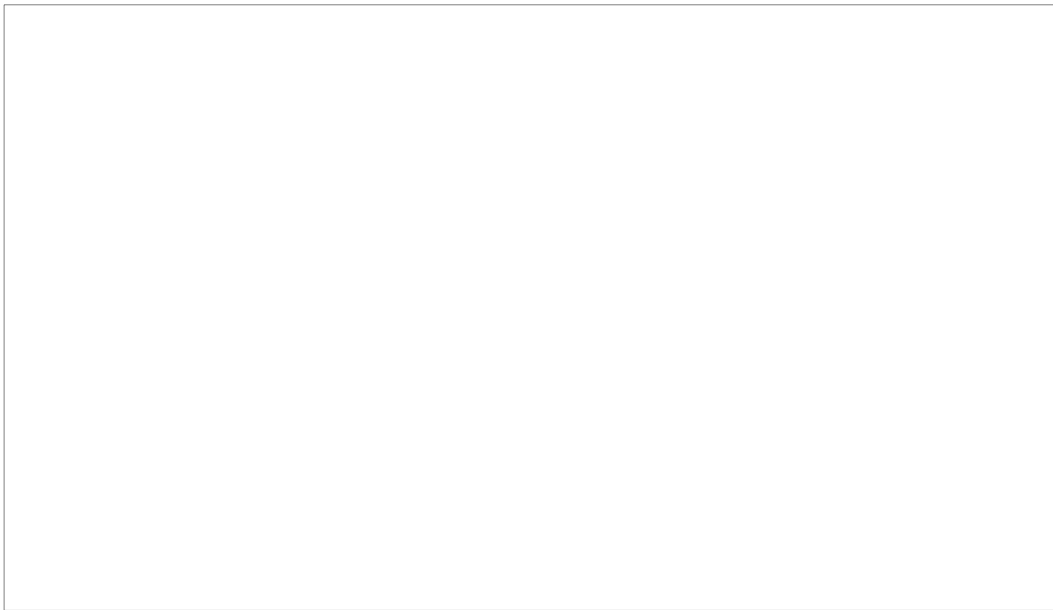


제 공: Michael Kanellos/CNET News.com

[그림 7-3] A-VSB 강화 디지털 TV 시청

이와 같이 A-VSB 서비스는 고정형 DTV 서비스의 수신 성능 향상 및 보행자에게 휴대 이동 단말기를 통해 DTV를 시청할 수 있으며 차량 이동 중에도 선명한 고화질의 DTV 서비스를 받을 수 있다. 또한 기존 디지털 방송과 같은 주파수대를 사용하므로 도입 비용이 비교적 낮고 단일 주파수 방송망(SFN) 구축이 가능하다.

그림 7-4는 A-VSB가 제공할 수 있는 서비스를 보여주고 있다.



[그림 7-4] Potential A-VSB Services

3절 핵심 기술

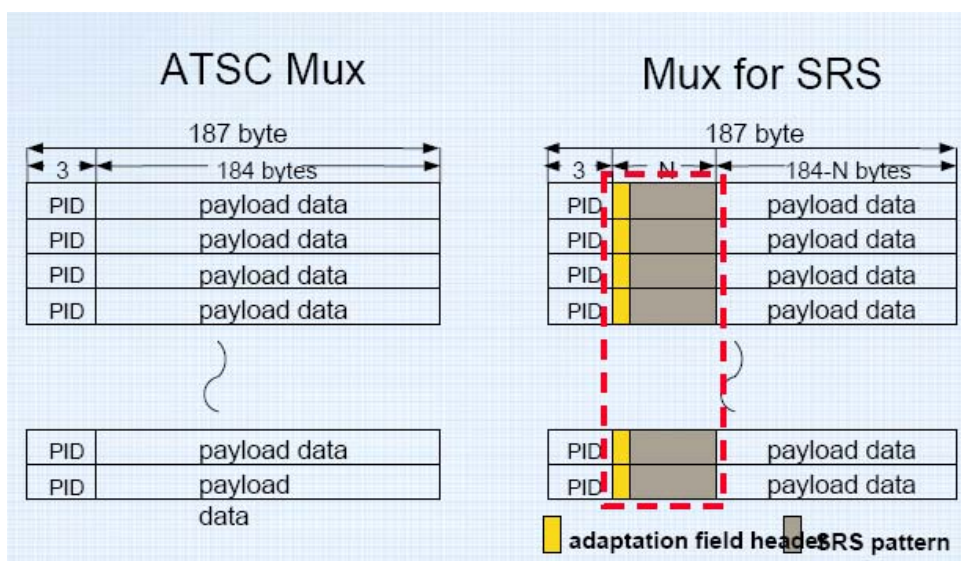
A-VSB 시스템의 핵심 기술에는 크게 세 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째로 SRS (Supplementary Reference Sequence), 두 번째로 Turbo coding, 세 번째로 SFN (Single Frequency Network)이 있다.

1. SRS (Supplementary Reference Sequence)

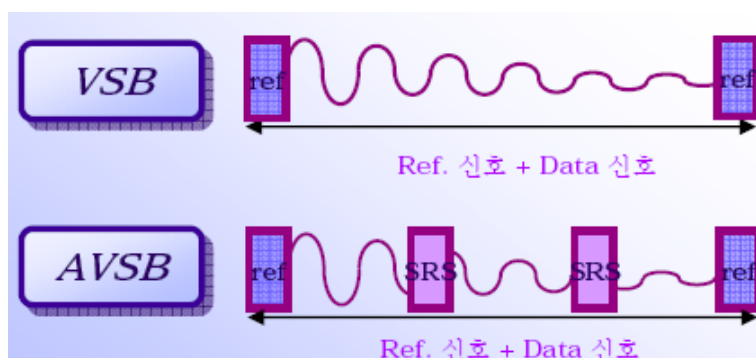
SRS 기술은 기존 HD (High-Definition) 방송 스트림에 Supplementary Reference Sequence를 삽입하는 기술로서 기존 수신기

는 무시하는 영역인 Adaptation Field를 활용하여 Backward Compatibility를 얻을 수 있는 기술이다. 또한 동적 다중경로 페이딩 채널에서 수신 성능을 향상시킬 수 있다. 그림 7-5는 기존의 ATSC Mux와 SRS를 위한 Mux를 비교한 그림이다.

그림 7-5에서 알 수 있듯이 기존의 ATSC Mux는 3 바이트의 PID와 184 바이트의 payload 데이터가 합쳐진 187 바이트의 데이터 스트림으로 구성된다. 그러나 SRS를 위한 Mux는 기존의 ATSC Mux와 달리 N 바이트의 adaptation field는 adaptation field 헤더와 SRS 패턴으로 구성된다. 결국 총 데이터 스트림의 길이는 187 바이트로 기존의 ATSC Mux의 데이터 스트림 길이와 같게 된다. 그림 7-6은 VSB와 A-VSB의 데이터 흐름을 보여주고 있다.



[그림 7-5] Comparison of ATSC Mux and Mux for SRS



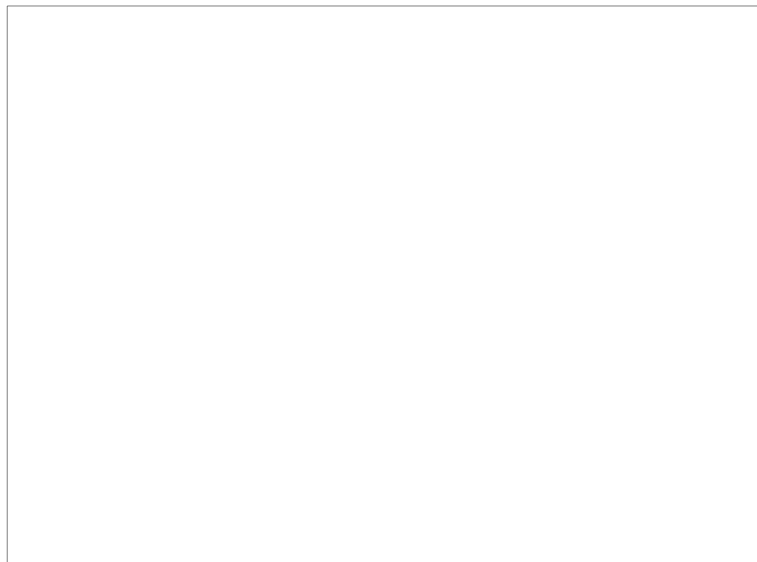
[그림 7-6] VSB와 A-VSB 데이터 흐름

그림 7-6에서 알 수 있듯이 기존의 VSB에서는 방송 스트림에 레퍼런스 신호와 데이터 신호가 섞여 있고 중간에 아무것도 들어가지 않지만, A-VSB에서는 중간에 SRS가 들어가 있어서 신호의 요동이 심할 경우에 트래킹이 가능하지만 대역폭 손실이 5.6% ~ 13.3% 정도 되는 SRS 효과를 얻을 수 있다.

2. Turbo Coding

Turbo Coding 기술은 기존 HD 방송 스트림에 모바일용 부가 스트림을 삽입하는 것이다. 물론 data rate와 SNR과의 trade off 관계는 성립하지만, TOV가 4.5 dB까지 낮아질 수 있는 장점을 갖고 있는 기술이다. 그림 7-7은 A-VSB에서의 Turbo Coding을 나타내 주고 있다.

그림 7-7에서 알 수 있듯이 메인 스트림과 SRS로 구성되어 있는 일반적인 방송 스트림의 데이터 속도인 19.39 Mbps에서 SRS와 터보 코딩이 적용된 서브스트림으로 구성되어 있는 터보 스트림의 데이터 속도를 뺀 속도로 고정형 DTV 데이터를 전송하여 수신 성능을 향상시킨다. 그림 7-7에서는 터보 스트림의 데이터 속도를 X Mbps로 표현했다. 기존의 수신기와 호환성을 유지하며 터보 스트림의 데이터 속도인 X Mbps로 모바일 단말기에 DTV 데이터를 전송하여 새로운 서비스를 가능케 하며



[그림 7-7] Turbo Coding



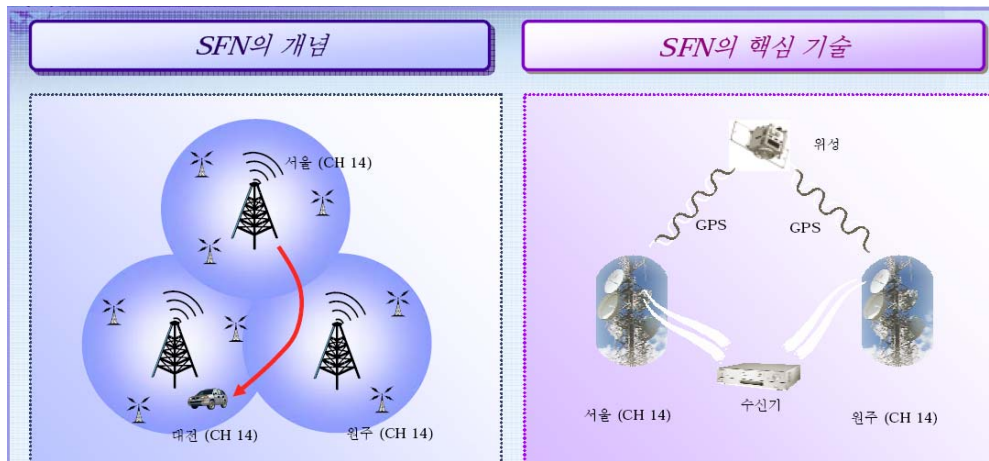
[그림 7-8] 터보 코딩 적용 A-VSB와 기존 VSB 서비스 차이

수신 성능 역시 이동 중에도 고화질의 TV 수신이 가능하게 한다. 그림 7-8은 터보 코딩이 적용된 A-VSB와 기존의 VSB의 서비스 차이를 보여준다.

그림 7-8에서 기존 VSB는 일반 가정에서 고정형 DTV로 데이터 수신 이 가능했지만 터보 코딩이 적용된 A-VSB는 실외에서 차량으로 이동시에도 DTV 데이터 수신이 가능하여 서비스 가용 범위가 기존의 시스템 보다 넓어짐을 알 수 있다. 또한, 기존의 VSB는 노이즈 성분으로 인해 SNR이 15dB 이상을 요구하는데 비해, 제안된 터보 코딩이 적용된 A-VSB는 1/4 데이터 속도로 SNR이 4dB 이상이면 충분하다. 터보 코드를 사용함으로써 에러 정정 기능을 강화하여 미약한 수신 신호 수신 가능하지만 1/4 데이터 속도를 사용함으로써 원래 datarate의 4배로 데이터를 전송함으로써 대역폭 손실을 가져온다.

3. SFN (Single Frequency Network)

SFN 기술은 이동 수신의 필수 요소로서 이동 수신시 채널 변경이 불필요하다는 장점을 가지고 있다. 또한, 방송 채널을 효율적으로 활용할 수 있으며 On-Channel Repeater인 동일 채널 중계기의 개념을 적용시켜 소출력 SFN을 사용하여 음영 지역을 해소할 수 있다. 송신기 측면에서의 SFN의 핵심 기술은 GPS 및 SRS 세부 기술을 이용하여 신호를 동기화 할 수 있다는 것이고, 수신기 측면에서의 SFN의 핵심 기술은 동일 채널 신호로 간섭 신호가 아닌 보강 신호로 활용한다는 것이다. 그림 7-9는 SFN의 개념 및 핵심 기술을 나타낸 것이다.



