

# Eureka-147 DAB를 통한 멀티미디어 서비스의 효율적인 전송시스템

나남웅\* , 백선혜\* , 홍성훈\* , 이현\*\* , 이봉호\*\* , 이수인\*\*  
 \*전남대학교 전자공학과 , \*\* 한국전자통신연구원 무선방송연구소

## Effective transmission system of multimedia services using Eureka-147 DAB

Nam-Woong Na<sup>(1)\*</sup>, Sun-Hye Baek<sup>(2)\*</sup>, Sung-Hoon Hong\*, Lee Hyun\*\*, Bong Ho Lee\*\*, SooIn Lee\*\*  
 \*Dept. Electronic Engineering, Chonnam National University  
 \*\*ETRI Radio & Broadcasting Lab.  
 E-mail: gl2you@vip.chonnam.ac.kr<sup>(1)</sup> , letus@vip.chonnam.ac.kr<sup>(2)</sup>

### 요약

DAB(Digital Audio Broadcasting)는 고품질의 오디오뿐만 아니라 멀티미디어 데이터 서비스를 제공할 수 있는 새로운 국제표준이다. 본 논문에서는 Eureka-147 DAB를 통해 멀티미디어 데이터를 효율적으로 전송하기 위한 방안으로 DAB의 다중화 구조와 MPEG-2와 MPEG-4 시스템 규격을 이용하여 미디어들 간의 동기화와 다중화 기능을 제공할 수 있는 전송프레임 구조를 제안하고, 실험을 통하여 각 프레임 구조에 대한 성능을 비교·평가하였다. 특히 DAB의 다중화와 중복되는 MPEG 시스템의 기능을 제거하여 다중화프레임 구조의 효율성을 향상시키는 방안들을 제시하고, 이를 비교·분석하였다. 또한 구현한 시스템을 이용하여 멀티미디어 데이터를 다양한 환경의 채널을 통해 전송할 때 전송 오류의 영향을 측정하고 평가하였다.

### 1. 서론

최근 모든 산업에 디지털화가 적용되면서 아날로그 라디오방송에도 디지털화가 이루어지고 있는데 아날로그 라디오 방송을 대체하는 새로운 표준을 DAB라고 한다[1]. 현재 미국, 일본, 유럽 등에서 이미 표준 및 상용화를 위한 시도가 이루어지고 있으며, 국내에서는 잠정적으로 유럽의 Eureka-147을 채택해 연구 중에 있다. DAB는 고품질의 오디오를 제공할 뿐 아니라 데이터 서비스 및 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있다. 또한 DAB는 DTV방송표준인 ATSC방식의 이동수신문제를 해결할 수 있는 방안으로 고려되고 있다.

본 논문에서는 DAB를 통한 멀티미디어 서비스의 효율적인 전송프레임 구조를 제시하고 검증하고자 한다. 이를 위해 Eureka-147 DAB 표준[2]과 MPEG-2 TS

(Transport Stream)[3] 그리고 MPEG-4 시스템 표준[4] 등의 분석을 바탕으로 4가지 전송프레임 구조를 제시하였는데, 첫째는 MPEG-2 TS와 DAB전송 표준에 의해 멀티미디어 데이터들에 대한 동기화 및 다중화를 제공하는 구조이고, 둘째는 MPEG-2 PES(Packetized Elementary Stream)만을 사용하여 DAB전송 표준과 함께 멀티미디어 데이터를 전송하는 구조이다. 세번째는 MPEG-4 시스템의 SL(Sync Layer) 패킷을 이용하여 미디어들간의 동기를 제공하고 DAB에 대해 다중화를 수행하는 구조이며, 네번째는 SL 패킷과 MPEG-4 FlexMux을 이용하여 미디어들의 동기화와 다중화를 제공하는 구조이다.

본 논문의 구성은 2장에서 DAB 전송 표준의 구조를 제시하며, 그 구조를 바탕으로 3장과 4장에서 MPEG-2 TS와 MPEG-4 시스템에 DAB 전송 표준을 접목시키는 방안에 대해 기술한다. 5장은 제안된 구조들에 대한 구현 및 실험의 결과를 보이며, 마지막으로 6장에서 결론을 맺는다.

