

# 디지털 멀티미디어 방송 시스템 표준화 및 기술 현황

송정훈, 김기남, 조성준

한국항공대학교 대학원 정보통신공학

## 목 차

- I. 서 론
- II. 시스템 개요
- III. Eureka-147 DAB 시스템
- IV. 전송 프레임 및 다중화 구성
- V. DMB 시스템
- VI. 결 론

### I. 서 론

최근 인터넷과 디지털 기술의 급속한 발전은 방송과 통신 서비스의 융합을 가속화 시키고 있다. 이러한 변화 속에서 방송환경도 점차 제작, 전송, 수신에 이르는 전부분이 아날로그 방식에서 디지털방식으로 급속하게 전환되고 있다. 우리나라도 지상파 DTV 방송에 이어 라디오 방송도 CD 수준의 음질과 다양한 부가서비스 제공이 가능한 차세대 디지털 라디오 방송을 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)란 명칭으로 서비스 할 예정이다[1].

세계 최초의 지상파 디지털 라디오 방송(DAB : Digital Audio Broadcasting)은 1995년 9월 영국 BBC에서 서비스를 시작하였다. 국내에서는 1997년 3월에 구성된 '지상파 디지털 방송 추진협의회'에서 도입 논의가 본격화 되었으나 주파수 부족, 시장성 부족 등의 이유로 논의가 연기되었다. 그 후 2000년 4월에 '디지털 라디오 방송 추진 전담반'을 구성해 국내 환경의 적합성, 기술적 측면 등에 대한 검토를 통해 그해 12월 유럽의 DAB 규격인 Eureka-147 방식을 국내 잠정 표준으로 제안하였다[2]. 2002년 4월부터 9월까지 Eureka-147 방식을 실험하고 인접 채널과의 혼신 여부 등을 검토하여 12월에 국내 디지털 라디오 방송 표준으로 Eureka-147을 선정하였다. 현재 KBS 관악산 송신소에서 VHF TV대역인 CH12로 시험

방송을 송출하고 있다[3]. 그러나 올해부터 실시하기로 한 디지털 라디오 본방송은 서비스 구현의 문제로 잠시 미루어진 상황이다.

본고에서는 우리나라에서 본 방송 서비스 예정인 디지털 라디오 방송(DMB)의 기술적인 부분에 대하여 살펴보고 향후 발전방향에 대하여 전망해 보았다

### II. 시스템 개요

DAB는 기존 아날로그 방식의 AM·FM 방송과는 전혀 다른 디지털 부호화 기술과 전송 방식을 사용한다. 그 결과 고품질의 음성 및 영상 서비스를 언제 어디서나 제공할 수 있는 이동 멀티미디어 방송이 가능하며 뛰어난 이동수신 특성을 바탕으로 음악, 문자, 동영상 등 다양한 콘텐츠를 고속 이동 중에도 수신할 수 있는 특성을 가지고 있다.

우리나라에서 서비스 예정인 DMB 서비스의 주요 이점을 정리하면 다음과 같다[3].

1. CD 수준의 고품질 음악 방송과 영상 서비스 제공
2. 고정 및 이동 수신환경에서 양질의 프로그램 수신 보장
3. 프로그램과 관련된 다양한 부가정보 및 독

- 립된 정보 제공
4. 주파수자원의 이용 효율성 재고
- 전체적으로 아날로그 FM 방식과 비교한 디지털 라디오 방송(DAB)의 기술적 특성은 표 1과 같다.

표 1. DAB의 기술적 특성[3]

항목	VHF / FM	DAB
다중경로 간섭	크다	적다
Shadowing	크다	적다
겹침과 간섭의 변형	크다	적다
요구 CIR	37~40dB	5~10dB
전력 사용효율	낮다	높다
요구 송신출력	수십 kW이상	수십 W이상
주파수 사용효율	낮다	높다(FM 대비 최소 3~9배)
지역별 서비스 가용도	50%	95~99%
시간별 서비스 가용도	90%	99%
서비스 품질	낮다	높다(CD급)
이동체 수신품질	낮다	높다
서비스 종류	Audio 위주	Audio, Video, Data
단일주파수 방송량	불가능	가능
난청지역 해소	어렵다	쉽다
채널오류정정가능	없다	있다
특정 가입자 선택시청	불가능	가능
송신성비 공동이용	어렵다	쉽다
스마트 달발가능	없다	있다. (방송국, 프로그램 자동선택)

