

국내 지상파 DMB 시스템 (Eureka-147) 기술

□ 박소라, 임중수 / 한국전자통신연구원

T-DMB(Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting: 지상파 디지털 멀티미디어 방송)는 이동중인 수신자에게 오디오, 비디오, 데이터 등 다양한 멀티미디어 서비스의 시청을 가능하게 하는 새로운 디지털 방송 규격으로 우리나라에서는 IT839 전략의 신 성장 산업인 디지털 TV와 함께 '8대 서비스' 품목에 포함되어 차세대 성장 엔진 사업으로 선정되었고, 2005년 상반기에 ETSI(European Telecommunications Standards Institute) 표준으로 제정되었으며, 2005년 12월 본 방송을 수도권에 실시하였으며, 2006년 전국 방송을 실시하였다. T-DMB 방송은 전용 단말기 및 휴대폰을 통해 디지털 오디오 서비스 및 TV 방송뿐만 아니라 증권, 날씨, 교통 안내 등의 데이터 방송 서비스, TV 쇼핑, 재난 방송 등 다양한 서비스를 받을 수 있다. 본 논문에서는 T-DMB의 전송규격으로 채택된 ETSI EN

300 401(Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting(DAB) to mobile, portable and fixed receivers: 이하 Eureka-147로 명한다.)의 전송 시스템 구조를 간략히 소개한다.

1. 서론

국내 T-DMB는 전송규격으로 Eureka-147을 채택하고, 비디오 부호화는 MPEG-4(Moving Picture Experts Group-4) AVC(Advanced Video Coding), 오디오 부호화는 MPEG-4 BSAC(Bit Sliced Arithmetic Coding), 다중화와 동기화는 MPEG-2와 MPEG-4를 채택하였다[1],[2].

ITU-R은 디지털 라디오 방송을 위한 권고로 Eureka-147을 Digital System A(ITR-R rec. 774, 789)로 채택하여, 초단파/극초단파대

〈표 1〉 Eureka-147 전송 파라미터

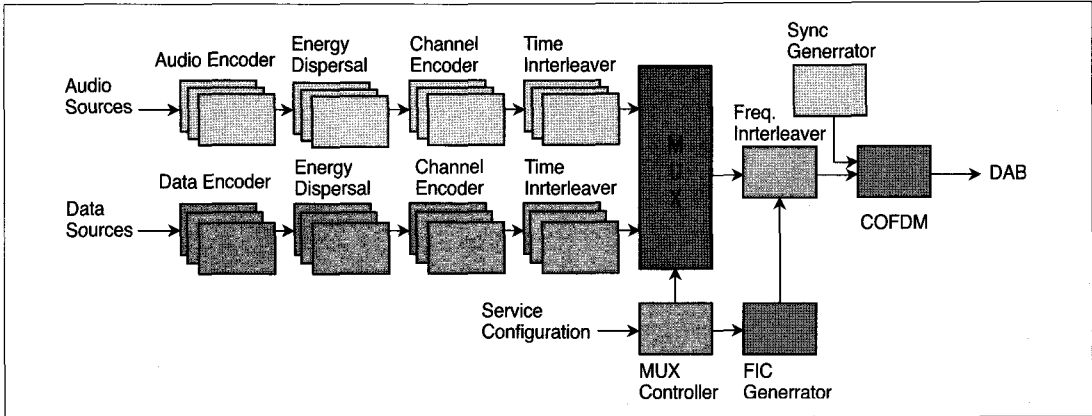
신호		COFDM			
변조기법		DQPSK			
채널부호화		Convolutional : variable rate, constraint length=7			
시간 인터리빙	ms	Depth = 384			
주파수 인터리빙	MHz	Width = 1,536			
유효 데이터 율	Mbps	0.8 ~ 1.7 Mbps			
시스템 대역폭	MHz	1,536 MHz			
전송모드		I	II	III	IV
응용분야		지상파(SFN)	지상파	위성/케이블	Terrestrial
주파수 대역	GHz	< 0.375	< 1.5	< 3	< 1.5
프레임당 전송 심볼개수		76	76	153	76
부 반송파 수		1,536	384	192	768
부 반송파 간격	KHz	1	4	8	2
보호구간	μs	246	62	31	123
유효 심벌 길이	μs	1,000	250	125	500
전송 프레임 길이	ms	96	24	24	48
N배 심벌 길이	μs	1,297	324	168	648

(VHF/UHF), 지상파 및 위성 디지털 음성방송으로 차량수신용, 휴대수신용, 고정수신용으로 권고하고 있다[2].