[그림 7-9] SFN 개념 및 핵심 기술

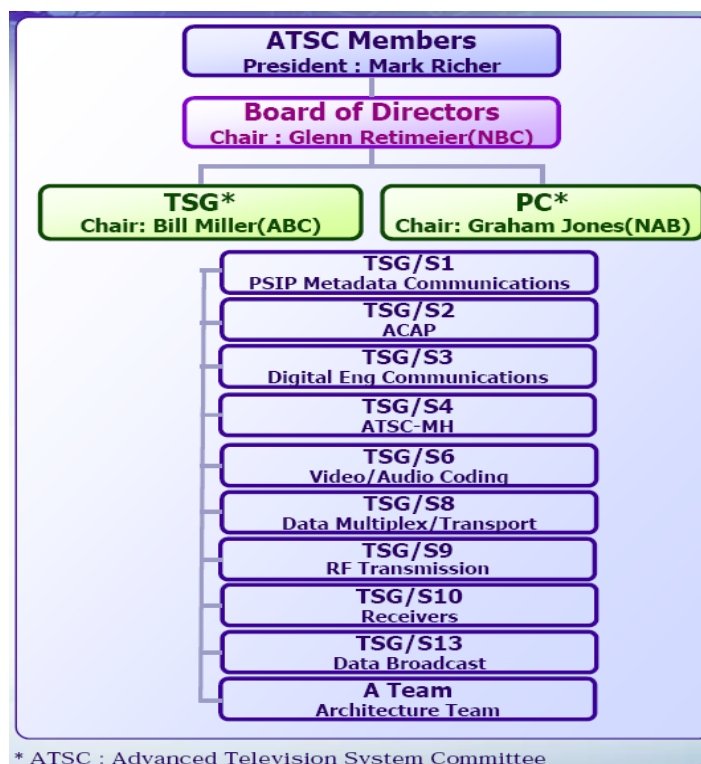
4. A-VSB 장점

A-VSB 시스템이 가지고 있는 장점은 Backward Compatibility를 들 수 있다. 기존 수신기에는 영향을 끼치지 않으면서도 A-VSB 수신기는 수신 성능을 향상시킬 수 있다. 또한 실내 수신 성능을 개선할 수 있는 점을 들 수 있다. 보조 기준 신호 (SRS)를 이용하여 동적 실내 수신 환경에 대응하고 있다. 추가적인 코딩을 통하여 수신 성능을 개선할 수 있다. 또한 보조 기준 신호 (SRS)를 이용하여 이동 채널 수신 성능의 향상을 가져올 뿐 만 아니라 강화된 터보 코드를 이용하여 우수한 수신 성능을 가져올 수 있다. 마지막으로 기존 방송 시설과 주파수를 이용하여 조기에 전국방송이 가능하게 할 수 있고 주파수 자원 이용 효율을 증대시키며 T-DMB 대비 10% 이하의 투자비인 신규 투자비용을 최소화 할 수 있다.

4절 표준화 추진 현황

1. 추진 현황

그림 7-10은 ATSC 멤버들의 조직 구성도를 나타내고 있다. A-VSB의 표준화 추진은 현재 진행중이며 그 동안의 추진현황은 다음과 같다. 즉, 2005년 12월에 NWIP 승인을 얻어 2007년 2월에 Lab Test를 진행하였고, 2007년 5월에 필드 테스트를 진행하면서 S9 표준화 진행 중이다. 또한, 2006년 5월에는 PC2를 구성하여 2007년 3월에 NWIP 승인을 얻고 2007년 7월에 제안서를 접수하여 S4 표준화 대응 중에 있는 상황이다.



[그림 7-10] ATSC 멤버 조직 구성도

2. 개발 결과

그림 7-11은 A-VSB 개발 결과를 나타내 주고 있다. 필드 테스트와 주요 데모를 항목으로 나누어 A-VSB 시스템의 개발 결과를 한눈에 보

여주고 있다. 필드 테스트로는 2006년 9월에 고출력 송신기를 이용한 수신 성능 테스트를 실시하였고, 2006년 12월에는 A-VSB 개발 장비를 이용하여 실제 방송장비와 정합 및 성능 테스트를 실시하였다. 주요 데모로는 2006년 4월에 최초의 Closed Public 데모를 하였고, 2007년 1월에는 Live 데모 및 Handheld 단말기를 시연하였으며 2007년 4월 Multiple 스트림 및 실시간 라이브 데모를 실시하였다.



[그림 7-11] A-VSB 개발 결과

8장 MPH 시스템 기술분석

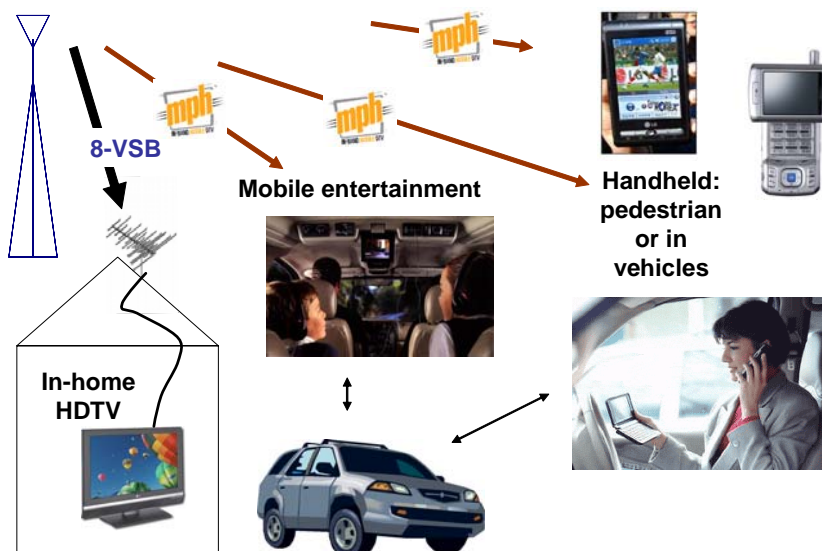
1절 시스템 특징

Mobile-Pedestrian Handheld in-band mobile digital television system (이하 MPH)는 이동수신에 취약한 기존의 ATSC 8-VSB방식을 보완하기 위해 LG와 Harris에 의해 개발되었다. MPH를 통해 기존 시스템과의 backward compatible을 유지하면서 이동 중에도 방송신호 및 데이터 신호를 수신할 수 있다.

MPH의 특징은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 가) 기존 ATSC 8-VSB 송수신 시스템과의 backward compatibility 유지
- 나) 하나의 안테나로 고속이동환경에서 방송 수신가능
- 다) 전송시간을 burst하게 조정함으로써 전력 소모 감소
- 라) 다중 스트림에 대해 각기 다른 데이터 전송률을 설정함으로써 전체 데이터 전송 효율 상승
- 마) 새로운 서비스 제공자나 주파수 대역 조정이 필요 없음

서비스 개념도는 그림 8-1에 나타나 있다.



[그림 8-1] MPH의 서비스 개념도

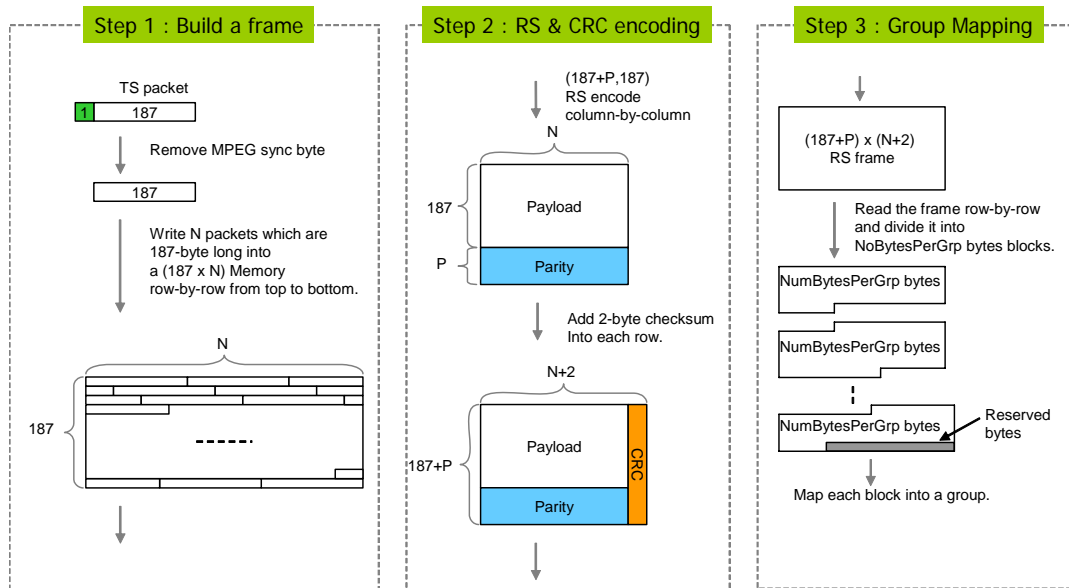
2절 시스템 구조

1. 데이터 프레임 구조

가) MPH 데이터는 두 단계의 과정을 거쳐 생성된다.

- Packet Level

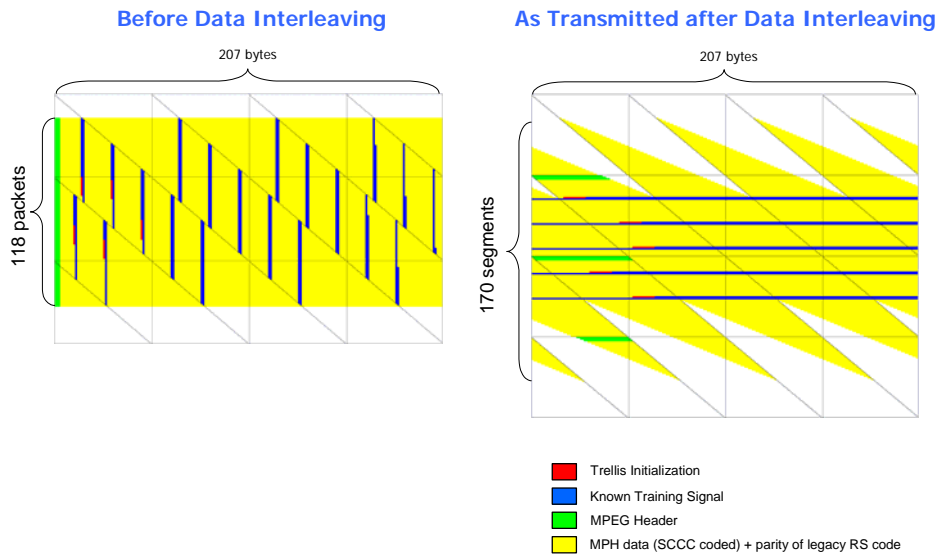
: 그림 8-2과 같이 MPH 데이터와 FEC parity 데이터에 대해 2차원적으로 RS 프레임을 생성한다.



[그림 8-2] RS frame 생성과정

- Data Frame / Symbol Level

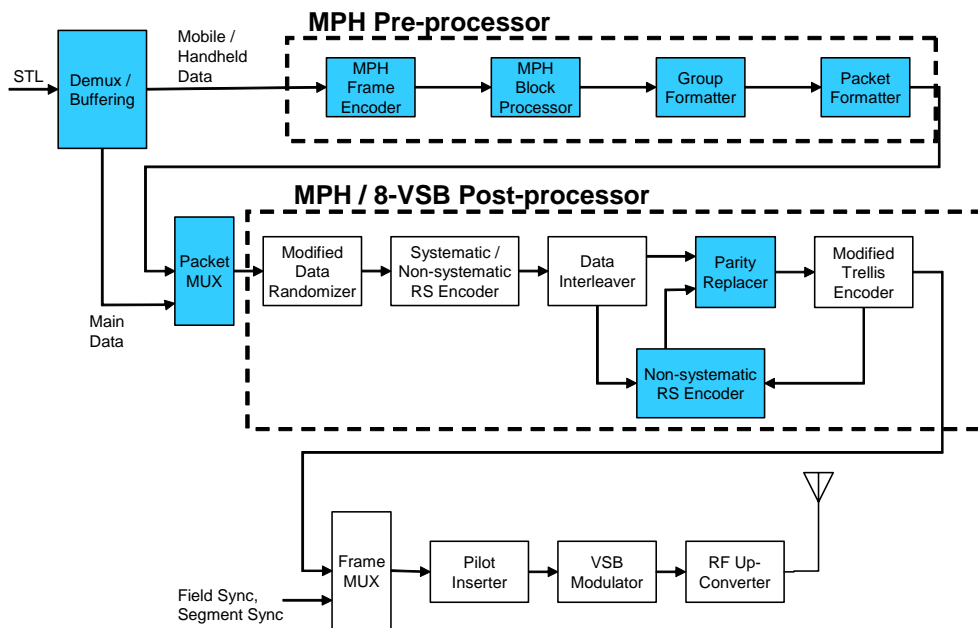
: SCCC (Serial Concatenation of Convolutional Codes) 코딩을 거친 데이터와 삽입되는 트레이닝 신호에 대해 연속적인 group을 만든다. 이러한 grouping을 통해 트레이닝 신호가 길어지고 일정하게 분포되는 이점을 얻을 수 있다. 이 과정은 그림 8-3과 같이 도식화할 수 있다.