지상파 DMB 표준안은 유럽 DAB 표준인 Eureka-147 표준을 기반으로 한다[2]. 국내에서는 오디오 매체에 의한 디지털 오디오 방송보다는 비디오, 사진, 그래픽, 문자 등 다양한 미디어에 의한 디지털 멀티미디어 방송을 추구하였기 때문에 상세 표준 내용은 동영상 신호 전송 부분을 제외하고는 대부분 Eureka-147 방식을 따른다. 즉, 오디오와 데이터를 위한 서비스는 Eureka-147 DAB 시스템을 사용하며, 동영상 전송시에는 MPEG-4 압축 방식과 RS 부호화, convolutional 인터리버를 사용한다[3],[4].

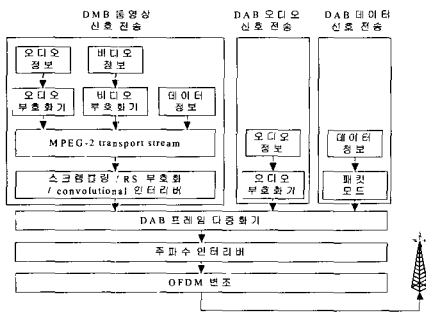


그림 1. DMB 시스템 구성

지상파 DMB 시스템은 그림 1과 같이 구성된다. 기본적인 오디오, 데이터 서비스를 위한 Eureka-147 시스템에 동영상 전송을 위한 블록(음영부분)이 추가되었음을 알 수 있다[1].

### III. Eureka-147 DAB 시스템

그림 1의 DMB 시스템 중 디지털 오디오 서비스와 데이터 서비스를 위한 Eureka-147 시스템의 개요는 그림 2와 같다.

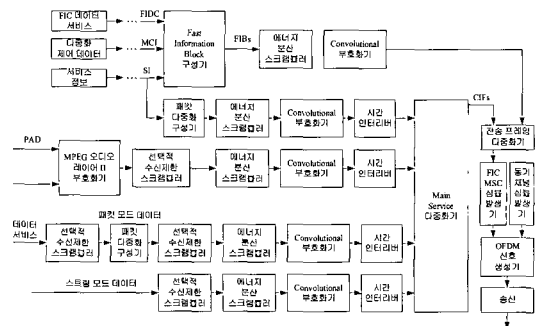


그림 2. Eureka-147 송신기 블록

오디오 전송을 위한 DAB 시스템은 [2]에 정의된 오디오 부호화기를 사용한다. 이는 디지털 라디오 방송에 적합한 형식인 MPEG Audio Layer II에 기초한 방식으로, 48 kHz 표본화 주파수의 경우 ISO/IEC 11172-3 표준(MPEG-1 Audio Layer II)을 따르고, 24 kHz 표본화 주파수의 경우 ISO/IEC 13818-3 표준(MPEG-2 Audio Layer II)을 따른다.

부호화기에 의해 압축된 오디오 스트림 혹은 일반 데이터 스트림은 UEP(Unequal Error Protection) 또는 EEP(Equal Error Protection) 프로파일에 따라 각기 다른 부호화율로 채널 코딩된다. 이렇게 RCPC(Rate Control Punctured Code) 부호화된 신호는 시간 영역에서 인터리빙된다. 인터리빙된 오디오 신호는 데이터 신호와 다중화되어 MSC(Main Service Channel)를 구성하여 QPSK 매핑된다. MCI(Multiplex Configuration Information)와 SI(Service Information)로 구성된 FIC(Fast Information Channel)는 MSC와 함께 주파수

인터리빙되며 DQPSK 변조된다. 변조된 신호와 동기화를 위한 신호가 함께 IFFT 변조되어 OFDM 심볼을 생성하여 DAB 전송 신호가 생성된다.

DAB 수신기 구조를 그림 3에 나타내었다.