Eureka-147은 전송 대역폭으로 1,536MHz를 차지하며, 다수의 오디오 서비스 전송이 가능하도록 MPEG Audio Layer II에 기반한 고품질 오디오 압축 기술(MUSICAM : masking pattern adapted universal sub-band integrated coding and multiplexing)을 적용하였고, 전송 방식으로는 다중 경로 페이딩 및 도플러 확산에 강인하고 SFN(Single Frequency Network) 구축이 용이하게 하기 위해 COFDM(Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 전송 방식을 채택하였다. 변조방식은 $\pi/4$ -DQPSK(Differential Quadrature Phase Shift Keying), 오류 정정 부호화 방식은 1/4 길쌈 부호(convolutional code)를 기반으로 한 RCPC를 사용하였고, 오디오 및 데이터의 연접오류(burst error)를 방지하기 위한

384msec의 데이터에 대해 시간 인터리빙(Time Interleaving) 및 OFDM 심벌 길이의 주파수 인터리빙(Frequency Interleaveing) 기술을 적용하였다. 또한, 다수 개의 오디오 및 데이터를 최적 데이터율로 전송하기 위해 UEP(Unequal Error Protection) 및 EEP(Equal Error Protection)을 두고 있으며 오디오 데이터의 경우 오류에 대한 민감성을 고려하여 UEP을 사용한다.

전송규격은 지상 단일주파수방송망(SFN) 밴드 I, II, III의 지역방송에 적합한 전송모드 I, 밴드 I, II, III, IV, V와 L 밴드에 적합한 전송모드 II와 IV 그리고, 3GHz 이하의 지상방송, 위성방송, 케이블, 지상 및 위성방송에 적합한 전송모드 III의 4가지 전송모드를 정의하고 있다[3]. 〈표 1〉에 Eureka-147 규격의 전송모드별 전송 파라미터가 나타나 있으며 (그림 1)에 Eureka-147 전송 구조가 나타나 있다. 국내 T-DMB는 현재 전송모드 I 을 사용하고 있으므로 본문에서는 모드 1을 기준으로 Eureka-147 시



〈그림 1〉 Eureka-147 전송 구조

시스템을 소개하고자 한다.

이를 위해 I 장에서는 전송 구조, II 장에서는 전송 프레임 구조, III 장에서는 MCI(Multiplex Configuration Information)에 대해 간단히 소개한다.

II. 본 론

1. 전송 구조

국내 T-DMB에서 채택하고 있는 전송 구조는 그림 1과 같다. 이 절에서는 블록 별로 그 특성을 살펴본다.

1) 에너지 확산 (Energy dispersal)

전송 신호의 원하지 않는 균일성을 가지는 신호 패턴의 전송을 피하기 위하여 의사무작위신호(Pseudo-Random Bit Sequence: PRBS)를 가하며, 생성다항식은 $P(X) = X^9 + X^5 + 1$ 이 사용된다. FIC(Fast Information Channel)는 FIB(Fast Information Block) 마다 MSC(Main Service