### 2. 멀티미디어 서비스를 위한 DAB구조

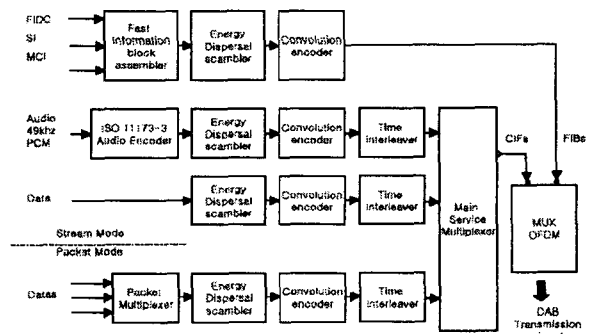


그림 1. DAB의 개념적인 전체 전송 시스템

DAB 시스템은 여러 멀티미디어 데이터들을 전송할 수 있도록 설계되었다. 전송된 데이터신호는 서비스요소(Service Component)로 함께 그룹화되어 서비스를 형성한다. 그림 1은 멀티미디어 데이터들을 전송하는 DAB의 전체 전송시스템을 나타낸 것으로, DAB 전송프레임은 그림 2와 같이 MSC(Main Service Channel), FIC(Fast Information Channel), SC (Synchronization Channel)의 세가지 채널로 구성되며, FIB(Fast Information Block)와 CIF(Common Interleaved Frame)의 개수에 따라 표 1과 같이 4가지 전송모드로 분류된다[2].

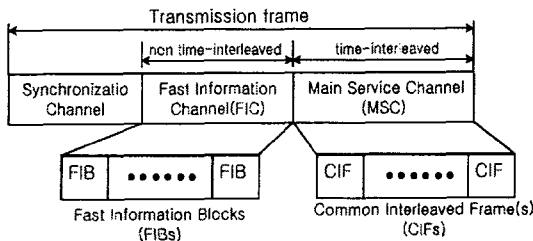


그림 2. DAB 전송 프레임의 구조

표 1. 전송 프레임의 4가지 전송모드

전송모드	프레임 길이	전송 프레임당 FIB의 수	전송 프레임당 CIF의 수
I	96ms	12	4
II	24ms	3	1
III	24ms	4	1
IV	48ms	6	2

MSC는 시간축 인터리빙(Interleaving)되는 데이터 채널로, 멀티미디어 데이터를 운반하는 CIF들로 구성되어 있다. 하나의 CIF는 55296비트로 24ms마다 생성되며, 여러 개의 서브채널(Subchannel)들로 나뉜다. 서비스요소를 운반하는 각 서브채널은 개별적인 길쌈(Convolution)부호화에 의해 오류보호되며, 서브채널의 서비스요소 포함관계에 따라 스트림모드와 패킷모드가 있다.

스트림모드는 서비스를 구성하는 각 서비스요소들 각각 하나의 서브채널을 통해 운반되는 모드이고, 패킷모드는 하나의 서브채널 내에 패킷화된 여러 개의 서로 다른 서비스요소들이 운반되는 모드이다. 패킷모드의 경우 하나의 서브채널에 1023개까지의 서비스요소가 포함될 수 있으며, 각 패킷은 전송에러 검출을 위해 CRC(Cyclic redundancy check)가 수행되고, 패킷에 반복기법(Repetition)이 적용 가능하므로 스트림모드에 비해 전송에러에 더욱 강하다.