그림 3. DAB 수신기 블록

수신된 신호중 튜너를 통해 원하는 DAB 방송 신호를 선택한다. 그 후 A/D 컨버터를 통하여 디지털 신호를 생성하여 FFT 복조한다. 복조된 신호는 DQPSK 복조후 주파수, 시간 디인터리빙을 수행한다. 비터비 복호를 통해 전송 데이터를 복원하면 최종적으로 음성신호와 데이터 서비스가 얻어지며 음성신호의 경우 MPEG 복호처리를 하면 좌우 스테레오 신호로 분리된다. 이러한 수신기 동작 과정은 FIC 정보에 따라 수행된다.

#### IV. 전송 프레임 및 다중화 구성

전송프레임은 그림 4와 같이 동기 채널(SC), 고속 정보 채널(FIC) 그리고 주 서비스 채널(MSC)로 구성된다. 그 중에 MSC는 공통 인터리브 프레임(CIF : Common Interleave Frame)의 시퀀스로 하나의 CIF는 55,296 비트의 데이터 단위이고 24 ms 마다 전송된다. CIF에서 주소를 할당할 수 있는 가장 작은 단위는 CU(Capacity Unit)로서 한 CU는 64 bit이다. 다수의 CU가 연결되어 하나의 서브채널이 구성되고, MSC는 이 서브채널들의 다중 구조라 할 수 있다.

MSC의 서비스 컴포넌트를 전송하기 위하여 스트림 모드(stream mode)와 패킷 모드(packet mode)의 두 가지 데이터 전송 모드가 지원된다.

스트림 모드를 사용하는 경우 UEP(Unequal Error Protection)와 EEP(Equal Error Protection)의 두 가지 오류 보호 방법을 적용할 수 있다. 오디오 신호는 비트 할당 정보, 스케일 팩터 정보 등 압축

신호 내의 데이터 중요도에 따라 약간씩 다른 오류 보호 레벨을 적용하고, 오디오가 아닌 일반 데이터는 EEP를 사용하여 모든 데이터에 대해 균등한 보호 레벨을 적용한다.

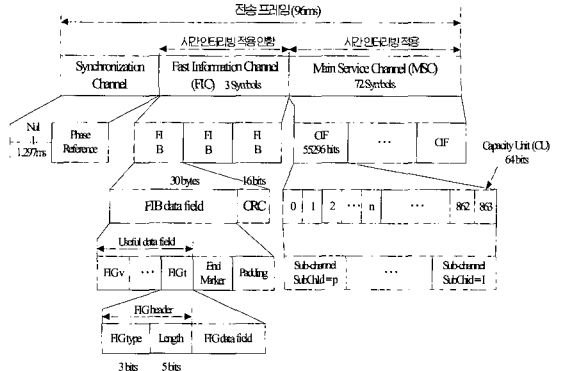


그림 4. DAB 전송 프레임의 구조

패킷 모드는 데이터 전송에서 가장 일반적으로 사용되는 메커니즘이다. 패킷 모드에서 데이터는 데이터 그룹으로 분할되며, 데이터 그룹은 헤더, 데이터 필드(최대 8,191 bytes)로 구성되고, 선택 사항으로 오류 검출을 위해 CRC가 사용된다. 패킷 모드는 비동기 데이터 전달이 용이하도록 패킷 헤더에 다음 패킷을 찾을 수 있는 정보를 포함시키고, 필요에 따라서 패딩 패킷을 삽입할 수 있도록 하였으며 패킷모드 전송에는 주소를 사용하여 1023개의 부가 정보 채널을 전송할 수 있다.

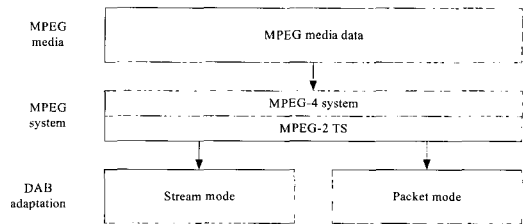


그림 5. DMB 신호 다중화

이러한 멀티미디어 객체의 전송은 MOT(Multi media Object Transfer) 프로토콜을 사용한다. 모든 콘텐츠는 정보원으로부터 목적지까지 한정된 길이의 객체(Object)로서 전달되며, MOT의 경우 최대 객체의 길이는 255 Mbytes이고 전송되는 콘

텐츠에 대한 제한은 없다. 실제로 전달될 객체는 전송 중 데이터의 관리가 용이하도록 세그먼트로 분할된다. 이렇게 분할된 데이터 그룹은 하나 또는 그 이상의 패킷으로 분할되어 패킷 모드로 전송되고, 그중 PAD(Program Associated Data)의 경우에는 X-PAD의 서브 필드로서 전송된다[2].