[그림 8-3] 데이터 프레임 grouping

2. 전송 블록 구조

ATSC 전송 블록을 기반으로 MPH 시스템을 위한 추가적인 블록들을 삽입하였고 이에 따라 몇 개의 기존 블록에 대해 수정이 이루어졌다. 전체 전송 블록도는 그림 8-4와 같다.



[그림 8-4] MPH 전송 블록도

그림 8-4에서 별도로 표시된 블록은 MPH 시스템을 위해 새로이 추가된 블록들이다. 각 블록에 대한 기본적 역할은 아래와 같다.

가) Demux /Buffering

- 하나의 전송데이터로부터 메인 데이터와 MPH 데이터를 분리한다.
- 메인 데이터와 MPH 데이터의 TDM(Time Division Multiplexing)을 조절한다.

나) MPH Frame Encoder

- MPH RS 프레임을 고려하면서, 8-VSB와 동일한 방식으로 MPH 데이터를 randomize한다.
- MPH RS code를 적용한다.
- MPH CRC code를 적용한다.
- RS 프레임을 몇 개의 MPH 그룹으로 나눈다.

다) MPH Block Processor

- SCCC된 데이터에 outer encoding과 인터리빙을 적용한다.

라) Group Formatter

- 각 데이터 그룹(Payload 데이터, 트레이닝 신호, trellis reset 바이트, signaling 바이트)들을 interleaved 도메인에 배치한 후, 이것을 de-interleaving 시킨다.

마) Packet Formatter

- MPH 데이터를 null 패킷에 encapsulation 시킨다.

바) Packet Mux

- 메인 데이터와 MPH 데이터를 MPEG / ATSC Transport stream에 time multiplex 시킨다.

사) Non-Systematic RS Encoder

- 변경된 심볼에 따른 정확한 RS parity 신호를 생성한다.

9장 차세대 휴대이동방송 서비스 및 시스템 요구사항

1절 서비스 요구사항

1. 비디오 서비스

가. 형식

- 다양한 해상도의 비디오 서비스를 제공할 것
: 공간적/시간적/화질상의 scalability 제공
이동 TV용 저해상도 비디오는 고해상도 비디오로부터 자동적으로 재구성할 수 있을 것

나. 화질

- HD/SD/CIF 급
- 다양한 디스플레이 기기(예: 외부 projector 기능)를 고려하여 고화질 해상도를 제공할 것

다. 임의접근³⁾

- 1세대 방식들보다 성능이 우수할 것

라. 오디오 형식

- HD 프로파일은 multi-channel CD급 이상
- Multi-mode를 지원할 것

2. 오디오 서비스

가. 형식

- 멀티채널 CD급 오디오 서비스를 제공할 것

나. 음질

- CD 수준 이상의 음질을 제공할 것

3) 임의접근 : 같은 앙상블 내에서가 아니라, 한 앙상블에서 임의의 다른 앙상블의 비디오, 오디오, 데이터 채널로 접속하려고 할 때, 채널 스위칭 타임과 프로세싱 타임을 고려한 접근 시간

다. 임의접근

- 1세대 방식들보다 성능이 우수할 것

3. 데이터 서비스

가. 형식

- 부가 정보(Supplemental information)의 제공 가능
- 대화형 서비스 가능

나. QoS

- 해당 서비스가 요구하는 BER 기준을 만족할 것

다. 임의접근

- 1세대 방식들보다 성능이 우수할 것

4. 서비스 지연시간

가. 서비스 최대 지연 시간

- 1세대 방식들보다 성능이 우수할 것

나. 객체간 지연 시간⁴⁾

- 1세대 방식들보다 성능이 우수할 것

다. 채널 전환 지연 시간

- 1세대 방식들보다 성능이 우수할 것

5. 송수신 서비스 기능

가. 수신권역 내의 이동 환경에서 (시간, 공간) 수신률이 (90% 이상, 90% 이상)일 것

- 실내, 휴대, 이동수신(400km/h 이하)이 가능할 것

나. 서비스 및 기능에 대한 사용자 선택의 자유를 제공할 것

다. 긴급 상황에서의 재난/경보/안전 정보를 제공할 것

라. 보다 많은 고품질의 멀티미디어 채널을 제공할 것

4) 객체간 지연 시간 : 비디오 객체에 대한 오디오 객체의 지연시간, 비디오 객체에 대한 보조 데이터의 지연 시간

마. 채널 별로 항상 일정한 QoS를 보장할 것

예) 채널 별 변조/코딩, Constant quality video coding

6. 서비스 망, 운용 및 설비

가. IP 콘텐츠 재사용 및 IP 망을 이용한 콘텐츠 공급이 용이할 것

나. 대화형 양방향 서비스를 제공할 것

다. 기존 방송 인프라(송신 및 옥내 수신 안테나 설비)를 최대한 활용할 수 있을 것

라. 단일주파수 방송망(SFN) 구축 및 운용이 가능할 것

- 인접 네트워크 cell 간 seamless HO를 지원하며 cell 간의 구분이 용이할 것

마. 주어진 송신출력으로 커버리지를 확장하기 위하여 서비스 품질과 오디오 프로그램 수, 비디오 프로그램 수 및 데이터 서비스 수의 절충을 허용할 것

바. 프로그램 관련 데이터(예, 서비스 식별자, 프로그램 레이블링, 프로그램 다운로드 제어, 판권 제어, 제한수신, 동적 프로그램 링크, 시청각 장애인을 위한 서비스 등)에 대한 향상된 설비를 제공할 수 있을 것

사. 방송통신 복합 전송 및 망 통합형 서비스 지원이 용이할 것 : 이종망 간의 연동

- 융합미디어 분배를 위한 플랫폼 제공이 용이할 것

- 방송망과 통신망을 통한 seamless 서비스(수직적 handover) 제공이 용이할 것

아. 방송과 통신의 융합된 서비스를 용이하게 제공할 수 있는 망을 구성할 수 있을 것

자. 이동방송의 계열화와 점진적 품질열화를 통한 커버리지의 확장이 가능할 것

7. 지원 서비스

가. 모바일 생활 패턴에 적합한 비디오 서비스

나. 선택적 자막 서비스

다. 서비스 보호장치

- 유료방송을 위하여 서브채널의 부분 또는 전체, 시간의 부분 또는 전체에 대하여 서비스 보호장치를 적용할 수 있을 것

예) 네트워크 level의 장치

라. 가입자 관리, 인증, 과금 체계

- 프로그램별, 채널별, 시간대별, 애플리케이션별, 패키지별 과금 등의 다양한 유료 모델을 지원할 것

마. 지원 가능한 서비스의 예시

- 방송·통신 연동형 서비스
- Broadcast/Multicast/Unicast 서비스
- 실시간 비디오/오디오/데이터 서비스
- 비실시간 비디오/오디오/데이터 서비스
- Scalable 비디오/오디오/데이터 서비스
- Rich Media 서비스
- 실감 방송 (3D 및 다시점 비디오/3D 오디오) 서비스
- 위치기반 서비스
- IP 기반 비디오/오디오/데이터 서비스 : IP 데이터캐스팅, 파일 다운로드 등
- DRM (digital right management) 지원 서비스
- 대용량 다운로드 서비스
- 온라인 게임 서비스
- Electronics Service Guide
- Clipcasting : Network scheduled media

8. 수신 기능

가. 누구나 간단한 조작으로 시청이 가능할 것

나. 동일 단말로 다양한 방식의 표준을 수용할 수 있을 것

다. 다양한 형태의 수신(다양한 화면 해상도, 휴대/이동/고정 수신 등) 기기를 지원할 수 있을 것

라. S/W, M/W 기반의 단말/서비스로 수용, 또는 업그레이드가 용이할 것

2절 시스템 요구사항

1. 비디오 부호화 규격

가. HD/SD/CIF 등의 비디오 코딩을 지원할 것

예) Joint Video Team (JVT) H.264 SVC(Scalable Video Coding)
On2 True Motion VP6 & VP7

나. 공간적/시간적/화질상의 scalability를 제공할 것

- 항상 일정한 QoS를 보장하기 위한 고정품질 부호화(가변 비트율 부호화) 기법 적용

2. 오디오 부호화 규격

가. Multi-ch.(stereo, 5.1 ch.), Multi-mode(mono, dual mono, stereo, dual stereo), scalable 오디오 코딩

나. 1세대 오디오 부호화 방식보다 우수한 성능을 가질 것

3. 데이터 부호화 규격

가. 1세대 데이터 부호화 방식보다 우수한 성능을 가질 것

4. 전송 프레임 구조

가. 패킷 모드와 스트림 모드 두가지 전송모드를 선택적으로 지원할 수 있을 것

나. IP망과 연동이 가능할 것

예) IP encapsulation을 지양하고(full IP transparency) All-IP 시대에 대응할 수 있을 것

다. 통계적 다중화의 적용이 가능할 것

라. 채널 전환시간을 단축할 수 있는 구조

5. 수신 제한(Conditional Access : CA)

- 가. EMM, ECM을 동일망에서 전달할 수 있는 구조
- 나. Simulcryptor를 지원할 것
- 다. Downloadable CAS(DCAS)의 적용

6. 리턴 채널 (Return Channel)

- 가. 다양한 이동통신망과 무선데이터망을 사용하는 양방향 대화형 서비스가 가능할 것

7. 전송용량, 스펙트럼 효율, QoS

- 가. 전송용량, 스펙트럼 효율, 전송성능이 1세대 방식보다 우수할 것
- 나. 다양한 신규 애플리케이션을 고려하여 충분한 시스템 용량을 가질 것
- 다. 기존 방송서비스에 대해 상호 간섭이 작을 것
- 라. 주변 환경잡음에 대해 강인할 것
- 마. 서비스 채널마다 변조방법 및 부호율을 달리 적용하는 채널별 QoS 적용이 가능할 것
- 바. 통계적 다중화의 적용이 가능할 것

8. 사용 대역폭과 주파수

- 가. 1개의 RF 채널 대역폭은 5, 6, 7, 8 MHz 등 다양하게 사용이 가능할 것
- 나. RF 채널 여러 개를 통합한(Channel Bonding) 광대역 전송이 가능할 것
- 다. 주파수 대역 및 대역폭에 대해 최대한 유연하게 사용할 수 있을 것

9. 서비스 커버리지

- 가. 각 Layer 별로 변조신호의 constellation과 채널 부호율을 달리 적용하는 고차 계층변조와 scalable coding이 가능할 것
- 나. SFN의 단일 RF 채널에서 로컬 콘텐츠와 광역 콘텐츠를 동시에 지원할 것

10. Handover

- 가. 수신기에서 1개의 RF부 만으로 seamless 핸드오버를 지원할 것⁵⁾
- 나. 이중망 간의 연동을 통한 콘텐츠 공유 및 음영지역 해결을 위한 수직적 handover가 용이할 것

11. 채널 전환시간과 수신기 전력소모

- 가. 1세대 방식보다 채널 전환시간이 짧고 수신기 전력소모가 적을 것

5) FLO, DVB-H의 경우, 시간영역에서의 선택적 액세스(time slicing)를 사용

10장 차세대 휴대이동방송 기술개발 분야

1절 콘텐츠 생성 기술

1. 요구사항

- 가. 고효율 미디어 부호화 기술
- 나. 고품질 콘텐츠 기술

2. 기술개발 분야 도출

기술영역	세부기술
고효율 미디어부호화 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 최고 SD급(VGA급) 해상도를 지원하는 비디오 부호화 기술 - 실시간 온라인상에서 공간적 / 시간적 / 화질적 scalability를 효율적으로 제공할 수 있는 비디오 코덱 기술 - H.264(MPEG-4 AVC) 대비 압축효율이 우수한 부호화 기술
고품질 콘텐츠 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 다시점 영상 획득 기술 - 다시점 영상 데이터의 적응적 전송기법 - 3차원 깊이 정보 추정 및 모델 복원 기술 - 임의 시점 재생 기술 - 효율적인 음향 압축을 위한 객체 추적 기술 및 음향 합성 기술 - 잔향 모델링 및 크로스토크 제거 기법 - 영상과 음성의 재생 위치 연동 기술 - 개인화된 방송 콘텐츠 제공을 위한 사용자 모델링 기법