FIC는 MSC의 구조를 설명하는 제어정보를 운반하

는 FIB들로 구성되며, MSC와는 달리 빠른 접근이 필요하므로 시간축 인터리빙을 적용하지 않는다. FIB는 256비트로 전송프레임모드에 따라 3개나 4개가 하나의 CIF에 관련되는 정보를 포함한다. FIB에 포함되는 제어정보에는 다중화정보를 제공하는 MCI(Multiplex Configuration Information), 서비스정보, 조건적 접근관리정보 그리고 선택적인 데이터정보 등이 있다. MSC의 두가지 전송모드에 대해 스트림모드일 경우 MCI정보에서 서비스와 서브채널의 연결정보만 제공해주면 서비스와 서비스요소가 연결되어 서비스의 구성이 가능하게 된다. 반면 패킷모드일 경우에는 스트림모드와 달리 MCI안에 서비스와 서비스요소와의 연결정보뿐만 아니라 서비스요소와 그 서비스요소를 포함한 서브채널의 연결정보를 같이 포함해야만 서비스구성이 가능하다.

### 3. MPEG-2 시스템을 이용한 DAB 전송 방안

MPEG-2 시스템의 기능은 크게 동기화와 다중화로 나누어질 수 있는데, DAB 전송구조에서도 다중화기능이 제공되므로 기능의 중복이 발생하고, 이는 오버헤드의 증가를 의미한다. 따라서 동기화는 MPEG-2 시스템에서 제공하고 다중화는 DAB 시스템에서 제공하도록 구성하면 더 효율적인 전송프레임구조를 구성할 수 있다.

그림 3은 MPEG 미디어 데이터가 MPEG-2 시스템과 DAB를 통해 전송되는 방안들을 포괄적으로 나타낸 것으로, MPEG-2 시스템에서는 PES만 사용한 경우와 PES와 TS를 모두 사용한 경우로 나눌 수 있고, 이 각각의 경우에 DAB의 스트림모드와 패킷모드를 적용한 방안을 보여주고 있다.

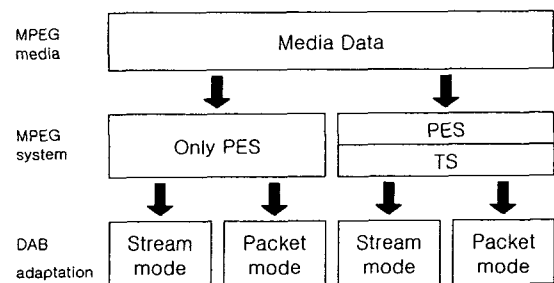


그림 3. MPEG-2 TS와 DAB를 사용한 개념적 전송방안

#### 3.1 MPEG-2 TS 패킷구조를 사용한 방안

이 구조는 멀티미디어 데이터가 MPEG-2 시스템의 PES와 TS를 거쳐 DAB채널을 통해 전송되는 형태로 현재 서비스 중인 DTV 방송에 적용되는 것과 유사한

방식이다. 그림 4는 DAB와 결합되어 전송될 때 프로그램과 서비스 그리고 서비스요소의 대응관계를 보여준다. 이 경우 하나의 프로그램이 단일 TS 스트림으로 구성되어 전송되어야 하는데, 각 프로그램은 하나의 서비스요소에 대응되기 때문에 다른 프로그램에서 이 프로그램의 미디어 데이터를 재사용할 수 없다. 또한 프로그램의 선택을 위해 필요한 정보가 TS 패키지의 PSI(Program Specific Information) 섹션과 DAB의 MCI에서 동시에 존재하여 불필요한 오버헤드를 발생시킨다.

DAB의 패키지 모드에서는 오류에 강한 전송을 위해 중요한 데이터를 여러번 전송하는 반복(repetition)기능이 있는데, 이 전송방안에 패키지 모드를 적용하더라도 한 프로그램을 구성하는 미디어데이터 중 중요한 데이터성분을 분리할 수 없기 때문에 반복(Repetition) 기능을 적용하기에 부적합하다. 따라서 MCI구성이 용이한 스트림모드의 사용이 적합하다. 이 방안은 MPEG-2 시스템을 완벽히 지원하고 오랜 검증과 상용화로 안전성이 뛰어난 장점을 갖지만 위와 같이 비효율성을 갖는다.