DMB의 데이터를 포함한 객체는 MOT 프로토콜을 사용하여 한정된 데이터를 연속적으로 보낼 수 있다. 하지만 DMB 플랫폼을 이용하여 동영상 신호를 전송하는 경우 특별히 정해진 규격이 존재하지 않아 일반적으로 ETSI에서 정한 IP 터널링 기술을 사용한다(그림 6). IP 헤더를 갖는 데이터 그룹에 MSC에서 사용하는 데이터 그룹 헤더와 CRC를 추가하여 캡슐화(Encapsulation)하고 이것을 다시 DMB 패킷 모드에 적용되도록 패킷 헤더와 CRC를 추가하여 분할한다. 필요한 경우 IP 데이터 그룹을 여러 조각으로 분할하는 경우도 있다[3].

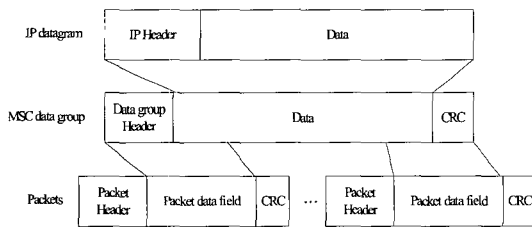


그림 6. IP 터널링 개요

## V. DMB 시스템

DMB 시스템의 가장 큰 특징은 멀티미디어 서비스의 지원이다. 이러한 멀티미디어 규격은 MPEG-4 H.264/AVC 규정에 의한 비디오 디지털 데이터 스트림 부호화 및 MPEG-4 BSAC에 의한 오디오 부호화 규격이 확정되어 현재 이에 대한 세부 기술규격이 논의 중이다.

### 1. 동영상 서비스(Multimedia Service)

#### (1) MPEG-4 BSAC

삼성전자가 제안하여 MPEG-4 오디오 압축 방식

의 표준 기술중의 하나로 채택된 BSAC(Bit Sliced Arithmetic Coding)은 그림 7과 같이 AAC의 압축 방식에서 허프만 부호화 방식의 양자화 부분을 산술 부호화(Arithmetic Coding) 방식으로 대체하는 방법이다. 이는 AAC에서 잡음을 줄인 방식으로 16-64 kbps의 사이에서 1 kbps 간격으로 사용할 수 있다. 이방식의 장점은 AAC 포맷의 비트 스트림을 쉽게 BSAC로 변환 코딩이 가능하다는 것이다. 이는 1999년도에 제정된 MPEG-4 오디오 표준 기술(ISO/IEC 14496-3)로, ISO/IEC 14496-3 규격 중 ObjectID 22인 ER-BSAC 규격에 다음과 같은 제한 사항을 준 기술이다[5-7].

AudioSpecificCoding()에서

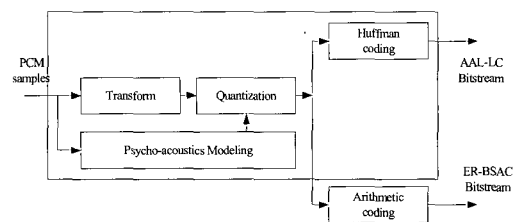
- EpConfig : 0
- FrameLengthFlag : 0
- DependsOnCoreCoder : 0

Bsac\_header()에서

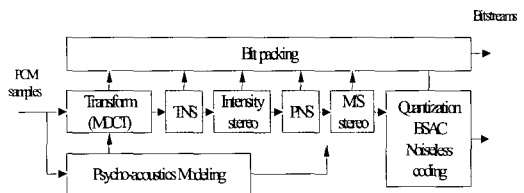
- SBA\_mode : 0

General\_header()에서

- LTP\_data\_present : 0



(a)



(b)

그림 7. BSAC 블록

입력된 PCM 신호는 통계적 특성에 따라 stationary한 특성을 갖는 long block과 transient한 특성을 갖는 short block 윈도우를 썬 후 MD-CT(Modified Discrete Cosine Transform) 변환한