2절 전송 및 다중화기술

1. 요구사항

- 가. 고효율 전송기술
- 나. 효율적 다중화 기술
- 다. 방송통신 복합 전송 및 융합 서비스 기술

2. 기술개발 분야 도출

기술영역	세부기술
고효율 전송기술	<ul style="list-style-type: none"> - 방송용 MIMO 기술 - 고효율 변복조 기술 - 고차 계층 변복조 기술 - 고성능 채널부호화 기술 - 대역폭과 주파수의 유연성 향상 기술 - 보호 구간(guard interval) 삽입을 대체할 수 있는 스펙트럼 효율 증대 기술 - 지능형 멀티모드 방송 구현을 위한 송수신 기술 - Media Adaptation 기술을 활용한 지능형 방송기술 - 네트워크 상태 적응적 비디오 방송기술 - 이중망 연동 기술 - 데이터 방송서비스를 위한 Relay Multicast 기법
효율적 다중화 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 물리계층 전송프레임 및 물리채널 설계 기술 - 멀티플렉스 및 논리채널 설계 기술 - 논리채널을 물리채널에 매핑하는 기술 - 통계적 다중화 구현 기술

기술영역	세부기술
방송통신 융합 기술	<ul style="list-style-type: none"> - All-IP 기반 서비스 기술 - 방송통신 융합 서비스 플랫폼 기술 - 네트워크 협력(Cooperation) 프레임워크 기술 - Seamless 서비스 제공을 보장하는 미들웨어 기술 - 이종망 연동 서비스의 QoS 제어기술 - 위성 및 지상파를 이용한 hybrid 전송 기술 - 양방향 대화형 서비스를 위한 리턴 채널 기술 - Relay를 이용한 효율적인 Reverse link 송수신 기술

3절 기타 기술

1. 요구사항

- 가. 서비스 고도화 기술
- 나. 단말기의 고유기능 유지 관련 기술
- 다. 새로운 서비스 모델 지원 기술

2. 기술개발 분야 도출

기술영역	세부기술
서비스 고도화 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 서비스 획득 및 채널 전환시간 최소화 기술 - 서비스 채널별 QoS 지원 기술
단말기 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 수신기 전력소모 최소화 기술
새로운 서비스 모델 지원 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 다양한 유료모델을 지원하는 가입자 관리, 인증, 과금 체계 기술 - 유료수입의 보장을 위한 서비스 보호 기술

11장 결론

디지털 멀티미디어 방송 기술은 정보통신부가 추진하는 IT839 프로젝트 중 최우선 순위의 기술로서, 이와 관련된 다양한 물리계층 기술은 물론이고 네트워크, 어플리케이션 등 상위 계층 기술의 발전은 지식정보 관련 산업에 대한 엄청난 파급효과가 예상된다. 또한, 차세대 디지털 방송 기술의 발전은 방송, 광고, 영화제작, 게임, 원격진료, 정보통신 등의 다양한 산업 분야의 성장을 견인하여 전체 시장의 규모를 발전시킬 것이다. 이를 위해 본 과제에서는 정부출연 연구소, 학계, 방송사, 산업체 등 각계 전문가로 구성된 연구전담반을 구성하고 운영하여 차세대 휴대이동 방송 시스템에 대한 다양한 의견을 수렴하였다.

본 연구 보고서에서는 국내외의 디지털 이동방송 시스템의 서비스 시스템 규격 및 요구사항, 추진 현황, 문제점 및 진화방향 등에 대해서 상세히 분석하였다. T-DMB, ISDB-T, DVB-H, FLO, CMMB, A-VSB, MPH의 서비스 및 시스템 요구사항과 기술규격을 비교분석하여 차세대 휴대이동방송을 위한 기술 개발 방향에 참고하도록 하였다. 또한 현재 서비스 중인 휴대 이동 방송 시스템의 문제점과 이것을 차세대 이동방송에서 해결할 방안에 대해 연구하였다.

기획작업반의 지속적인 회의를 통해 차세대 휴대 이동방송 서비스와 시스템 요구사항을 도출하였고, 차세대 휴대이동방송 시스템을 구현하기 위한 핵심 연구분야를 도출하였다. 즉, 고효율 미디어 부호화 기술, 고효율 전송기술, 효율적 다중화 기술, 방송통신 복합 전송 및 융합 서비스 기술, 서비스 고도화 및 단말의 고유기능 유지 관련 기술, 콘텐츠 기술 등으로 세분화하여 도출하였다.

본 과제의 연구 결과를 통해 차세대 디지털 멀티미디어 방송에서 요구되는 핵심 기술분야를 제시하고, 향후 이를 연구개발함으로써 차세대 휴대이동방송 기술분야의 국가 경쟁력을 제고할 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] "Radio Broadcasting System; Digital Audio Broadcasting (DAB) to Mobile, Portable and Fixed Receivers," ETSI ETS 300 401, Jan. 2006
- [2] "Digital Video Broadcasting(DVB) ; Transmission System for Handheld Terminal (DVB-H)," ETSI standard EN302 304 v1.1.1, Nov. 2004
- [3] "Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television," ETSI standard EN 300 744 V1.5.1, Nov. 2004
- [4] Transmission system for digital terrestrial television broadcasting, ARIB Standard STD-B31 Ver.1.5, Jul. 2003.
- [5] "Operational guidelines for digital terrestrial television broadcasting," ARIB Tech. Rep. TR-B14 Ver.2.4, May 2005.
- [6] Transmission system for digital terrestrial sound broadcasting, ARIB STD-B29 Ver.2.1, Jul. 2003.
- [7] Receiver for digital terrestrial sound broadcasting (desirable specifications), ARIB STD-B30 Ver.1.2, Jul. 2003.
- [8] "Operational guidelines for digital terrestrial sound broadcasting," ARIB Tech. Rep. ARIB TR-B13 Ver.2.1, May 2005.
- [9] GY/T 220.1-2006, "Radio, Film and Television Industrial Standard of the People's Republic of China", 2006
- [10] "중국, 모바일 멀티미디어 방송의 추진", 동향과 분석 246호, 한국방송영상산업진흥원, 2007

[부록1] 차세대 휴대이동방송 프로젝트 기획작업반 구성

< 기획 작업반 명단 >

IITA	한동석/PM	dshan@ee.knu.ac.kr
MIC	송상훈/서기관	sanghoon@mic.go.kr
MIC	이영무/사무관	ymlee@mic.go.kr
MIC	이정구/과장	jungle@mic.go.kr
연세대	서종수/교수	jsseo@yonsei.ac.kr
성균관대	신지태/교수	jtshin@skku.edu
방송위원회	이상연/조사관	syhylee@kbc.go.kr
방송위원회	강인용/조사관	kiy@kbc.go.kr
전파연구소	김경미/연구관	kmkim@rrl.go.kr
KBS	김규영/부장	kgyuyng@kbs.co.kr
KBS	정신일/차장	jsi@kbs.co.kr
MBC	전희영/부장	hyjun@mbc.co.kr
MBC	최병호/차장	bhchoi@mbc.co.kr
MBC	이승호/연구원	victorlee@mbc.co.kr
SBS	김상진/차장	KSJ@sbs.co.kr

방송기술인연합회	임종곤/국장	zkyim@kbs.co.kr
EBS	조성도/차장	sdcho@ebs.co.kr
LG전자	최영호/차장	yhcjoi@lge.com
LG전자	이철수/책임	tanguero@lge.com
LG전자	박상오/연구위원	sopark@lge.com
삼성전자	정기호/책임	khchung@samsung.com
ETRI	이수인/그룹장	silee@etri.re.kr
ETRI	임종수/팀장	ljten@etri.re.kr
ETRI	김영수/책임	kys@etri.re.kr
ETRI	이용태/선임	ytleee@etri.re.kr
ETRI	이광순/선임	gslee@etri.re.kr
ETRI	변상규/선임	skbyun@etri.re.kr
KIICA	김상환/책임	shkim@kiica.or.kr
차방포럼 MCM 분과	박재홍/위원장	parkjh@netntv.co.kr
KTF	이중철/팀장	jcleee@ktf.com

[부록2] 작업반 회의 내용

1. 제 1차 회의록

회의 일시 : 2007. 5. 31(목) 17:00 - 18:30

회의 장소 : 연세대학교 연세공학원 영상회의실 372호

회의 안건

- 1) 차세대 휴대이동방송 프로젝트 기획작업반 Kick-off meeting
- 2) 프로젝트의 배경 설명
- 3) 연구의 필요성 설명
- 4) 기획작업반 구성 검토 및 확정
- 5) 기획작업반 향후 회의일정 및 안건 논의
- 6) 기타 추가 논의사항

회의 내용 및 결과

1) 프로젝트의 배경

- 2006년까지 DVB-H 전담반 활동이 끝나고 차기 과제로 “차세대 휴대이동방송 발전방향에 관한 연구”를 수행하기로 함
- 우리나라가 세계적으로 주도할 수 있는 휴대이동방송 기술에 대한 연구개발이 필요하다고 판단하며 이를 위한 기획작업반의 활동이 필요함
- 기획작업반의 운영은 서종수 교수가 이끌어 가셨으면 함 (한동석 PM).

2) 연구의 필요성 (서종수 교수)

- 지상파 DMB는 현재 여러 국가에서 다양한 방식으로 경쟁적으로 상용화 서비스 중
- DVB-H, Media FLO, ISDB-T 등은 국내 지상파 DMB 방식과 비교하여 일부 최신 기술을 적용하고 있으며 성능 개선을 위한 지속적인 연구개발을 진행하고 있음.
- 글로벌 시장경제와 통신·방송 융합 추세에 따라 국내 방송 사업에 외국 기업의 진출 또는 통신사업자의 진출이 예상되고 있음.
- 디지털 방송 기술과 서비스의 발전 속도는 가속화되고 있으며 이와 같이 급변하는 디지털 방송환경에 능동적으로 대응하기 위해서는 차세대 휴대이동방송 서비스와 기술에 대한 선행 연구가 필요함

3) 기획작업반 구성

- 정통부는 이정구 과장, 이영무 사무관 대신에 송상훈 서기관이 참가함.
- 방송위원회는 한 분만 참석함이 좋겠음
- 방송기술인 연합회 이창형 회장 대신에 임중곤 국장 참가.
- SBS 오근식 부장, 조삼모 박사 중 한 분 참석토록 함.
- 차방포럼 MCM 분과위원장 자격으로 넷앤티비의 박재홍 사장 참가.
- 학계 쪽에 교수 한 분 추가 필요 (서중수 교수와 한동석 PM이 추천함)
 - 김규현 교수 (경희대), 김정구 교수 (부산대)
 - 김재곤 교수 (한밭대), 신지태 교수 (성균관대) 등
- 통신 사업자도 장기적으로 볼 때 참가함이 바람직 함.
 - KTF에서 한 분 초빙.

4) 기획작업반 향후 회의일정 및 안건 논의

- 최종결과보고서는 2007년 11월 제출.
- 6월말 회의에서는 T-DMB, DVB-H, FLO 서비스와 기술을 비교 검토함.
 - DVB-H, FLO는 Nokia와 Qualcomm 기술담당자에게 세미나 요청 예정
 - 국내 지상파 DMB의 서비스와 시스템 requirement, 규격, 문제점, 진화방향은 ETRI에서 발표
 - 기획작업반에서 논의된 사항은 절대 보도자료로 나가지 않도록 모두 유의함 (김경미 연구관).
- 7월말 회의에서는 ISDB-T, 기타 방식 서비스와 기술을 비교 검토함.
 - 기타 방식으로 중국 방식(T-MMB, C-MMB)은 최근 기술이므로 연구할 가치가 있음.
 - 중국 방식은 한국 DMB의 modified 버전이므로 차라리 FLO에 대한 연구가 효율적.
 - 삼성에 T-MMB, C-MMB, A-VSB 발표를 부탁함.
 - ISDB-T에 대한 발표는 임중곤 국장이 함.

5) 기타 추가 논의사항

- 차세대 DMB라는 용어 대신에 차세대 휴대이동방송이란 용어를 사용하고 작업반 명칭을 차세대 휴대이동방송 프로젝트 기획작업반으로 함
- 차기회의 일시
 - 2007년 6월 26일(화) 14시 ~ 18시
 - 전파연구소 4층 회의실.

2. 제 2차 회의록

회의 일시 : 2007. 6. 26(화) 14:00 - 19:00

회의 장소 : 전파연구소 4층 회의실

회의 안건

- 1) 1차 회의록 검토
- 2) T-DMB 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답
- 3) FLO 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답
- 4) DVB-H 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답
- 5) 차기회의일정 및 안건 논의

회의 내용 및 결과

1) 1차 회의록 검토

- 방송위원회에서는 이상연 조사관이 참석 예정.
- 학계쪽에서는 신지태 교수가 네트워크 상위계층에서의 통방융합에 관한 연구와 관련하여 기획작업반에 참가.
- 조성도 차장은 언론노조가 아닌 EBS의 자격으로 참석.

2) T-DMB 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답 (ETRI 발표)

- T-DMB 소개
 - 현재 544kbps로 전송중. 타 서비스에 비해 퀄리티가 높은 편임.
 - 현재 실제로 Video에서 요구되는 BER requirement는 10^{-11} .
 - SFN 구축비용이 타 서비스에 비해서 적음.
 - DAB가 설치된 나라에서는 T-DMB 사용이 용이.
- 현재 개발중인 Advanced T-DMB (AT-DMB) 기술 소개
 - T-DMB의 서비스 채널이 부족.
 - 현재 상용화되고 있는 T-DMB는 수신기의 디스플레이 화면의 크기가 5~7 인치가 아닌 그 이상의 크기에선 화질이 떨어짐.
 - DTV의 설치가 어려운 나라에서는 보다 큰 화면의 DMB가 대안이 될 수 있음
 - 서비스 요구사항 : 기존 T-DMB와 호환성을 유지해야 하며 전송용량이 기존보다 약 2배가 될 것, SD 급 비디오 및 surround 오디오 품질을 제공할 것.
 - 고전송 효율을 통하여 채널용량 2배 증대.