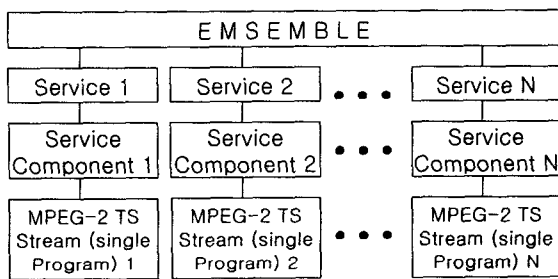


그림 4. MPEG-2 TS 스트림을 이용한 DAB전송

### 3.2 MPEG-2 PES 패키지구조를 사용하는 방안

이 방식은 TS 구조를 생략하고 각 ES를 PES 패키지로 만든 후 DAB에 적용하는 형태를 갖는다. 따라서 TS 패키지 헤더와 PSI가 차지하는 만큼의 오버헤드를 제거할 수 있다. 이 방식에서 문제가 될 수 있는 부분은 시스템의 동기화를 위한 PCR(Program Clock Reference) 필드가 제공되지 않는 것인데, 이는 PES의 ESCR(Elementary Stream Clock Reference) 필드를 이용해 전송함으로써 해결할 수 있다. 그런데 PCR은 100ms 이내에 한번 이상 전송되어야 하는 제약조건을 갖는다. 따라서 PES 패키지의 크기는 24ms당 한번 전송되는 CIF 4개당 최소한 하나의 완벽한 PES 패키지가 전송할 수 있도록 제한되어야 한다. 예를 들어 하나의 CIF를 통해 하나의 멀티미디어 프로그램만이 전송될 경우 CIF 내에서 멀티미디어 데이터의 전송에 사용될 수 있는 크기가  $x$ 이고 프로그램을 구성하는 오디오프레임 하나의 패키지 크기를

$a$ 라고 한다면 비디오 PES 패키지 길이는  $(x - a)$ 의 4배까지만 가능하다.

이 방안을 통해 멀티미디어 데이터가 DAB로 전송될 때 하나의 PES 스트림은 서비스요소와 대응관계를 갖기 때문에 MCI의 구성에 따라 다른 프로그램에서도 PES 스트림의 공유가 가능하다. 또한 서비스요소별로 PES가 할당되므로 중요 미디어데이터에 대한 PES의 경우 길쌈 부호화율을 낮추거나 패키지 모드의 반복기증을 적용하여 중요 서비스요소에 대해서는 강한 오류정정기능을 부여할 수 있다.

이 방안도 DAB에서 스트림모드와 패키지 모드를 적용할 수 있는데 그림 5는 스트림모드를 적용했을 때의 상호관계를 보여주고 있다. 이 경우 각 PES가 하나의 서비스요소가 되고, 서비스요소들로 구성되는 서비스는 해당 PES를 포함하는 프로그램에 대응되는 구조이다. 패키지 모드는 2개 이상의 PES 스트림이 하나의 서브채널에 들어갈 수 있다는 점을 제외하고 동일한 구조를 갖는다. PES만을 이용한 전송프레임 구조는 TS 패키지 구조를 생략한 만큼 에러검출기능이 약하기 때문에 이에 대한 보완으로 Packet CRC, 반복기법, 데이터그룹 CRC의 적용이 가능한 패키지 모드를 사용할 수 있다. 그러나 패키지 모드를 사용할 경우 스트림모드에 비해 오버헤드가 증가하는 단점도 고려해야 한다.