다. MPEG-4 오디오 부호화 방식에서는 부호화 효율을 높이기 위해 다음의 방식을 적용한다. TNS(Temporal Noise Shaping)을 통하여 양자화된 잡음의 Temporal Shape를 조절하여 프리에코 잡음을 줄이며 Intensity를 통하여 스테레오 신호에 대하여 왼쪽 채널에는 주파수 성분을 오른쪽 채널에는 scalefactor에 대한 에너지 크기만을 전달하여 오디오 압축 효과를 높인다. PNS(Perceptual Noise Substitution)에서는 scalefactor 대역에 대한 에너지 크기를 고려한 신호가 전달되면 난수 발생기를 이용해 전달된 크기를 고려한 신호를 발생하여 오디오 압축 효과를 높인다. M/S stereo를 통하여 Left/Right 스테레오 신호를 Middle/Side로 변환하여 압축 효과를 높인 후 비선형양자화를 통하여 양자화한다. BSAC(Bit Sliced Arithmetic Coding)는 FGS(Fine Grain Scalability)를 제공하는 무손실 부호화를 한다.

BSAC에서는 scalability를 제공하기 위해 bit packing을 할 때 상대적으로 중요한 데이터를 비트 스트림의 앞부분에 이진수로 저장하여 중요한 데이터부터 처리를 하는 비트 플레인 연산을 한다[4][7].

(2) H.264/AVC

AVC는 기존의 MPEG-4보다 압축 효율이 적게는 20% 많게는 50% 가량 높다. 또한 국내에서 개발한 기술이 다수 포함되어 향후 상당한 기술료 수입이 예상된다[8],[9].

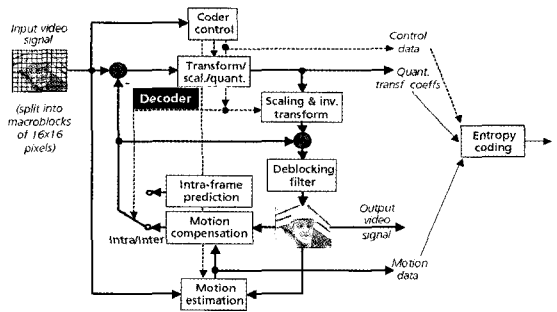


그림 8. AVC 부호화

AVC는 압축 성능의 향상을 위해서 기존의 MPEG-4에 비해 영상을 더 작은 블록 단위(4x4

크기)로 분할하여 움직임 추정/보상을 수행한다. 이러한 작은 블록 단위로의 분할은 움직임 추정/보상의 정확도를 높일 수 있어 압축을 향상에 많은 도움을 준다. 그러나 압축율이 향상되는만큼 화질 열화의 가능성이 높아진다. 이를 방지하기 위해 루프 필터(loop filter)를 부호화 방식을 구성하는 필수 요소로 포함시켰다.

움직임 추정/보상 이후 남은 차영상을 부호화하기 위해서 DCT를 사용한다. 이는 MPEG-4가 사용하는 8x8 크기의 블록 단위가 아닌 4x4 블록단위로 DCT를 적용한다. 또한 정수로 구성된 DCT 변환 행렬을 사용함으로써 복잡도가 크게 감소한다. 양자화된 DCT 변환 계수를 스캐닝하는 순서는 MPEG-4와 크게 다르지 않다. 스캐닝된 계수는 Exp-Golomb 코드로 불러우는 UVLC(Universal Variable Length Coding) 방식이 사용된다 [4][9].

2. DMB 전송 시스템

DMB 시스템은 Eureka-147 DAB 기반에 Reed-Solomon Shortened Code와 Convolutional Interleaver를 사용하여 MPEG-4 Video 데이터를 전송한다[1]. 이를 위한 핵심기술은 소스 부호화(정보 압축), 채널 부호화, 디지털 변복조, 디지털 전송, 망 구성 및 관리 기술 등이 있다. DAB 기반의 MPEG 영상 전송을 위한 DMB 송신기는 그림 9와 같다.