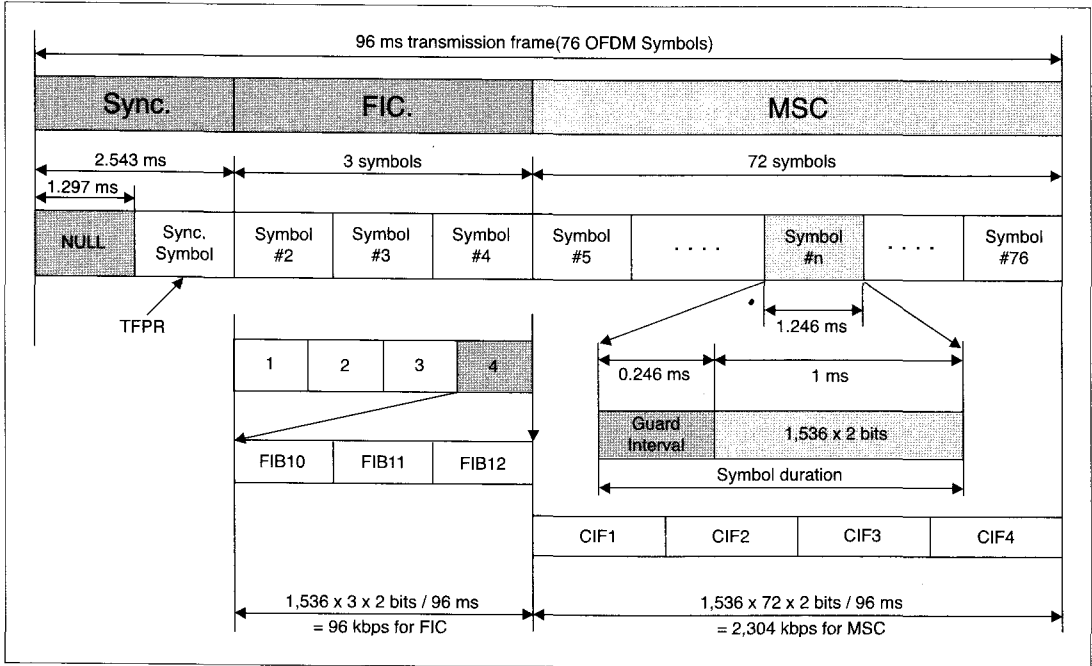
channel)에는 각 채널마다 PRBS가 가산된다.

2) 길쌈 부호화

채널로 인한 비트 오류의 확률을 줄이기 위한 채널 부호로 길쌈 부호를 적용하며, 부호화율을 변화시킬 수 있는 상승부호(Rate-compatible punctured convolutional codes: RCPC)를 사용한다. 부호화의 구속장 길이는 7이고, 유효데이터와 모 부호의 비가 1/4 길쌈부호화기를 사용하여, 부호화율은 8/12에서 8/24까지 13단계로 조정할 수 있다. UEP과 EEP의 2가지 종류로 사용가능하며, 전자는 주로 오디오에 적용되며, 데이터에 사용될 수 없다. 후자는 데이터뿐만 아니라 오디오에도 사용된다.

3) 인터리빙 (Interleaving)

순간잡음에 대한 내성강화를 위해 채널 부호화와 함께 인터리빙을 적용한다. 인터리빙은 데이터열의 순서를 일정단위로 재배열함으로써 순간적인 잡음에 의해 데이터열 중간의 일부 bit가 손실되더라도 그것을 복구할 수 있도록 해주는 역할을 한다. Eureka-147의 경우 시간 인터리버와 주파수 인터



〈그림 2〉 전송 모드 1의 전송 신호 구조도

리버를 사용한다.

시간 인터리버의 깊이는 전송 모드 1.의 경우 16 프레임으로 384ms의 전송지연을 동반한다.

주파수 인터리버는 대역 전체에 무작위로 FIC, MSC의 OFDM 심볼단위로 적용한다.

2. 전송 프레임 구조

표 2는 전송 모드에 따른 전송 프레임의 특성을 그림 2는 하나의 전송 프레임에 포함되는 FIC와 MSC의 구조를 보인다.

전송모드 I은, 하나의 프레임에 해당되는 12개의 FIB는 4개의 그룹으로 나누어지며, 하나의 프레임 상에서 4개의 CIF(Common Interleaved Frame)는 각 그룹 중 하나에 할당된다. 최초 3개의 FIB 는 첫 번째 CIF와 관련된다. 4,5,6 번째 FIB는 2번째 CIF와 관련되며 이하 FIB도 같은 방식으로 연관된다. 전송모드 II, III의 예에서는 하나의 CIF와 모든 FIB에 연관되어있다. 전송모드 IV에서는 6개의 FIB는 2개의 그룹으로 나누어지며, 각각의 FIB 그룹은 2개의 CIF로 나누어 할당된다.

전송모드 I은 많은 수의 방송파를 조밀하게 배치

〈표 2〉 전송모드에 따른 전송 프레임 특성

Transmission mode	Duration of transmission frame	Number of FIBs per transmission frame	Number of CIFs per transmission frame
I	96 ms	12	4
II	24 ms	3	1
III	24 ms	4	1
IV	48 ms	6	2

하여 주파수 인터리빙 효과를 극대화하고, 심볼구간을 길게 함으로써 허용 가능한 다중경로의 지연 시간을 길게 하여 단일주파수 방송망에 적합하게 설계되었으나, 사용 가능한 주파수 영역은 250MHz까지로 제한된다.