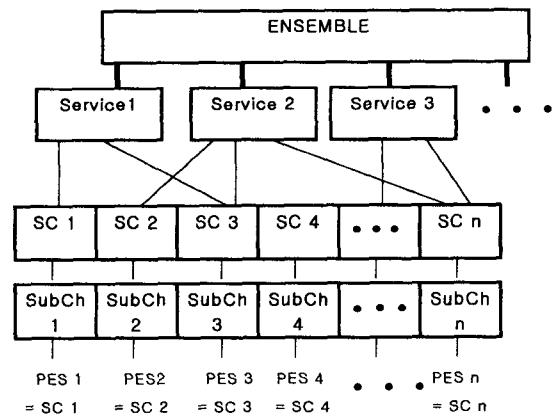


그림 5. PES의 DAB 스트림모드 적용

## 4. MPEG-4 시스템을 이용한 DAB

### 전송 방안

MPEG-4 시스템에서는 동기화, 다중화 및 객체의 구성 기능이 제공된다. 그러나 MPEG-4 시스템에서는 FlexMux를 제외하면 다중화기능이 제공되지 않는데, 이 점은 MPEG-2 TS를 이용한 방식과 비교할 때 DAB와 전송프레임구조와 기능적인 중복이 없다는 점에서 큰 장점이라 할 수 있다. FlexMux는 목적에 따라 선택적으

로 사용할 수 있으므로 DAB를 통해 멀티미디어 데이터를 전송한다면 FlexMux를 이용하는 구조와 FlexMux를 사용하지 않는 SL-패킷 구조를 고려할 수 있다.

#### 4.1 SL-패킷 형태의 전송 방안

SD(Scene Description), OD(Object Description), 오디오, 비디오 스트림은 각각 MPEG-4 시스템의 동기화 계층을 거쳐 객체마다 독립된 스트림 형태로 DAB 시스템에 입력된다. 따라서 이 스트림들은 DAB에서 각각 하나의 서브채널로 들어가게 되는데, 서브채널 식별자(SubChId)와 ES\_ID(Elementary Stream ID)의 대응관계를 스트림맵테이블에 기술하여 MPEG-4 시스템의 복호화에 사용된다[5]. 여기서 MCI를 구성하는 정보가 바뀔 때, 즉 각각의 객체들이 들어가는 서브채널의 주소가 바뀔 때마다 스트림 맵테이블을 갱신시켜 주어야 하므로 가능하다면 MCI 정보의 변화가 적어야 한다. MPEG-4 시스템을 사용할 경우 객체별 스트림이 DAB로 입력되고 DAB에서 다중화되는데 스트림모드와 패킷모드가 적용될 수 있다.

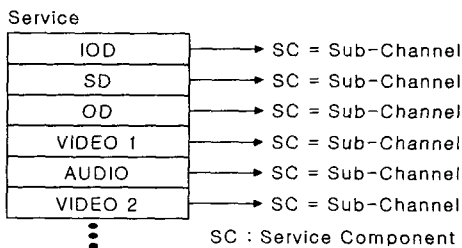


그림 6. MPEG-4 시스템과 DAB 스트림모드의 적용

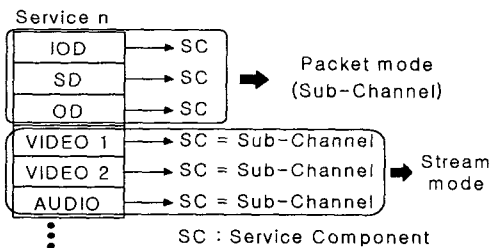


그림 7. MPEG-4 시스템과 DAB 패킷모드의 적용

스트림모드가 적용될 때는 SD, OD, IOD까지도 각각 서비스요소로 생각해서 서비스를 구성하므로 각각 하나의 서브채널이 할당된다. 그림 6은 이러한 관계를 나타내고 있다.

그림 7은 SD, OD등은 MPEG-4 기술어들은 패킷모드를 적용하고 비디오등 미디어데이터들을 스트림모드로 적용한 예이다. 이와 같은 구성을 취할 경우 목적에

따라 특정 스트림들을 묶어서 패킷모드로 전송하고 특히 묶여진 스트림이 중요한 스트림이라면 패킷모드의 반복기법을 적용할 수 있다.