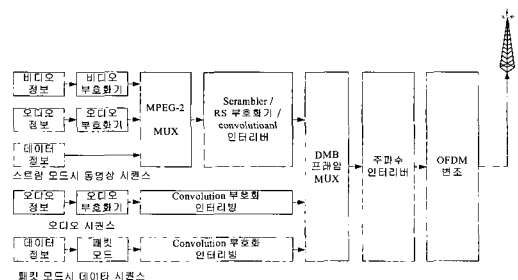


그림 9. DMB 송신기 구성도

Eureka-147은 오디오 서비스 제공을 위해 BER 10-4을 목표로 설계되었다. 그러나 동영상 서비스를 위해서는 10-10이하의 BER 성능이 요구되었

다. 따라서 동영상 데이터의 경우 RS 부호화와 Convolutional 인터리버를 추가하여 비트오율을 감소시켰다. 이 때 RS 부호화기를 외부 부호화기로 사용하고 DAB의 Convolution 부호화기를 내부 부호화기로 사용한다.

(1) RS 부호화기

RS 부호화기는 Shortened RS(204, 188, t=8) 부호화기를 사용하며 부호화기의 구조는 다음과 같다.

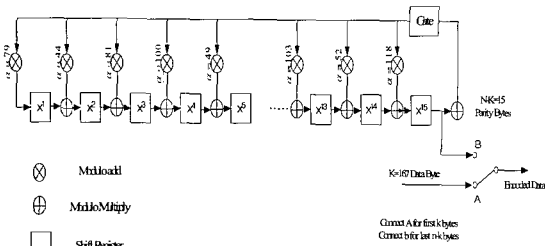


그림 10. Shortened RS 부호화기

시스템에서 사용된 Shortened RS(204,188, t=8) 코드는 RS(255,239, t=8) 코드를 이용하여 쉽게 얻을 수 있다. 이 정정 방식은  $1 \times 10^{-4}$ 의 산발 오류를 이론상 거의 오류가 없는  $10^{-10}$ 이하로 만든다. 그림 11과 같이 RS 부호화기를 이용하여 16바이트의 오류 검출 코드를 생성하여 정보 데이터 188 바이트를 포함, 총 204 바이트의 출력값을 얻게 된다. 이는 이용하여 총 16 바이트의 오류를 검출하고 8바이트의 오류를 복원 시킬 수 있다.

$$\text{코드 발생 다항식 : } g(x)=(x+0)(x+1)(x+2)(x+3)(x+15), =02(\text{HEX})$$

$$\text{필드 생성 다항식 : } p(x)=x^8+x^4+x^3+x^2+1$$

Shortened RS(204,188,8) 코드는 RS(255,239,8) 코드를 이용하여 다음과 같이 생성된다.

1. 188바이트의 정보 데이터에 51 바이트의 '0'을 이어 붙인다.
2. 51 바이트의 '0'을 삽입하여 239 바이트의 정보 데이터를 만든후 RS(255,239,8) 코드를 통과 시킨다.

3. 출력값으로 255바이트가 생성되면 삽입된 51바이트의 '0'를 제거하여 204 바이트를 만든다.

(2) Convolutional 인터리버

Forney 방식에 기초한 Convolutional 인터리버에 기초한 방식이다. 12개의 브랜치를 갖는 17 바이트×N (N=0,1,2,,11) 단위의 FIFO 쉬프트 레지스터를 사용한다.

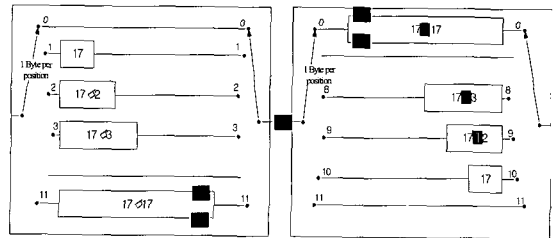


그림 11. Convolutional 인터리버

Convolutional 인터리버의 중요한 장점은 블록 인터리버와 비교할 때 지연 시간과 필요한 메모리가 반으로 감소되는 것이다.

VI. 결론

라디오 방송은 가장 오래되고 친숙한 대중매체이나 최근의 방송 환경 변화를 고려해 볼때 다양한 고부가가치 이동 멀티미디어 서비스 제공이 절실히 요구되는 시점이다.