- AT-DMB의 경우 유효 데이터 용량이 기존에 비해 2배.
- 단말기의 구조가 기존보다 약간 복잡.
- hierarchical 구조에서는 파워가 좀 더 크게 필요함.
- 알파 값이 커질수록 T-DMB의 성능에 가까워지지만 LP의 성능은 나빠짐.
- 약간의 파워 손실을 통해 LP의 채널 확보가능.

● 질의응답

Q: 차세대 휴대이동방송에서 제공될 서비스가 어떤 것이 있고 이것을 구현하기 위한 기술로는 어떤 것이 있겠는가?

A: T-DMB는 대부분 Eureka-147의 서비스 모델과 시스템 모델에서 따왔다. 다음 회의에서 T-DMB의 서비스와 시스템 요구사항에 대한 정의가 필요하다.

Q: T-DMB의 경우 최대시속 200km까지 서비스가 가능하지만 현재 KTX의 경우 최대 시속 300km의 속도로 운행하므로 T-DMB의 시스템 요구사항으로 부족하지 않은가?

A: 차량이 기지국을 바로 향해 가는 것이 아니므로 doppler 변화가 크지 않다.

Q: 6MHz의 대역을 사용하는 데 왜 1.536MHz로 할당하여 사용하는가? 또 왜 밴드3을 사용하는가?

A: 실제 필드에서 페이딩 영향을 측정해보면 1.5MHz 정도에서 품질이 떨어지는 현상. 1.5MHz 이하에서는 서비스를 할 수 없기 때문에 1.536MHz를 설정. 또한 1.536MHz에서 interleaver의 성능이 제대로 발휘하며 coherence bandwidth 고려시 최적임. 그것보다 중요한 것은 Eureka-147을 그대로 받아 들였다.

Q: AT-DMB에 대한 로드맵?

A: 2008년 하반기(7월)에 실험방송 예정. 수신기 칩 생산.

Q: LP에 turbo code를 구현했을 때 viterbi decoder를 쓰는 HP와의 싱크문제는 없는가?

A: 시뮬레이션에는 문제가 없다. 고품질일 때는 싱크가 필요없다. 문제는 두 개가 합쳐질때. 그런데 이것은 구현쪽의 문제. 이것은 버퍼링을 통하여 해결가능하다.

Q: 전송채널을 증가시키는 목적으로 할 때 LP가 현재의 T-DMB의 퀄리티를

보장할 수 있겠는가?

A: Turbo를 이용할 때 payload를 두 배로 안하고 반 만하면, 즉 code rate를 낮추어 주면 성능을 올릴 수 있다.

Q: 특허료에 관한 고민을 해보았는가? 터보코드를 사용하면 특허료가 많이 나오므로 대신 LDPC 등을 사용하는 것은 어떤가?

A: 특허료에 대한 고민을 해본 적은 없다. 성능을 높이는 것이 우선적인 목표였다.

Q: SD급 비디오를 적용할 나라가 있을까?

A: 조사가 필요하다.

종합 의견 -> 시스템과 서비스에 대한 요구사항에 대한 정리가 필요함.

현재 T-DMB의 문제점과 이것을 차세대 휴대이동방송에서 해결할 방안에 대한 연구가 필요함.

3) FLO 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답 (Qualcomm 발표)

● System Overview

- FLO는 멀티미디어의 데이터를 대용량으로 많은 유저들에게 효율적으로 전달할 수 있는 방송시스템
- forward link only 단방향 서비스
- multicast content를 전송하기 위하여 최적화된 시스템
- 리턴 채널의 경우에는 기존의 2G, 3G 네트워크를 사용
- 현재 상용화된 것은 live stream 뿐이다.
- clip casting은 미리 스케줄되어 있는 동영상을 받아 볼 수 있는 것. VOD는 원하는 콘텐츠를 구입하면 그것만 다운받는 것이지만 clip casting은 채널을 구입하는 것이다.

● Technical Features

- 하나의 RF 채널 안에서 와이드 area 채널 서비스와 로컬 area 채널 서비스가 동시에 가능. 예를 들어 미국 전역에 몇 개의 채널은 똑같이 방송되고 몇 개의 주에는 특별한 개별 방송 가능. 현재는 local area service는 하고 있지 않다. local area service를 위하여 특별히 채널을 할당받을 필요가 없다.
- Layered modulation을 통하여 QoS를 높인다.

- 90% 커버리지 안에 들어있는 유저는 고품질의 서비스를 받을 수 있다. 현재는 동영상 관련해서만 layered modulation을 사용한다.
- Subcarrier 별로 modulation scheme이 다르기 때문에 data rate는 가변.
- 사용자가 필요한 frequency 또는 time slot만 디코딩하기 때문에 항상 RF 수신기가 살아있을 필요는 없다.

● 비즈니스 모델

- AT&T에서 Media FLO 사업을 시작하면 잠재적 가입자가 일억이 넘어갈 것. 한국을 제외하고는 성장이 가장 빠르다.
- 표준화하기 위해서 TIA 표준으로 4개 있음.
- FLO는 새로운 네트워크를 구성해야 하므로 스펙트럼 이슈가 있다.
- 인프라를 구축하는 비용이 낮다.

● 질의응답

Q: 현재 뉴욕 등 대도시에서 서비스 중인가?

A: 뉴욕이나 LA 등에서 현재 서비스 중이다.

Q: AT&T가 FLO 서비스를 제공하게 된다면 어떤 스펙트럼을 사용할 것인가?

A: 별도의 망을 구축하는 것이 아니라 Media FLO USA를 통해서 서비스할 것이다.

Q: 현재 가입자 수가 얼마나 되는가?

A: 서비스를 시작한 지는 4개월 되었고 현재 가입자 수는 정확히 모르겠다.

Q: 서비스는 월정액인가?

A: 월정액이다. 8개 채널 중 FOX, MTV 등 4개가 월 10달러, 8개의 경우 12달러 또는 15 달러 정도. 정확히 모른다.

Q: data service 제공이 가능한가?

A: 기술적으로는 가능한데 현재는 버전에서는 real time service만하고 있다.

Q: 채널 55번을 이용해서 서비스하는데 전국적으로 주파수를 산 것이 아닌가?

A: 부분적으로 동일한 채널을 다른 곳에서 서비스 중이다. 2009년 아날로그 종료이후에는 반환받는다.

Q: 방송망 구축시 산 등에 새로 세우는가? 기존의 망을 이용하는가?

A: 기존의 방송 타워에 애드온 방식을 사용한다.

Q: 현재 칩 상에서 가능한 어플리케이션으로는 무엇이 있는가?

A: 표준화 현황에 대해서는 정확히 알지 못한다.

**종합 의견-> 구체적이고 추가적인 질문사항은 개별적 또는 프로젝트 기획
작업반장을 통하여 Qualcomm에 질문 바람.**

4) DVB-H 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답 (연세대 발표)

- DVB-H 문제점

- DVB-H는 DVB-T에서 발전한 시스템으로 유럽과 일본에서 장기적으로 통
방융합의 관점에서 내놓은 시스템
- MPE-FEC Frame은 1024개의 행과 255개의 고정 열로 구성. 행의 크기 증
가에 따라 수신기에서 지연 시간이 커짐. 또한 DVB-T보다 데이터 전송율
에 25%의 오버헤드가 발생.
- 오버헤드로 인하여 전송률이 낮아짐. 단말기의 복잡도는 약 20% 증가
- 타임슬라이싱을 이용하여 파워를 줄일 수 있는 장점에 비해 프로그램 채널
선택 또는 변경 시 소요시간이 증가

- 이동방송에서 고려해야할 부분

- 소비자가 원하는 부분이 무엇이나
- 콘텐츠(단순히 지상파의 재방송은 안된다. 유저의 흥미와 관련된 콘텐츠이
어야 한다)
- IP datacasting은 보다 많은 고객에게 더 많은 데이터를 더 빨리 보낼 수
있다.

5) 차기회의일정 및 안건 논의

- 차기회의일정

- 2007년 7월 24일(화) 15시 ~ 18시
전파연구소 본관동 1층 중회의실.

- 차기회의안건

- 중국의 C-MMB 서비스 및 시스템 규격/요구사항, 문제점 및 진화방향 발표
(박재홍 사장 발표, 삼성전자 정기호 책임 자료 제공)
- A-VSB 서비스 및 시스템 규격/요구사항, 문제점 및 진화방향 발표
(삼성전자 송동일 전무에게 발표 협조 요청 필요)
- MPH(Mobile portable handheld) 서비스 및 시스템 규격/요구사항, 문제점
및 진화방향 발표 (LG전자 이춘 소장에게 발표 협조 요청)
- ISDB-T one-seg 서비스 및 시스템 규격/요구사항, 문제점 및 진화방향 발
표 (방기연 임중곤 국장 발표)

3. 제 3차 회의록

회의 일시 : 2007. 7. 24(화) 15:00 - 18:30

회의 장소 : 전파연구소 4층 회의실

회의 목적

- 2차 회의록 검토
- C-MMB, A-VSB, ISDB-T One seg의 서비스와 기술 비교 검토
- 차기회의 안건 상의

회의 안건

- 1) 2차 회의록 검토
- 2) C-MMB 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답
- 3) A-VSB 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답
- 4) ISDB-T One seg 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답
- 5) 차기회의일정 및 안건 논의

회의 내용 및 결과

1) 2차 회의록 검토

- ETRI에서 Advanced T-DMB 연구 내용 소개. 현재의 지상파 DMB에 대한 서비스 및 시스템 요구사항에 관한 내용 추가 요청.
- Qualcomm에서 Media Flo 발표. 서비스 및 시스템 규격/요구사항이 부족해 별도로 요청.
- 3차회의 안건으로 결정했던 사항은 중국의 C-MMB 서비스 및 시스템 규격/요구사항을 박재홍 사장이 발표. A-VSB는 삼성전자에서 발표. ISDB-T는 임중곤 국장이 발표.
- LG전자에 발표 부탁하였던 MPH는 발표자 측의 부득이한 사정으로 인하여 8월에 개최 예정인 4차회의에서 발표하기로 결정.

2) C-MMB 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답 (박재홍 사장 발표)

- C-MMB 소개
 - 2006년도 말에 나온 규격 문서 2개에 대한 summary와 발표자가 이해한 내용을 중심으로 발표.

- PLCH (Physical Layer Channel) - OFDM에서 time slot의 활용을 어떻게 할 것이냐, logical channel을 어떻게 활용할 것이냐.
- 1초에 1 Frame, 1 Frame은 40개의 time slot으로 구성. 각각의 time slot은 1 Beacon과 53개의 OFDM symbols로 구성.
- Guard Interval (GI)은 두 가지 방법으로 삽입. 앞 부분의 GI를 copy해서 뒤에 붙이는 방법과 뒤의 T_{GI} 와 T_1 (cp의 길이)을 copy해서 붙이는 방법.
- RS coding + Byte interleaving + LDPC
- Constellation mapping : BPSK, QPSK, 16QAM - synchronized detection 이 필요.
- 8MHz로 되어있지만 occupied band에서는 8MHz가 안된다. 2MHz의 경우에도 실제로는 629 carrier를 사용하여 1.536MHz.
- Physical layer 문서를 찾아봐도 broadcasting channel frame이 정의되어 있지 않다.
- Multiplex frame size가 너무 작을 수 있다. (만약 이것이 time slot이라면)
- Multiplex Frame Net Load : MF_ID == 0은 control information, 0이 아니면 service information
- continual service는 몇월 몇일 단위로 정의되는 서비스, short time service는 몇분 몇초 단위로 정의되는 서비스.
- C-MMB는 위성방송 형태로 가고 S-band에 적용되는 system. Gap-filler를 사용할 수 밖에 없다는 점 등에서 폼하하였지만 그렇지만은 않다. 2/8 MHz mode가 연동되는 것이 아니라 independent. Layered modulation은 아니다.

● 질의응답

Q: C-MMB가 중국에서 가장 유력한 일종의 DMB 방식인가?

A: 많은 양의 information이 있어서 잘 모르겠다. 예를 들어 6월 하순경 중국 mobile TV 방식의 표준을 회의에서 결정한다고 했었는데 C-MMB의 로열티를 최소화한다는 내용 밖에 나오지 않았다. 가장 문제가 되는 부분이 말로는 다 구현이 되어 있고 연내에 서비스 된다고 하지만 현실적으로 그렇게 생각하는 사람은 많지 않다는 것이다.

Q: 위성 기반의 시스템에서 gap-filler를 설치하여 중국 지역을 커버한다는 것인가?