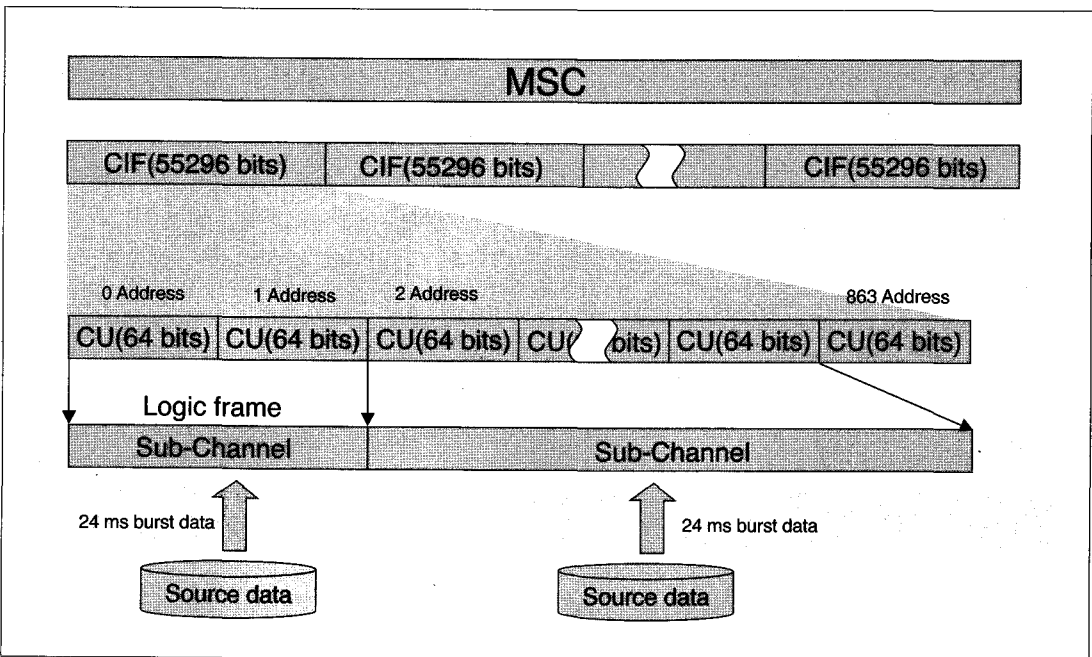
전송모드 III은 방송과 간격을 넓게 하여 도플러 주파수의 허용치를 크게 함으로써 동작주파수 영역을 3GHz까지 확장할 수 있다. 그림 3은 국내 T-DMB가 채택하고 있는 모드 1의 전송 프레임 구조이다.

1) Main Service Channel (MSC)

그림 3은 MSC의 구조를 좀더 자세히 보인다. MSC는 오디오 및 데이터 SC(Service Component)를 전송하는 채널로, ERP또는 UEP으로 개별적으로 길쌈 부호화된 다수의 서브채널로 나누어진 시간 인터리빙된 데이터 채널이다. 각각의 서브채널

은 하나 이상의 SC를 가진다. 서브채널과 SC의 구성을 멀티플렉스 구성이라 한다. MSC는 CIF으로 구성되며, CIF는 55,296비트를 가진다. CIF를 접근할 수 있는 가장 최소 단위는 CU(Capacity Unit)이며, 64비트로 구성되어 있다. 따라서 CIF는 864 CU를 가지며, CU 주소 0~863으로 접근할 수 있다. 또한 MSC는 서브채널로 나누어진다. 각각의 서브채널은 연속적인 CU로 구성되며, 길쌈 부호화된다. 각각의 CU는 하나의 서브채널에 사용될 수 있다. SC는 오디오 또는 데이터를 전송하는 서비스의 부분이다.

MSC에 전송되는 데이터는 소스에서 각각의 CIF의 서브채널에 상응하는 24ms의 균일한 버스트 데이터로 나누어진다. 각각의 데이터 버스트는 논리 프레임을 구성하며, 논리 프레임은 CIF와 상관되어 있다. 연속적인 CIF는 MCI내에 정의되는 CIF 카운터로 식별된다.