국민에게 다양한 혜택과 서비스 욕구를 충족시키고 방송 서비스 산업 및 디지털 기기산업의 활력을 불러일으킬 수 있는 디지털 라디오 방송의 활성화는 파급효과가 상당히 클 것으로 예상된다. 이에 본고에서는 DMB 시스템의 표준안에 대해 살펴보았다. 현재 오디오 서비스를 위한 시스템으로는 유럽식 디지털 라디오 방식인 Eureka-147 DAB 방식이 표준안으로 확정되었다. 또한 동영상 서비스를 위해서 MPEG-4에 기초한 BSAC와 H.264/AVC의 음성, 영상 압축 방식이 선정되었다. 그러나 현재 표준안에 대해 제검토 하자는 의견이 제시되고 있으므로 표준안이 다소 변경될 수도 있다.

현재 디지털 라디오 방송과 관련된 시장은 향후 3년 내지 4년 후에 급속한 성장기로 접어들어 안정적인 시장 형성이 될 것으로 예상된다. 초기에는 고급 차량위주로 장착 될 전망이나 수신기 가격의 하락으로 자동차에는 Telematics 플랫폼으로 휴대기기에는 다양한 응용서비스 모듈로서 이용되어 새로운 Killer Application으로 성장할 것으로 보인다. 지상파 DMB 수신기의 세계 시장 규모는 2002년 37억불에 불과하지만, 향후 DMB 방송과 수신기 보급이 본격화되면, 2008년 459억불, 2012년 1,033억불로 시장 규모가 급성장할 것으로 전망되고 있다[10].

DMB 도입은 지상파, 케이블, 위성 방송과 함께 각 매체별 특성을 최대로 발휘할 수 있도록 특화된 우리나라 고유의 모델을 제시하는 역할을 할 것이다. 뿐만 아니라 방송·통신·인터넷을 융합한 종합적인 디지털 인프라 구축과 함께 고도의 정보산업국가를 이룩할 수 있는 기반을 제공할 것이다. 따라서 조기의 서비스 도입을 통하여 국내 관련 산업 발전을 도모하고 해외의 무한한 시장 개척을 위한 준비를 서둘러야 할 시기이다.

### 참고 문헌

[1] 임동규, "DMB 표준화," TTA 저널 제86호, pp. 51-58, 2003.

[2] Radio Broadcasting System; Digital Audio Broadcasting(DAB) to mobile, portable and fixed receivers, ETSI, Aug. 2000.

[3] <http://tri.kbs.co.kr>

[4] 김규현, 함영권, 김용한, "지상파 디지털멀티미디어 방송 시스템 기술," Telecommunications Review, 특집부록, pp. 285-312, 2003.

[5] <http://www.mpeg4bsac.com>

[6] Information Technology- Generic Coding of Audio-Visual Objects, Part 3: Audio, ISO/IEC 14496-3.

[7] 김상욱, "DMB 동영상 오디오 표준 BSAC," 방송공학회지, 제8권, 제3호, pp. 80-86, 2003.

[8] MPEG-4 Part 10 : Advanced Video Coding FIDS, ISO/IEC SC29WG11, N555, Pattya, Mar. 2003.

[9] 임영권, 박재홍, "이동 멀티미디어 방송용 멀티미디어 압축 방식," 방송공학회지, 제8권, 제1호, pp.

108-119, 2003.

[10] 백중호, 이경택, 권기원, 전원기, 조용수, "디지털 멀티미디어 방송 수신기 기술 개발 현황," 방송공학회지, 제8권, 제3호, pp. 87-107, 2003.

### 저자 소개

#### 송 정 훈



2003년 2월 한국항공대학교 항공통신정보공학과 (공학사)

2003년 3월~현재 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과 석사과정

※ 관심분야 : 디지털 방송 시스템, 무선랜, UWB 등

#### 김 기 남



1994년 2월 서울산업대학교 전자공학과 (공학사)

1997년 2월 고려대학교 대학원 전파공학과 (공학석사)

1991년 2월 (주) 범양상선 무선국 통신장

1997년 2월 한국기술연구소 책임연구원

1998년~현재 (주) 네트웍텔레콤 대표이사 김기남 방송통신학원 원장

2003년 3월~현재 : 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정

※ 관심분야 : 디지털 방송 시스템, 무선통신, UWB 등

#### 조 성 준



1969년 2월 한국항공대학교 항공통신공학과 (공학사)

1975년 2월 한양대학교 대학원 (공학석사)

1981년 3월 오사카대학 대학원 (공학박사)

1972년 8월~현재 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과 교수

※ 관심분야 : 이동통신, 무선통신, 환경전자공학, 이동 무선 인터넷 등