#### 4.2 SL-패킷에 FlexMux를 적용한 전송 방안

이 방안은 여러개의 SL-패킷들을 FMC(FlexMux Channel)에 넣어서 하나의 DAB 서브채널로 전송하는 구조로써, MPEG-4의 SL-패킷에 DAB의 패킷모드를 적용한 경우와 기능적으로 동일한 결과를 가져온다. 이 구조를 3.1에서 제시한 SL-패킷을 DAB 패킷모드로 전송하는 구조와 비교하면 스트림을 묶는데 발생하는 오버헤드가 적은 장점을 갖는 반면, 패킷모드에서 제공하는 반복기법을 적용할 수 없는 단점을 갖는다. 또한 이 방안에 패킷모드를 적용한다면 오류정정기능은 갖게되지만 두번의 다중화로 기능중복에 의한 오버헤드가 발생한다. 그리고 전송프레임구조에 따른 오버헤드를 비교하면 각 서비스요소를 패킷모드로 적용할 때마다 12바이트가 증가하는 반면, MuxCode모드의 FlexMux를 적용할 때는 헤더 3바이트, MuxCode모드를 위한 설정(Configuration)에 7바이트가 발생한다. FMC의 구조가 자주 바뀌지 않으면 비트 발생측면에서는 FlexMux를 사용하는 것이 더 효율적이라 할 수 있다. 참고적으로 패킷모드의 데이터당 오버헤드율은 대략 13%이고 FlexMux의 경우는 1%를 조금 넘는다.

### 5. 실험 및 검토

2장에서 기술한 바와 같이 본 논문에서는 스트림모드와 패킷모드 두가지 모드에 따른 DAB 시스템을 구현하여 실험을 수행하였다. 먼저 MPEG 시스템을 통해 전송된 멀티미디어 데이터를 그림 1의 블록도와 같은 과정을 통해 DAB전송 프레임을 만들고, 전송 프레임을 여러 환경의 채널을 통해 전송한 후 다시 복호화 과정을 통해 그 결과를 분석하였다. 이 때 사용한 채널에 임의의 잡음을 첨가하거나, 신호 대 잡음비를 다르게 설정해 줌으로 출력 데이터를 입력 데이터와 비교해 여러개의 비트에러율(BER)을 구하고, 그에 따른 데이터 영상의 화질을 살펴보았다. 또한 스트림모드와 패킷모드에 따라 발생하는 비트율을 비교함으로써 두모드의 오버헤드에 따른 성능을 비교하였다.

먼저 SIF 규격의 "Susi"와 "Table Tennis"영상 시퀀스를 각각 384Kbps와 512Kbps로 부호화하여 얻은 MPEG 비디오 비트스트림을 PES 패킷, TS 패킷, SL 패킷과 FlexMux를 이용해 만들고 DAB 시스템의 스트림모드와 패킷모드를 적용하여 전송한 후 그 결과를 비교하였다.

표 2. 실험에 의해 측정된 오버헤드 비교

		스트림 모드	패킷 모드
MPEG-2 System	PES 패킷	1.785%	8.189%
	TS 패킷	21.582%	35.625%
MPEG-4 System	SL 패킷	2.614%	8.850%
	FlexMux	3.534%	9.017%

표 2는 DAB 시스템에서 길쌈부호화되기 전까지 입력데이터에 대해 각 방식에서 추가되는 정보 데이터량에 대한 오버헤드를 나타낸 것이다. 두개의 입력 영상을 하나의 서비스에 대한 서비스요소라 가정하고 데이터 정보를 전송할 때 붙는 헤더뿐만 아니라, 추가적으로 발생하는 DAB 전송프레임의 FIC정보까지 부가 정보로 간주해서 오버헤드를 구했다. 이것은 비록 FIC의 비트값이 각 전송프레임 모드에 따라 정해져 있다해도 FIC내에 데이터 정보가 전송될 수 있고 또 실험 모드에 따라 MCI 정보의 생성 비트량이 다르므로 오버헤드로 간주했다. 결과를 보면 스트림모드에 비해 패킷모드의 오버헤드가 많이 발생하고, MPEG-2 시스템에서 TS 패킷을 사용하는 경우의 오버헤드가 현저히 증가함을 볼 수 있다.