(그림 3) MSC 채널 구조

〈표 3〉 패킷 전송 길이

Packet length b ₅ b ₄	packet length (in bytes)	packet data field length
0 0	24	19
0 1	48	43
1 0	72	67
1 1	96	91

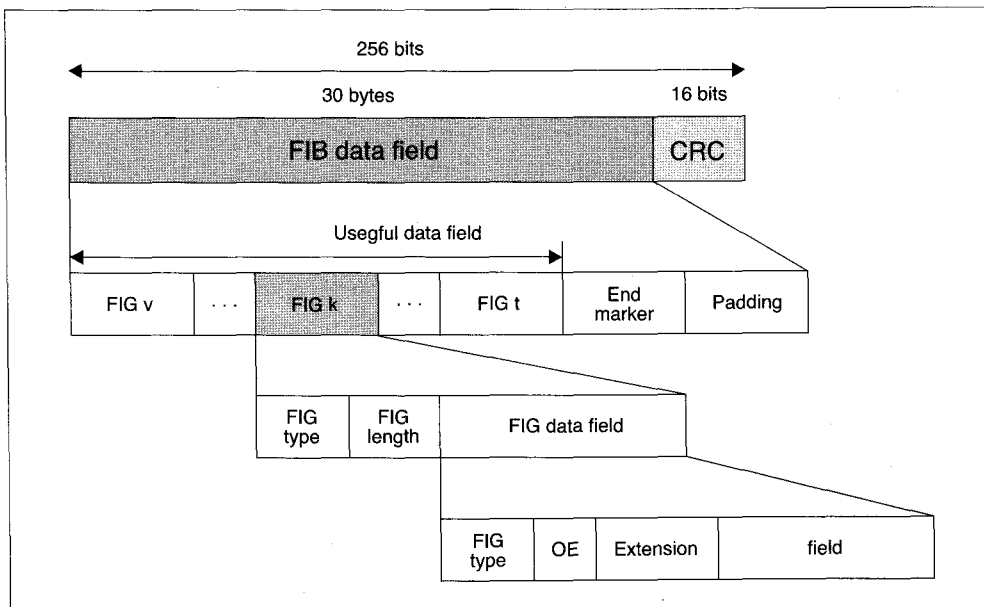
MSC는 스트림 모드 혹은 패킷 모드로 전송된다. 스트림 모드는 소스에서 송신까지 연속해서 전송해야 하며 적용되는 응용 서비스의 데이터율은 8kbit/s의 배수로 고정되어진다. 응용서비스는 요구에 의한 정보를 공급하거나 저속의 비동기 신호에 대한 데이터 처리 방법을 포함하고, 데이터는 논리 프레임으로 나누어진다. 따라서 하나의 SC는 하나의 서브채널을 통하여 전송된다.

패킷 모드에서는 같은 서브채널 상에서 다수의 SC가 전송되며 데이터율은 8 kbit/s의 배수이고 서브채널의 가능한 총용량에 제한된다. 각각의 패킷은 주소에 의하여 구별되고, 다른 주소를 가진 패킷

은 서브채널상에서 순서에 관계없이 보내질 수 있다. 패킷은 표 3과 같은 4개의 표준 패킷 길이로 전송된다. 하나의 논리 프레임에서 다수의 패킷이 존재할 경우, 서브채널에 여러 길이를 가진 혼합 패킷 타입이 허용된다. SC와 패킷 주소와의 상관관계는 MCI에 주어진다.

2) Fast Information Channel (FIC)

FIC는 수신기의 빠른 정보의 접속을 위해 사용되는 채널이다. 따라서 주로 MCI를 전송하는데 사용되고, 선택적으로 SI(Service Information) 및 데이터 정보를 전송한다. FIC는 중요 정보의 전송을 위



〈그림 4〉 FIB 구조

(표 4) FIG 타입 목록

FIG type number	FIG type	FIG application
0	000	MCI and part of the SI
1	001	Labels etc. (part of the SI)
2	010	Reserved
3	011	Reserved
4	100	Reserved
5	101	FIC Data Channel(FIDC)
6	110	Conditional Access(CA)
7	111	In house (except for Length 31)

해 사용되고 수신기에서 빠른 복호가 필요하므로 고정된 EEP를 적용하며, 시간 인터리빙을 하지 않고, 고수준의 채널 코딩을 사용하는 데이터 채널이다.

FIC는 그림 2에서 보이는 바와 같이 FIB(Fast Information Block)로 구성된다. 전송 모드 1의 경우 하나의 프레임당 전송되는 FIB의 개수는 12개이다. FIB는 총 256 비트이며, FIG(Fast Information Group)로 구성된 FIB 데이터 필드와 CRC(Cyclic Redundancy Check)로 구성된다. 그림 4는 FIB의 일반적인 구조와 FIC로 가장 많이 전송하는 타입 0에 대한 데이터 필드를 나타낸다. FIG가 전송하는 정보는 표 4와 같이 7가지의 타입이 있다.