A: 우선 지상에서 gap-filler를 사용하여 서비스를 시작하고 나중에 위성을 올려서 서비스 하겠다는 의도인 듯하다. 신뢰성이 어느 정도인지는 모르겠다.

A: C-TV는 C-MMB의 한 subset. 2007년 10월부터 시험방송하지만 규모가 작고 북경 올림픽 중에 시험방송(북경, 상해). 중국 정부가 C-MMB를 밀고

있기 때문에 개별회사가 T-DMB를 할 수는 없을 듯.

Q: 서비스와 system 요구사항은 없는가?

A: 문서 2개 외에는 본 적이 없다.

※ 서종수 교수 의견

→ 작업반에서 궁극적으로 차세대 휴대이동방송의 서비스, 시스템 규격, 요구 사항 등을 제안해야 하는데 중국이나 다른 나라에서의 자료를 참고했으면 한다.

Q: 서비스 커버리지가 어떻게 되는가?

A: cell-size가 작은 서비스를 할 것이라 예상된다.

Q: 양방향 서비스를 생각하는가?

A: 굉장히 simple한 구조의 service일 것이라 예상되서 양방향 서비스도 가능할 것이라고 본다.

3) A-VSB 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답 (삼성전자 박지선 차장 발표)

● System Overview

- 상당부분 표준이 정의되지 않은 부분도 있고 공개되지 않은 부분이 많기 때문에 overview 성격이 강하다.
- 현재 ATSC DTV VSB 시스템이 모바일, SFN이 가능하지 않기 때문에 A-VSB 기술을 개발하게 됨.
- 기존의 앞단 부분은 거의 변화가 없고 multiplexer 단에 turbo 코딩과 SFN이 추가
- A-VSB를 통해 가능한 서비스는 SFN이 기본적으로 가능. Fixed 서비스의 경우 수신 성능 향상. portable 등 mobile 서비스 가능. 집에서 보던 TV를 길에서도 볼 수 있다. DTV on the road.
- 표준화 초기 단계의 기술이기에 아직 공개되지 않은 부분이 많다.

● 핵심기술

- SRS : 기존 VSB는 data 신호가 전송되고 A-VSB에서는 기존 data 신호에 SRS 신호가 삽입되어서 전송. Adaptation field를 사용하여 SRS 신호를 삽입하기 때문에 기존의 시스템과 backward compatability를 유지할 수 있다.
- Turbo coding : mobile 용으로 turbo stream을 기존의 stream에 삽입. 일부

bandwidth의 손실이 있다.

- SFN : 이동 수신시 경우 SFN이 필수이므로 이동 수신시 채널 변경이 필요 없는 SFN 기술 적용.

● 장점

- Backward compatability : 기존 수신기에 영향은 미치지 않고 수신 성능 향상
- 실내 수신 성능 개선
- Mobility
- 기존 방송 시설을 이용

● 질의응답

Q: 이동 속도는 어느 정도까지?

A: 라스베가스에서 시험시 도심/고속도로에서 200km/h까지 가능. 시험실에선 250km/h까지 가능.

Q: SFN은 어떻게 구축되었나?

A: 독자기술개발이 아니라 회사와 공동으로 proposal 제출한 것이다.

Q: mobile field test는 handheld 단말기를 사용하였는가?

A: handheld 단말기가 맞다.

Q: mobile에서 data rate은?

A: 1/2, 1/4에 따라 가변적이지만 방송에서 요구하는 것은 3Mbps 이하이다.

Q: 수신기 입장에서 6MHz를 다 scan을 해야 하는가?

A: 정확하게 답변은 못하겠지만 전체를 다 scan하지는 않을 것이다.

※ 발표자 박지선 차장의 언급

→ 지금 ATSC에서 제시하는 표준화 조건은

① backward compatability

② time dead-line (2009년에 analog 방송이 끝나면 그 때까지 서비스가 가능해야 한다)

→ Demo는 H.264를 사용

Q: 표준화 작성시 Qualcomm 등에서의 방해는?

A: Qualcomm이나 Nokia도 ATSC 표준화에 관심이 있고 member로도 들어와 있다.

Q: SFN의 경우 서울하고 원주는 먼 거리이다. 수신기의 tap size와 관련이 될 것 같다. 방송사의 입장에서 고민하는 것이 송신기 거리가 멀 때는 방송사에서 만족하는 SFN을 충족 못시킬 것이라는 것이다. SRS나 Turbo code를 집어 넣어도 불가능할 것이다.

A: 삼성에서 개발한 기술이 아니라 답변이 어렵다.

Q: E-VSB와 A-VSB는 mobile application에 적용될 수 없다고 document에 문서화되어 있는데?

A: 문서가 어떻게 되어 있는지 모르겠다. 실제로는 S4에서 A-VSB를 인정. S9에서 처음엔 수신성능을 향상하기 위한 방안이었는데 이 당시에는 mobile에서 적용하기 힘들었다.

Q: Mux단에서 수정이 필요한가?

A: SRS와 turbo가 함께 이루어지기 때문에 mux단에서의 수정이 불가피하다.

Q: 데모시 turbo code rate은?

A: 1/2, 1/4. 1/2에 single antenna로도 수신이 잘 되었다.

Q: 데모시 LG와의 차이점

A: LG는 도심에서 실험하였기 때문에 단순 비교는 힘들다.

Q: SRS는 adaptation field에 삽입. mobile에서 시간적으로 어디에 삽입하는가?

A: 확인해 보겠다.

Q: mobile area와 fixed area에 차이가 있다. 도넛 모양이 된다. 이것을 해결하기 위한 것이 gap-filler. 그런데 gap-filler를 사용할 것이면 무엇을 위해 만들었는가? 실제로 mobile coverage가 더 넓은가?

A: lab test 단계라 확실치 않는다.

Q: chip의 구현 정도? turbo는 coding gain은 좋지만 복잡도의 문제가 있다.

A: 모바일 기기 구현시 칩이 구현되어서 들어가 있고 지금 개선하여 2차 칩을 구현 중.

Q: 방송사에서 19.3Mbps에서 3Mbps 정도를 희생해서 보내야 하는가?

A: 표준에서 정해진 것은 아니고 방송사에서 3Mbps 정도가 reasonable하다고

한다.

Q: 기존 HDTV의 video quality와는 비슷한가?

A: 그렇다.

4) ISDB-T one-seg 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답 (임중곤 국장 발표)

● ISDB-T system

- ISDB-T는 DTV system이 mobile에서도 구현 가능하도록 개선한것.
- 방식 3가지 : fixed reception의 경우, 13 segment
mobile/hand-held reception의 경우, 13 or 1 segment
1 segment
- one-segment에서는 MPEG 4 AAC (audio)와 H.264 (video) 적용
- 재난에 대비하여 emergency warning으로 핸드폰이 저절로 켜져서 방송을 보거나 data를 받게 된다. 이것의 핵심은 초저전력이어야 한다. 일반적으로 FFT를 해야 decoding되고 방송이 되지만 emergency인 경우 FFT를 하지 않는다. 203개 중 26번째 비트만을 emergency에 사용.

● 질의응답

Q: DMB 재난 방송과 비교해 보았는가?

A: 비교해본 적이 없다.

Q: 너무 narrow band이기에 pilot의 개수라든지 제한적이지 않겠는가?

A: 그것이 문제되지 않는다. coherent bandwidth를 넘어간다.

Q: 음영지역이 많이 생기는 것은 왜 그런가?

A: 실제로 내보내게 되면 5층 이하의 집들에 안테나를 굉장히 높이 올려야 한다. 모바일의 경우에는 입장이 다르다. 수신환경이 변화무쌍하기 때문에 이런 커버리지가 되지 않는다.

Q: ons segment만 뽑아내면 그 band만 볼 수 있는가?

A: 핸드폰에선 원래 가운데만 tuning한다.

Q: 왜 전력소모가 작냐?

A: 한 carrier만 감지해주면 되기 때문에 전력이 필요없다. power가 꺼져 있지 않고 전화기 모드시 한 carrier만 감지하면 된다.

Q: one segment로 mobile에서의 system requirement가 정의된 것은?

A: 자료는 있다.

Q: one seg가 비즈니스 모델이 매력적이다. 예를 들어 클릭하면 can 맥주를 주는 등의 promotion. DMB 역시 가능한가?

A: 가능하다. 그러나 이동통신 사업자의 협조가 없다.

5) 차기회의일정 및 안건 논의

● 차기회의일정

- 2007년 8월 29일(수) 15시 ~ 18시 30분
전파연구소 본관동 1층 중회의실.

● 차기회의안건

- MPH 서비스 및 시스템 규격/요구사항, 문제점 및 진화방향 발표 (LG전자 발표)
- 차세대 휴대이동방송 서비스 및 시스템 요구사항 도출
- 차세대 휴대이동방송 시스템에서 요구되는 서비스와 시스템에 대한 의견을 8월 17일(금)까지 서종수 교수에게 보내고 의견 취합 후 차기 회의에서 review
- 8월, 9월 두 달간 위의 작업 계속 진행
- 이를 토대로 10월에 차세대 휴대이동방송을 위해 필요한 연구분야 도출

4. 제 4차 회의록

회의 일시 : 2007. 8. 29(수) 15:00 - 18:30

회의 장소 : 전파연구소 4층 회의실

회의 안건

- 1) 3차 회의록 검토
- 2) MPH 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답
- 3) 차세대 휴대이동방송 서비스/시스템 요구사항 제안 및 검토
- 4) 차기회의일정 및 안건 논의

회의 내용 및 결과

1) 3차 회의록 검토

- CMMB, A-VSB, ISDB-T(1seg) 서비스 및 시스템규격/ 요구사항 발표 및 질의응답

2) MPH 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답 (LG전자 DVT 연구소 박국연 상무)

- MPH 소개
 - “Mobile Pedestrian Handheld”의 약어 : miles per hour와 동일한 약어
 - 현재 DTV 밴드내에서 서비스 가능 (in-band)
 - ATSC 스펙을 기반으로 그 payload의 일부를 이용
 - ATSC 표준과 100% 호환
(상위 layer는 그대로 이용, physical layer만의 변경을 통해 성능향상)
 - 이동성에 주안점 : power saving 메카니즘 (DVB-H와 유사)
 - 고정된 datarate 하에서 다중 스트림을 전송할 수 있음
 - 부분적인 필드 테스트 수행, 좋은 성능 나타냄

● 질의응답

Q: 커버리지의 변화는 있는가?

A: 있다. 좁아질 거라고 생각한다.

Q: Required. SNR은?

A: Mix Mode시 7.8~8dB (기존방식은 14dB였음)

Q: 필드테스트 시 송신출력은 1MW인데, 그 이유는?

A: LOS (Line Of Sight) 상황에 비슷할 정도로 안테나 높이가 낮았다.

Q: 기존 ATSC 시스템과의 커버리지 차이로 인한 수신지역의 공동화 현상에 대한 대안은?

A: 동시에 두가지를 만족하기는 힘들다. 하지만 MPH가 수신되고 있다는 것을 인지하고 있는 상태라면, 기존 ATSC 커버리지의 일부구역에서 MPH 서비스를 이용할 수 있다. 또한 T-DMB에서의 경우처럼 안테나 기술의 발전에 따라 수신지역 문제가 어느 정도 해결될 것이라고 본다.

Q: 향후 일정은? ATSC 표준화 일정에 follow up 예정?

A: 2008년 상반기에 방향이 결정될 것으로 보인다.

Q: Mixed mode, turbo mode의 구분은?

A: Turbo mode : video1, video2의 code rate는 모두 1/4로 설정

Mixed mode : video1의 code rate는 1/4, video2는 1/2로 설정

Q: Group mapping size를 어떻게 정하는가?

A: 실험을 통한 경험치

Q: 켈컴의 전략적 방해는?

A: ATSC annual meeting시 켈컴측으로부터 콘텐츠만을 제공하라는 제의도 있었음

Q: 해외 시장에 대한 비즈니스 모델은?

A: 초기엔 free service와 광고수입으로, 시청자 확보 후엔 pay service로.

Q: Pay service엔 CAS를 위한 기술도 접목되어 있어야 하지 않나?