그림 8은 DAB 전송 프레임을 여러 환경의 채널을 통해 전송했을 때 신호 대 잡음에 대한 비트에러율의 값을 그래프로 나타낸 것으로, 가우시안 잡음이 포함된 채널과 Rural 채널, Hill 채널 그리고 Urban 채널의 여러 다중화 채널을 이용하였다. 이 결과 비트에러율의 값이 신호대 잡음비의 감소와 채널의 지연현상의 증가에 따라 증가됨을 알 수 있다[6].

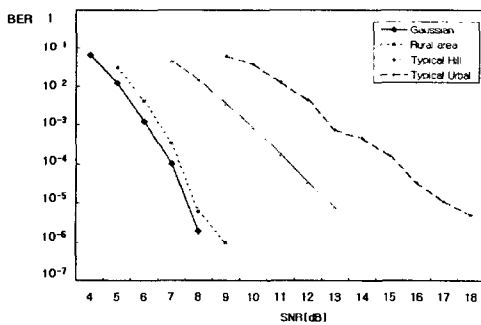


그림 8. 채널환경에 따라 측정된 BER과 SNR

그림 9는 384Kbps로 부호화된 SIF규격의 "Susi"영상을 본 연구에서 구현한 시스템을 통해 전송하고, 가우시안 잡음이 첨가된 채널을 통한 후 MPEG 디코더를 거쳐 나온 최종 결과영상이다. 이 때 신호대 잡음비는 각각 6.5dB와 7.2dB의 값을 주어  $10^{-3}$ 과  $10^{-4}$ 의 서로 다른 비트에러율을 갖는 두 영상의 화질을 비교해 보았다.



(a).BER= $10^{-3}$

(b).BER= $10^{-4}$

그림 9. 비트에러율에 따른 복원된 "Susi"영상 (길쌈부호율 = 1/2)

## 6. 결론

본 논문에서는 DAB를 통한 멀티미디어 데이터의 효율적인 전송프레임 구조로서 4가지 방안을 제시하고 구현한 결과를 이용해 장단점을 분석하였다. 제시한 방안 중 MPEG-2 TS의 경우 오랜 검증과 상용화로 안전성이 뛰어나지만, DAB 시스템과 다중화기능이 중복되고 다른 방안에 비해 상대적으로 많은 오버헤드가 발생하는 단점이 있다. 반면 MPEG-2 PES를 적용한 전송프레임 구조는 MPEG-2 TS를 적용한 구조에 비해 DAB 시스템과 다중화기능의 중복이 없고 오버헤드가 적게 발생하는 효율성을 갖는다. 그리고 MPEG-4 시스템은 DAB 시스템과 기능적 중복이 없기 때문에 불필요한 오버헤드가 발생하지 않을 뿐 아니라 DAB 시스템과 통합이 매우 쉽게 되어있는 것을 알 수 있다. 이 연구를 기반으로 추후에는 중요 미디어 데이터에 대하여 패킷모드의 반복기법을 적용하는 방안과 스트림모드의 길쌈부호화율을 제어하는 방안에 대해 연구하고자 한다.

## 참고문헌

- [1] J.Hallier, "Multimedia broadcasting to mobile portable and fixed receivers using the Eureka 147 Digital Audio Broadcasting system," *IEEE/ICCC WA 2.1*.
- [2] ETSI EN300 401 V1.3.3(2001-05), "Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting(DAB) to mobile, portable and fixed receivers," *ESTI*, May 2001.
- [3] ITU-T Recommendation H.222.0, "Genericcoding of moving pictures and associated audio information: systems," February 2000.
- [4] ISO/IEC 14496-1, "Information technology- generic coding of audio-visaul objects Part 1: Systems," August 2001.
- [5] Carsten Herpel, "Elementary Stream Management in MPEG-4," *IEEE Trans. on Circuit And Sys. for Video Tech.*, Vol. 9, No. 2, March 1999.
- [6] Bernd Sostawa, Joachim Speidel, "Investigations on Bit Error Performance for Video over DAB," *IEEE Trans. on Broadcasting*, VOL. 44, No. 4, Dec.1998.