3) Synchronization channel

Null과 PRS(Phase Reference Symbol)으로 구성되며, 전송 프레임 동기, 자동 주파수 제어, 채널 상태 추정 및 송신기 식별에 관한 기본적인 복조 기능을 위하여 사용된다.

Null 심볼 구간 동안은 데이터를 전송하지 않는다. 그 길이는 표 1에서 보이는 바와 같이 전송 모드 별로 다르다. PRS 심볼은 전송 모드 별로 특정 패턴이 고정되어 있어 차동부호화에 사용한다. 송수신 간에 알고 있는 심볼 패턴이라는 점을 이용하여 동

기에 사용된다.

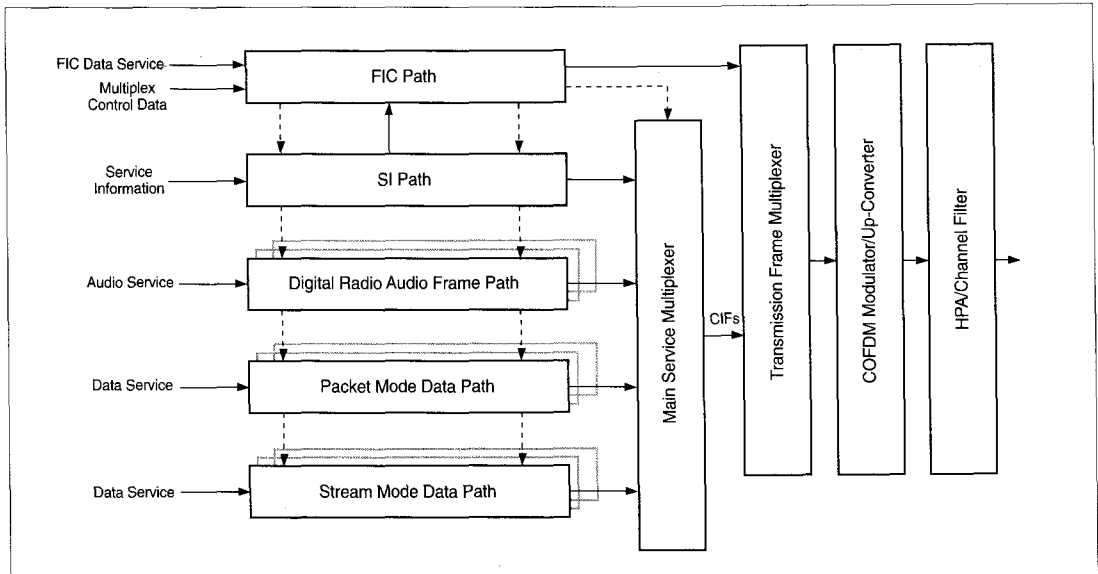
3. MCI(Multiplex Configuration Information)

국내 T-DMB의 MUX(Multiplex) 구조는 그림5와 같고, 구조에 대한 정의는 MCI에 구성된다.