A: CAS는 따로 분리해서 상위 layer에서 처리 예정

3) 차세대 휴대이동방송 서비스/시스템 요구사항 제안 및 검토

- 기존 휴대이동방송 시스템의 요구사항 및 규격 요약 (연세대 서중수)
: T-DMB, DVB-H, MedioFLO

● 기존 시스템의 문제점을 토대로 한 차세대 휴대이동방송의 요구사항 (EBS 조성도)

- 가) 방송 콘텐츠는 모바일 생활패턴에 맞는 일정한 시간 이하의 길이로 제공할 것
- 나) 모바일 생활패턴에 맞는 장르의 프로그램을 제공할 것
- 다) Backward compatibility를 보장하는 새로운 기술 개발
- 라) 별도의 주파수 확보
- 마) S/W, M/W 기반의 단말/서비스로 수용, 또는 업그레이드가 용이할 것
: 서비스/단말별 등급분류가 용이
- 바) 자막(Closed Caption, CC)를 통한 선택적 서비스가 가능
- 사) SVC 등의 코덱기술을 통한 Scalability 보장 (다양한 해상도 지원)
- 아) 차량/핸드헬드 등 타겟별 서비스가 가능

● T-DMB를 기반으로 한 발전방향 (성균관대 신지태)

- : 기존 T-DMB 시스템 규격을 바탕으로 한, 보다 향상된 시스템규격 제시
- 가) 기존 T-DMB와 동일 또는 보다 우수한 수신성능을 제공할 것
- 나) 고화질 해상도를 제공할 것
- 다) CD 수준 (또는 DTV정도) 이상의 우수한 음질을 제공할 것
- 라) 대화형 양방향 서비스를 구현할 것
- 마) 사용자 기기와 용도의 다양성을 고려하여 비디오 부호화 규격으로 Joint Video Team (JVT) H.264 SVC(Scalable Video Coding)의 적용을 고려할 것
- 바) 오디오 부호화 규격으로 MPEG-4 ER-BSAC(Error Resilience Bit Sliced Arithmetic Coding) 또는 성능이 보다 우수하고 IP(지재권) 분쟁/특허권 부담을 피해갈 수 있는 기술을 고려할 것
- 사) 데이터 부호화 규격으로 MPEG-4 OD-BIFS(Object Description Binary Format for Scene)에서 좀 더 BIFS의 lightweight 한 버전의 적용을 검토할 것
- 아) 주 서비스 채널(Main Service Channel : MSC)은 패킷 모드와 스트림 모드 두가지 전송모드를 선택적으로 지원할 수 있을 것
- 자) 멀티미디어 서비스를 수용하기 위한 시스템 구조나 전송 메커니즘의 개선이 필요함

차) 리턴 채널 (Return Channel) 구성시 Wibro/WiMAX 망, Wireless Mesh 망(IEEE 802.11 기반)과 DMB 망간의 인터페이스 규격이 필요함

● 차세대 휴대이동방송의 서비스 요구사항 정리 (ETRI 이용태)

- 사용자의 요구사항을 기반으로 한, 서비스 요구사항 정리

가) 일반 요구사항 (사용자 요구사항)

- 누구나 간단한 조작으로 시청이 가능하여야 한다.
- 긴급상황에서의 재난/경보/안전/보안 정보를 송수신할 수 있어야 한다.
- 동일 단말로 다양한 방식의 표준을 수용할 수 있어야 한다.
- 언제 어디서나 Seamless 서비스가 가능해야 한다.

나) 실내, 휴대, 이동수신(400km/h 이하)이 가능하여야 한다.

다) 기존 지상파 방송 대비 주파수 이용 효율이 증대되어야 한다.

라) 방송과 통신의 융합된 서비스를 용이하게 제공할 수 있는 망을 구성할 수 있어야 한다.

마) Soft Handover가 보장되어야 한다.

바) 다양한 형태의 수신(다양한 화면 해상도, 휴대/이동/고정 수신 등) 기기를 지원할 수 있어야 한다.

사) 변조 모드 변경을 자동으로 감지하고, 수신 모드를 변경할 수 있어야 한다.

아) 채널 전환 및 서비스 선택에 소요되는 시간을 최소화 하여야 한다.

자) 단방향 방송 서비스 / 양방향 방송 서비스 / 제한 수신 서비스의 지원

● 질의응답

Q: “동일한 단말로 다양한 표준을 지원한다”는 것은 어떤 의미인가?

A: 다양한 전송 방식 또는 다양한 전송 매체에 대한 수용가능 여부를 의미한다. 사용자의 입장에서 본 요구사항이므로 내용에 포함시켰다.

Q: 이동수신 400km/h 의 기준은?

A: KTX 탑승시를 고려

Q: Backward compatibility에 대한 고려 여부는?

A: 고려하지 않았다. 이미 ETRI에서 연구중인 AT-DMB가 그것을 고려한 것이므로, 여기서 다룰 시스템은 이와는 다른 방면에서 접근되어야 할 것이다. Backward compatibility를 지원하지 않지만, 기존 송수신 설비는 최대한으로 이용하는 방향이 되어야 할 것이다.

Q: 방송과 통신의 융합이란?

A: 1) 통신망을 이용한 리턴채널 구성, 2) 방송을 위한 별도의 리턴채널 구성, 이 두가지 모두의 경우에서 구성된 리턴채널과 기존 통신망과의 융합 여부

Q: 조금 더 구체적 수치가 필요할 듯하다.

A: 서비스 요구사항이라서 그렇다. 시스템 요구사항에서는 보다 구체적인 사항들이 다루어질 것이다.

● 차세대 휴대이동방송 요구사항 (KBS 정신일)

- 가) 전송용량, 스펙트럼 효율, 전송성능 개선
- 나) 사용 대역폭과 주파수의 유연성 향상
- 다) 서비스 커버리지 모델의 고차 계층화
- 라) 수평적/수직적 handover의 지원
- 마) Full IP Transparency
- 바) 방송통신 복합 전송 및 망 통합형 서비스 지원 : 이종망간의 연동
- 사) 고품질, 스케일러블 콘텐츠 및 서비스
- 아) RF 채널당 제공 서비스 채널 수 증대
- 자) Clipcast Solution
- 차) 채널 전환시간과 수신기 전력소모 성능을 개선할 것
- 카) 가입자 관리, 인증, 과금 체계를 다양화할 것
- 타) 보다 효과적인 서비스 보호장치를 제공할 것
- 파) 요구사항 논의에서 추가로 고려해야 할 사항
 - : 방송계의 입장이 충분히 반영된 솔루션이 되어야 함
 - : 차세대 휴대이동방송 시스템의 개념을 명확히 해야 함

● 질의응답

Q: 정보통신부의 이동방송 기술 로드맵을 고려했을 때, 현재 우리가 논의하

고 있는 “차세대 휴대이동방송”은 언제 시작되는 것인가?

A: 정확한 정보없음, ETRI 이용태 박사에게 확인요청

Q: 위의 로드맵에서 “T-DMB 고도화”의 시기가 2010년임을 고려했을 때, 현재의 우리가 논의하고 있는 결과물은, 실제 시스템 개발에 어떻게 반영될 것인가?

A: 현재 ETRI에서 연구하고 있는 AT-DMB는 backward compatibility를 유지하는 연구방향이므로, 우리의 논의가 AT-DMB에 반영이 되느냐, 혹은 독자적인 방향으로 나가느냐는 backward compatibility를 유지하느냐 안하느냐가 결정되고 난 후 고려되어야 할 것이다.

4) 차기 회의 안건 상의

- 차기회의 일정

- 2007년 9월 17일(월) 15시 ~ 18시 30분
전파연구소 실험동 4층 회의실.

- 차기회의 안건

- 차세대 휴대이동방송 서비스/시스템 요구 사항 2차 제안 및 검토
- Backward compatibility 유지 여부 논의
(한동석 PM 참석 필요)
- 현재까지 제안된 사항 중 backward compatibility와 관련된 내용검토
- 10월 마지막 회의에서는 차세대 휴대이동방송 서비스 및 시스템 요구사항에 대한 최종 정리와 서비스/시스템 개발을 위한 연구분야 도출 예정

5. 제 5차 회의록

회의 일시 : 2007. 9. 17(월) 15:00 - 18:30

회의 장소 : 전파연구소 4층 회의실

회의 안건

- 1) 4차 회의록 검토
- 2) 차세대 휴대이동방송 서비스/시스템 요구사항 2차 제안 및 검토
- 3) 차기회의일정 및 안건 논의

회의 내용 및 결과

1) 4차 회의록 검토

- 4차 회의록 검토
- MPH 서비스 및 시스템 규격/요구사항 발표, 질의응답
- 차세대 휴대이동방송 서비스/시스템 요구사항 제안 및 검토

2) 차세대 휴대이동방송 서비스/시스템 요구사항 2차 제안 및 검토

- 4차 회의에서 논의된 사항들에 대한 한동석 PM의 의견
 - 기획작업반의 구성동기는 AT-DMB와는 별도로 차세대 휴대이동방송의 발전 방향을 모색해보기 위한 것이었다. 그러므로 backward compatability를 고려할 필요성은 적다.
 - 논의를 통해 도출된 결과는 새로운 기술의 개발이나 정책으로 당장 적용되기는 힘들 것이며, 추후의 주파수 정책, 외국의 상황, T-DMB 개발에 있어서의 반성할 점 등을 고려하여 앞으로의 휴대이동방송이 나아가야 할 방향이 어딘지 정확하게 집어보는 차원의 논의가 이루어져야 할 것이다.
 - 올해로 끝나게 되는 현 과제만으로는 모든 논의가 힘들어 보이며, 통신·방송, 모두의 입장을 고려한 모델이 개발되어야 할 것이다.

Q: AT-DMB의 개발에 있어 여기서 도출되는 의견을 반영할 수 있는 여지가 있는가

A: 좋은 의견이 있다면 과제실행계획서 작성시 참고하겠다.

Q: 개발된 기술 중 backward compatability가 가능한 것들에 대해 우선적으

로 상용화를 추진하는 등, 조금 더 폭 넓은 표준화, 기술개발에 대한 계획은?

A: T-DMB 처럼 덧붙여 나가는 방식으로는 한계가 있다. 경쟁 기술들과의 성능을 비교했을 때, backward compatability에 묶여 있기 보다는 이를 무시하고 나간다면 더 좋은 성능을 낼 수 있을 것이라 생각한다. 굳이 compatability를 든다면 RF 등 기본적인 부분에서만 compatability를 둘 수 있지, 많은 제약들 때문에 전송 쪽에서는 힘들 것으로 보인다.

Q: AT-DMB의 상용화 시기는 언제로 보고 있으며, 우리가 제안한 사항들중 backward compatability를 유지할 수 있는 의견에 대해서는 반영할 수 있는 여지가 있는가?

A: 특별히 좋은 아이디어가 없다면, 연내로 프로토타입이 만들어지므로 조금씩 바꾸는 것은 불가능하다. 누군가가 별도의 과제로 솔루션을 따로 제안해내지 않는 한 가능하지 않다. 하지만, 데이터 포맷의 변경을 통한 성능 개선은 고민할 여지가 있다.

Q: 우리 과제의 결과물이 나오는 시기는 11월이므로, backward compatability를 보장할 수 있는 좋은 제안이 나오더라도 실질적 적용은 힘들 것으로 보인다.

A: 정말 큰 솔루션이 없다면, 가능성이 약해 보인다.

Q: 우리 과제의 논의 방향이 DMB에 묶여 있을 필요가 없지 않은가?

A: AT-DMB의 개발과정에서 미처 고민되고 정리가 되지 못한 것들에 대해 다시 한번 고민해 보는 기회가 되는 것도 좋을 것 같다. 비단 이번만이 아니라, 추후 AT-DMB 상용화 과정에 수없이 언급될 사항들에 대해 정리하는 차원에서도 도움이 될 것이고, 더 나아가 후속과제에도 도움이 될 것이라 생각한다.

Q: AT-DMB는 주변의 의견반영 없이 독자적으로 만들어지는 것이 아니냐는 의견이 있는데, AT-DMB에 어떠한 사항이 반영되었고, 반영되지 못하였는지에 대해 정리하고 공론화하는 것이 필요하지 않을까.

A: AT-DMB에 대해서는 이미 많은 발표가 있었다.

Q: 단순히 발표를 듣고 의견을 반영하는 것으로 끝나는 것이 아니라, 그러한 의견반영 사항들이 서면으로 남아있었으면 한다.

A: 굳이 이 회의가 아니라, 다른 회의에서 논의되는 것이 맞다고 생각한다.

- 차세대 휴대이동방송 서비스 요구사항 의견 수렴 및 수정
별도 첨부자료 참고

3) 차기 회의 안전 상의

- 차기회의 일정
 - 2007년 10월 17일(수) 14시 ~ 17시 30분
연세대학교 공학원 3층 영상회의실 372호
- 차기회의안건
 - 차세대 휴대이동방송 서비스 요구사항 review
(요청 사항)
 - 서비스 임의 접근에 대한 적절한 수준에 대한 조사
 - 데이터 서비스의 형식에 관해 구체적 의견 제안
 - “모든 서비스(특히 채널 서비스)는 소구력을 갖춘 최소한의 수 이상을 제공할 것”에 대한 추가 설명 필요 (EBS)
 - 차세대 휴대이동방송 시스템 요구사항 의견 수렴 및 수정
 - 요구사항에 대해 최종적으로 정리하고, 이들을 구현하기 위한 기술 도출. 이를 위해 위원들은 도출 기술에 대한 제안을 미리 준비함.

6 제 6차 회의록

회의 일시 : 2007. 10. 17(수) 14:00 - 17:30

회의 장소 : 연세대학교 공학원 372호 영상회의실

회의 안건

- 1) 5차 회의록 검토
- 2) 차세대 휴대이동방송 서비스 요구사항 수정본 검토
- 3) 차세대 휴대이동방송 시스템 요구사항 검토 및 수정

회의 내용 및 결과

1) 5차 회의록 검토

- 프로젝트 기획 작업반의 역할 정리 (한동석 PM)
- 차세대 휴대이동방송 서비스 요구사항 검토

2) 차세대 휴대이동방송 서비스 요구사항 수정본 검토

● 비디오 서비스

Q : 임의접근의 의미는?