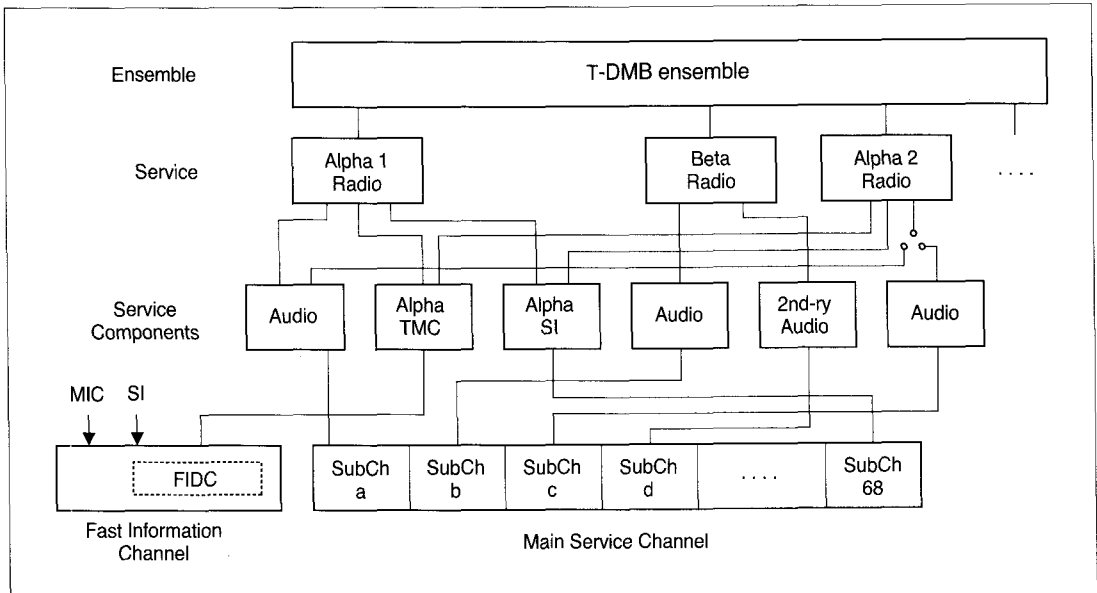
국내 T-DMB 수신기는 MUX로 인해 다중 송신된 SC에 접근하기 위해 그림 6과 같이 계층적으로 접근해야 한다. 최상위 계층으로 앙상블이 존재하며, 차례로 서비스, SC로 구성된다. 하나의 앙상블을 통하여 여러 개의 서비스로 접속되며, 각각의 서비스는 하나 이상의 SC로 구성된다. 서비스에서 필수적인 SC를 Primary SC로, 부과적인 SC를 Secondary SC로 정의한다.

그림 6은 서비스 구조의 일례를 나타낸다. DAB 앙상블은 앙상블 라벨("T-DMB ensemble")에 의하여 인식되며, 앙상블 내에는 3개의 서비스가 묘사되어있다.

"Alpha 1 Radio"는 하나의 Primary 오디오 SC와 TMC(Alpha-Traffic Message Channel)와 SI(Alpha-SI) 정보를 나타내는 2개의 Secondary SC를 포함한다. 오디오 SC와 SI는 MSC상의 서브



〈그림 5〉 MUX 구조



〈그림 6〉 DAB 서비스 구조의 예

채널을 통하여 전송되며, TMC는 FIC사의 FIDC(Fast Information Data Channel)를 통하여 전송된다. “Beta Radio”는 Primary 오디오 SC와 Secondary 오디오 SC를 가진다. “Alpha 2 Radio”

는 Alpha-TMC와 Alpha-SI를 공유하고 Alpha 1 Radio의 오디오 SC를 스위칭하여 접속한다. 양상블 내의 다중화 구조는 MCI에서 정의되며, 다음과 같은 주요 기능을 가진다.

(표 5) DSCTy(Data Service Component Type) 필드 값에 따르는 데이터 SC 타입

b ₁₃	b ₈	
0 0 0 0 0 0		Unspecified data
0 0 0 0 0 1		TMC
0 0 0 0 1 0		EWS(Emergency Warning Systems)
0 0 0 0 1 1		ITTS(Interactive Text Transmission System)
0 0 0 1 0 0		Paging
1 1 1 1 0 0		MOT(Multimedia Object Transfer)
1 1 1 1 0 1		Proprietary service no DSCTy signaled
1 1 1 1 1 0		Proprietary service DSCTy from the service-specific extension table
1 1 1 1 1 1		DSCTy from the general extension table

1) 서브 채널 구성

FIG 타입 0의 확장형 1(FIG 0/1)에서 정의한다. 각 서브채널의 CIF상에서의 위치, 크기, 보호 수준을 정의한다. 각각의 서브채널은 시작 번지(0~863 CU)와 서브채널의 크기 및 보호 수준을 정의하며, 64개의 서브채널은 서브채널 ID를 통하여 다중적으로 접속할 수 있다. 서브채널 ID는 MSC 상의 서브채널 위치와는 상관이 없다.

2) 서비스 구성

FIG 0 타입의 확장형 2,3,4,7,8(FIG 0/2,3,4,7,8)에서 정의한다. 앙상블 내에 전달되는 서비스와 SC를 정의한다. 앙상블 내의 각각의 서비스는 서비스 ID에 의하여 구별되는데, 서비스 ID는 앙상블내에서 유일하다.

MSC상에서 스트림 모드로 SC가 전송될 때, 서비스 ID, 나라 ID, 서비스 종류 등에 대한 기본적인 서비스 구성 정보는 FIG 0/2에서 정의한다. 여기에서 정의된 전송 데이터 타입의 종류는 표5와 같다.

패킷 모드 전송을 위해 FIG0/3을 이용하여 서브채널과 패킷 주소를 추가적으로 정의한다.

스트림 모드나 FIC에서 CA(Conditional Access) 기능을 갖는 SC에 대한 추가적인 정보를 FIG0/4에

정의한다.

표 5에 정의되어 있지 않은 데이터 타입에 대한 정보를 정의하고자 데이터 컴포넌트 서비스 타입의 연결 고리 및 독점적인 데이터 SC를 FIG0/7에 정의한다.

FIG0/8은 앙상블 내의 유효한 SC 설명과 다른 앙상블 내의 SC 설명을 정의하는 데 사용된다.

3) 앙상블 정보

앙상블 정보는 FIG 타입 0의 확장형 0(FIG 0/0)에서 정의 된다. SI와 앙상블내에 포함되는 모든 서비스에 대한 제어 메커니즘을 포함하며, 알람 플래그와 멀티플렉스 재구성의 관리를 위한 CIF 카운터를 제공한다.

4) 멀티플렉스 재구성(Multiple re-configuration)

앙상블 정보에서는 연속적인 서비스 전송과정에서 멀티플렉스 구성의 변화에 대한 필요한 메커니즘을 제공한다. 이러한 멀티플렉스 재구성은 현재의 구성을 위한 MCI 뿐만 아니라 앞으로의 멀티플렉스 구성의 MCI에 관련된 부분을 미리 전송함으로써 이루어진다. 서브채널 구성이 변경될 때, MCI에

관계되는 부분은 FIG 0/2, FIG 0/3, FIG 0/4, FIG 0/7이다. 따라서 모든 MCI 메시지는 현재의 멀티플렉스 구성을 적용하는지, 미래에 적용하는지를 나타내는 C/N 플래그를 가진다. 서비스의 연속성은 정확한 시간의 전송이 필요하다. 그 시간부터 멀티플렉스 재구성이 적용된다. 2개의 CIF 사이의 시간 경계가 이러한 목적으로 사용된다. 모든 CIF는 CIF 카운터의 값으로 주소가 매겨진다. CIF 카운트의 하위 부분으로 구성되는 occurrence change field는 멀티플렉스 재구성 시간을 전송한다. 이것은 최대 6초의 시간의 간격을 미리 두고 멀티플렉스 재구성 정보를 전송한다.

III. 결론

지금까지 국내 T-DMB에서 채택한 전송 기술인 Eureka-147에 대한 대략적인 구성을 살펴보았다. Eureka-147을 기반으로한 국내 T-DMB 본방송은 2006년에 시작되어 정착되고 있으며 각계에서 다양한 서비스를 요구하고 있다. 이에 발맞추기 위해 여러 연구기관, 학계 및 산업체에서 미들웨어 데이터 서비스, 사용자 맞춤형 서비스, 3D 서비스, 고화질 방송 서비스 등을 위한 연구를 진행 중이다. 이러한 연구 개발의 결과로 향후 국내 T-DMB의 발전 속도는 더욱 가속화 될 것으로 기대한다.

● 참고 문헌 ●

- [1] TTAS.KO-07.0024 초단파 디지털라디오방송 송수신 정합표준, 2003.
- [2] TTAS.KO-07.0026 초단파 디지털라디오방송 비디오 송수신 정합표준, 2004.
- [3] ETSI EN 300 401 v1.4.2, Radio Broadcasting Systems: Digital Audio Broadcasting to Mobile, Portable and Fixed Receivers, 2006.01.

필자 소개



박 소 라

- 1995년 2월 : 성균관대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 1995년 ~ 1996년 : 삼성전자 연구원
- 1999년 2월 : 성균관대학교 전기전자컴퓨터공학부 졸업(공학석사)
- 1999년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 지상파전송기술연구팀 선임연구원
- 주관심분야 : 디지털 통신/방송 시스템, 멀티미디어 전송기술



임 종 수

- 1990년 : 경북대학교 전자공학부(석사)
- 1999년 ~ 현재 : ETRI 전파방송연구단 지상파전송기술연구팀장
- 주관심분야 : Terrestrial DTV, DMB Systems