A : 같은 앙상블 내에서가 아니라, 한 앙상블에서 임의의 다른 앙상블의 비디오, 오디오, 데이터 채널로 접속하려고 할 때, 채널 스위칭 타임과 프로세싱 타임을 고려한 접근시간

Q: 용어의 혼란을 방지하기 위해, 용어설명을 추가하는 것이 좋겠다. (예:임의 접근)

A: 임의접근의 경우에는 T-DMB에서 정의되어 있는 사항이 있는지 확인해서 참고토록 하겠다.

Q: 세세한 수치들은 시스템 요구사항에서 정하도록 하는 것이 좋겠다.

A: 그렇다.

Q: 1세대라는 건 T-DMB를 의미하는 것인가?

A: 전 세계적 1세대 휴대이동방송이다. 단지 우리나라만의 기준이 아니라 전 세계의 요구사항 기준을 고려하도록 한다.

● 데이터 서비스

Q: 부가정보라는 건 어떤 의미인가?

A: 오디오와 비디오에 싱크된 데이터 서비스 및 독립적인 데이터 서비스

● 송수신 서비스 기능

Q: 여기서의 채널의 의미는? 통신환경을 뜻하는 채널이라면, 이러한 채널이 변할 경우, QoS를 유지할 수 있는가? 혹은, 프로그램 채널을 의미하는 것인가?

그러한 채널도 결국엔 통신채널의 영향을 받는데 이것을 개인별로 유지할 수 있는가?

A: 혼란을 가중시키므로, 지우도록 하겠다.

● 서비스 망, 운용 및 설비

Q: 사), 아)가 비슷한 얘기 아닌가?

A: 사)는 “서비스를 지원해야 한다”는 의미고, 아)는 이를 지원할 수 있는 “망”이 있어야 한다는 의미

Q: 가)의 의미가 콘텐츠의 데이터 포맷 자체가 IP 기반이라는 것을 의미하는가?

A: 그런 것은 아닌것 같다.

Q: IP 기반의 콘텐츠 포맷 (데이터 구조)에 대한 언급은 없어도 되는가?

앞으로의 발전방향이므로, 추가되어야 할 것 같다.

A: IP로 가면 유리하겠지만, 꼭 모두가 IP로 갈 필요는 없을 것으로 생각된다.

A: 방송망, 통신망, IP망을 자유자재로 이용할 수 있으면 유리하긴 하겠지만, 그것은 transport 계층에서의 문제이지, 그것을 처음부터 고려한다면 redundancy로 작용하지 않겠는가

Q: IP망이 지원되면 비즈니스 모델이 다양하지 않을까?

A: 대세이기는 하지만, 모든 망이 다 IP로 간다는데 대해 이견이 있을 수 있다.

● 지원서비스

Q: Rich Media 서비스의 개념은 어떤 것인가? 데이터 서비스의 범주가 아닌가?

A: 사용자의 요청에 의한 부가정보 서비스를 의미한다. 데이터 서비스와 비슷한 의미로서, 사용자 요청에 의한 PAD 서비스이다.

Q: 데이터 서비스 이외의 리치미디어라하면 또 다른 의미로 다가오는지?

A: 정통부의 이동방송기술 로드맵에서도 사용되는 용어이다.

Q: clip casting은 포함하는것이 좋겠는가? 초기 MediaFLO에서 언급되던 사항

A: 포함되어도 좋을 것 같다.

3) 차세대 휴대이동방송 시스템 요구사항 검토 및 수정

● 비디오 부호화 규격

Q: 정확한 기술에 대한 명시를 할 것인가, 아니면 “HD/SD/CIF scalable 비디오 코딩 적용“과 같이 언급할 것인가?

A: 검증없이 코덱하나를 못 박는 것은 좋지 않다고 생각한다.

Q: 서비스 요구사항에서 언급된 “HD/SD/CIF scalability 비디오 코딩 지원”은 시스템 요구사항으로 옮기는 것이 나아 보인다.

A: 그렇게 적용하겠다.

Q: On2 True Motion VP6 & VP7 이 무엇인가?

A: KBS에 확인해보고, 예에 추가할지 뺄지 살펴보겠다.

Q: “항상 일정한 QoS를 보장하는 기술”에 대한 언급을 뺄것인가? 예전에 차세대방송기술연구센터에서 MPEG4 AVC와 관련하여 비슷한 기술을 시연한 적이 있다.

A: 실제 방송에서는 data rate가 넘쳐 버리는 경우가 발생할 수도 있을 것이다.

Q: 옵션사항으로 두고, 방송국에서 선택해서 운용할 수 있도록 하는 것은 어떤가?

A: 추후의 높은 data rate 시스템에서는 필요할 것으로 보이므로 “일정수준 이

상의 QoS”에 대한 언급은 해줄 필요가 있을 것 같다.

A: 일단 여기서는 빼고, 반드시 들어가야 할 사항이면 추가하겠다.

● 오디오 부호화 규격

Q: “오디오 압축효율이 얼마 이상이어야 한다“ 등의 언급은 필요치 않은가?

A: T-DMB 규격에도 그 정도까지는 되어 있지 않다.

- 비디오에 scalability를 고려하는 것처럼, 오디오에서도 scalable 오디오 코딩을 적용하는 것은 어떨까?

- “1세대 오디오코딩보다 성능이 우수할 것”

- 지원서비스에 실감방송 서비스가 언급되어 있으므로, 시스템 요구사항도 이를 지원할 수 있는 항목이 있어야 할 것 같다.

Q: 3D 오디오와 5.1채널 오디오를 혼용해서 사용하고 있는가?

A: 다른 개념이다.

● 전송프레임 구조

- 이 용어들은 DMB에서 그대로 온 것으로 보인다.

- local/wide area service의 동시 지원에 관한 언급이 있었는데, 이를 위해 전송프레임의 구조를 고려해야 할 것 같다.

- 지금 여기에 대해 구체적 구조를 논할 수는 없을 것 같고, 서비스 요구사항에서 언급되었던 사항들 중, 전송프레임에 영향을 미치는 사항들에 대해 논의해보자.

- T-DMB에 쓰이는 용어인 MSC는 사용하지 않는 것이 좋아 보인다.

● 수신제한

Q: 네트워크 레벨에서의 수신제한이 있을 수 있고, 콘텐츠 레벨에서의 수신제한이 있을 수 있는데 여기서 의미하는 것은?

A: 시스템 요구사항이므로, DRM이라고 생각하기엔 어려워 보인다.

- 기본적으로 CAS가 동작하는 것은 EMM(Entitlement Management Message)와 ECM(Entitlement Control Message)을 전달해야 하고, 이것을 전달하기 위한 구조가 포함되어 있어야 한다. 그리고 채널별 CAS라든지 그와 관련된 최소의 대역폭에 대한 언급도 필요할 것으로 보인다.

Q: DCAS (Downloadable CAS)에 대한 언급을 하는 것은 어떤가?

A: CAS의 기본적 프레임만을 정의하고, 여러 가지 CAS는 업자가 원하는 대로 적용할 수 있도록 하는 것이 좋은 것 같다.

- EMM, EMC를 전달할 수 있는 구조만 만들어 두고, 각 CAS 업체가 DCAS 등 원하는 방식을 적용하면 될 것 같다.
- 현재의 일반적인 CAS는 EMM과 ECM의 틀만을 만들어 두고 있다. DCAS는 그런 것들을 유저쪽에서 다운받아서 변경할 수 있도록 하는 것이다.

Q: 여러 CAS가 동시에 들어갈 수 있도록 하는 것은 어떤가?

A: 스크램블러 같은 것은 몇 개씩 넣어서 사용할 수 있다.

-> DMB에서는 복수개의 CAS가 들어갈 수 있도록 하는 것을 채택함. 이것은 사업자측에서 필요할 것으로 보인다.

- 1. EMM, ECM을 동일망에서 전달할 수 있는 구조
- 2. 사이멀크리트를 지원할 수 있을 것
- 3. Downloadable CAS의 적용이 가능할 것

● 전송용량, 스펙트럼 효율, QoS

Q: 차세대가 실제로 어떠한 새로운 어플리케이션을 지원할 것인가?

A: 우리가 이러한 부분에 대한 결론을 도출할 수 없고, 이것은 엔지니어링 파트가 아니라 다른 부분에서 나와야할 것으로 예상된다. 하지만 선언적 의미로 놔두는 것도 좋을 것 같다.

Q: 서브채널별로 QoS를 다르게 한다는 것은 signaling 채널이 추가로 필요한 것 아닌가?

A: T-DMB에는 지원되고 있다. (?)

Q: 그것은 채널별로 다양한 변조방식, coderate 등을 선택적으로 사용할 수 있

어야한다는 의미인가?

A: 그렇다. DVB-T는 선택이 가능하지만, 한 멀티플렉스 전체에 동일하게 적용되어야 하므로 서브채널별로 적용될 수 없으므로, 이것이 서브채널별로 적용되어야 함을 의미한다.

● 서비스 커버리지

Q: DTV와 모바일TV 간의 통합전송까지는 고민했으나, 넣지 않았다.

허나 4G에서는 이것까지도 고려할 것이다.

A: 그러면, 다)항과 라)항의 앞부분은 빼더라도, 다양한 품질의 이동방송서비스를 제공한다든지, 점진적 품질 열화를 통한 서비스 커버리지의 확장에 관한 말은 서비스 요구사항에서 언급되어야 할 것 같다.

● Handover (HO)

Q: soft HO와 seamless HO와의 차이는?

A: seamless HO를 가능하게 하는 기술 중 하나가 soft HO이므로, 굳이 soft HO를 고집할 필요는 없어 보인다.

- 가능할진 모르겠지만, 음역지역에서는 이중망을 통한 HO가 가능토록 하는 기술도 고려했으면 좋겠다.

● Full IP Transparency

- IP 콘텐츠 재사용 및 IP 망과의 연동은 DVB-H에서 의미하는 IP encapsulation 등으로 가능하다. 하지만 여기서 얘기하고자 하는 full IP transparency는 이와 같은 cascade 방식이 아닌 physical layer에 IP를 바로 적용하고자 함을 의미한다. 다시 말해 BCN 환경에 맞추자는 의미이다. 코어망이 전부 full-IP 기반망으로 이루어질 경우, 그러한 환경에 맞추자는 의미이다.

● 채널전환시간과 수신기 전력소모

Q: “1세대의 성능보다 우수할 것“이라고 하는 것은 어떨까?

A: 이번에 MediaFLO 시연을 보니 그 성능이 많이 향상되었다. 그 수준까지 갈 수 있을 것인가?

A: 목표는 그 수준으로 잡는 게 맞을 것 같다.

● Clipcast solution

- 서비스 요구사항에 언급되어 있으므로, 이에 대한 특별한 시스템 요구사항이 있지 않다면 없애도록 하겠다.

● 수신기능

Q: SDR의 개념이 들어가 있는 단말을 의미하는가?

A: 그렇다.

Q: 여러 칩을 물리적으로 하나의 칩에 집어 넣은 것이냐, 아니면 소프트웨어적으로 구현한 것인가?

A: 굳이 SDR을 고려했다기보다는 그러한 개념이 추가되어야 함을 의미한다.

Q: 이것은 여기서 언급할 것이 아니라, 제조업자의 몫이 아닌가?

A: 서비스 요구사항에 가까운 것이므로, 유저입장에서 본다면 서비스 요구사항으로 필요할 것이다.

Q: 라)항목에서 SDR의 니앙스를 빼는 것이 좋을 것 같다.

A: 변조모드의 다양화가 이루어질 경우, 수신기도 이에 맞추어야 한다는 의미였으나, 송신측에서 그러한 것들이 지원되면 수신측은 당연히 구현해야하는 사항이므로 빼도록 하겠다.

Q: SDR 단말기의 상용화 가능성이 근시일내에 가능한 것인가?

A: 우리가 판단내릴 문제는 아니므로, 이 항목을 빼는 것이 낫겠다.

A: 업그레이드를 언급하고 있는 부분은 필요할 것으로 보인다.

A: 마) 항목을 일단 넣어두고, 나중에 EBS에 확인하도록 하자.

4) 차기 일정

- 오늘까지 논의된 서비스/시스템 요구사항에 대한 내용을 10월 30일까지 재검토함
- 논의된 서비스/시스템 요구사항을 고려했을 때, 이러한 서비스/시스템을 구현하기 위해 연구개발되어야 할 기술분야에 대한 의견을 11월 2일까지 제안함

Q: 기술분야의 상세수준은 어느 정도인가?

A: 예를 들면 “QPSK에서 16QAM까지 지원하는 계층적 변복조 기술에 대한 연구가 필요하다.”, “코딩은 보다 성능이 우수한 LDPC, STFC에 대한 연구가 필요하다.”등 항목만 정해주면 될 것이다.

Q: 이번이 마지막 회의입니까?

A: 차후 회의는 없고, 보내드릴 내용을 검토하여 온라인상으로 답신주기 바람.

주 의

1. 이 연구보고서는 전파연구소의 연구개발사업비 재정 지원으로 이루어진 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 전파연구소 연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.