



## I. 서론

DAB(Digital Audio Broadcasting) 개발 초기 시스템의 주요 목적은 오디오 및 데이터 방송이었다. 1990년대 중반 DAB의 오디오 방송이 성공을 거두면서, 데이터 방송에 대한 중요성이 부각되었고, 2000년대에 들어서면서 이동 수신에 특화된 DAB의 데이터 채널을 이용하여 본격적으로 동영상을 전송하는 방법을 모색하게 되었다.

DAB에서 제공할 수 있는 데이터 서비스는 다양하다. 우선, 오디오 프로그램 관련 데이터(PAD : Program Associated Data)와 독립 데이터(N-PAD : Non-PAD) 그리고 서비스 정보(SI : Service Information)로 분류된다.

데이터 서비스 응용으로서는 멀티미디어 객체의 슬라이드쇼, 방송웹사이트(BWS : broadcast web site), 대화형 서비스(interactive services), 라이브

동영상 서비스 등이 가능하다.

KBS 기술연구소에서는 DAB의 오디오방송 외에 라이브 동영상 서비스를 포함한 데이터 서비스가 가능한 시스템을 구축 및 시연하여, DAB 멀티미디어 방송의 가능성을 시사하였다.

## II. 다중화 기술

### 1. 다중화

DAB 전송프레임은 동기 채널(SC : Synchronization Channel), 고속정보채널(FIC : Fast Information Channel) 그리고 주서비스채널(MSC : Main Service Channel)로 구성된다. 그 중에 MSC는 공통인터리브프레임(CIF : Common Interleave Frame)의 시퀀스로 구성된다. 하나의

CIF는 55,296비트의 데이터 단위이고, 매 24ms마다 전송된다. CIF에서 주소를 할당할 수 있는 가장 작은 단위는 CU(Capacity Unit)로서 한 CU는 64 비트이다. 다수의 CU가 연결되어 하나의 서브채널이 구성되고, MSC는 이 서브채널들의 다중 구조라 할 수 있다.

MSC의 서비스 컴포넌트를 전송하기 위하여 스트림모드(stream mode)와 패킷모드(packet mode)의 두 가지 데이터 전송모드가 지원된다. 스트림모드는 정보원에서 목적지까지 지정된 한 서브채널을 사용하여 고정 비트율로 transparent transmission을 제공한다. 패킷모드는 한 서브채널에 수 개의 데이터 서비스 컴포넌트를 전달할 수 있다. SI 이외의 대부분의 데이터 서비스는 MSC를 사용한다. <그림 1>에 DAB 다중화 신호 생성 메커니즘을 나타내었다.

1.536MHz 대역 DAB 시스템의 MSC를 이용한 총 데이터 전송률은 2.304Mbps이다. 하지만 FEC(Forward Error Correction)로 사용되는 길쌈 부호화에 의하여 대략 0.6~1.8Mbps 정도의 데이터 전송률을 제공할 수 있다.

## 2. 전송메커니즘

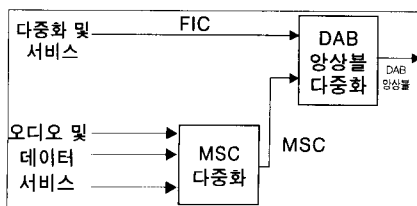
DAB 시스템은 데이터를 전달하는 다양한 전송 메커니즘을 제공한다. 압축된 오디오와 같은 연속

적이고 동기화 된 데이터 스트림을 전송하기 용이한 스트림모드와 비동기 데이터를 전송하기에 용이한 패킷모드가 있다. 이 외에도 특별히 PAD를 전송하기 위한 별도의 전송방법이 제공된다.

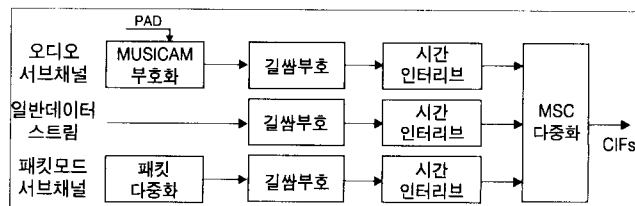
### 2.1 스트림모드(stream mode)

스트림모드는 8kbps 배수의 고정 데이터율을 제공하는 경우에 사용될 수 있고, 길쌈부호화의 B 코딩 프로파일의 경우 32kbps 배수에 대하여 사용된다. 예를 들면, 48kHz 오디오 샘플링 주파수의 경우, MPEG Layer II 오디오 부호화기는 매 24ms 길이의 데이터 프레임 생성시킨다. 이러한 일반 데이터를 전송할 때 데이터 스트림은 24ms의 지속 시간을 갖는 데이터를 포함하는 "논리 프레임"들로 분할된다. 이런 논리 프레임들은 MPEG 오디오 프레임과 마찬가지로 하나씩 순서대로 전송될 수 있다.

스트림모드를 사용하는 경우 UEP(비균등오류보호 : Unequal Error Protection)와 EEP(균등오류보호 : Equal Error Protection)의 두 가지 오류 보호 방법을 적용할 수 있다. 오디오 신호의 경우 비트할당 정보, 스케일팩터 정보 등 압축 신호 내의 데이터 중요도에 따라 약간씩 다른 오류 보호 레벨을 적용하고, 오디오가 아닌 일반데이터에 대해서는 EEP를 사용하여 모든 데이터에 대해서 균등한 보호레벨을 적용한다.



<그림 1> DAB 다중화 신호



<그림 2> CIF의 구성(MSC 다중화)

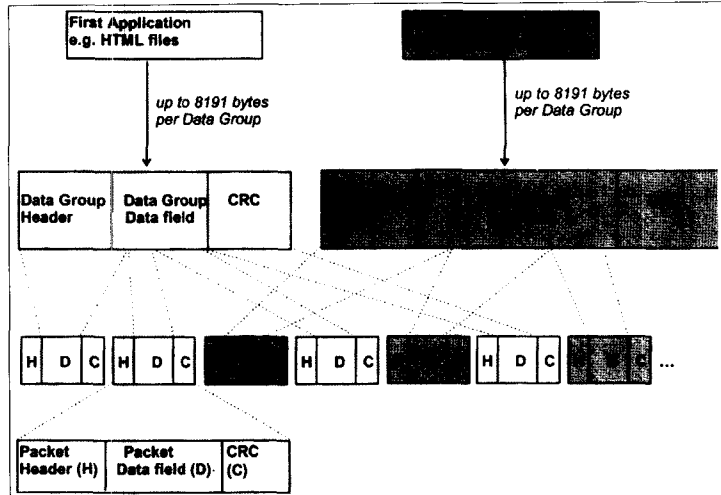
### 2.2 패킷모드(packet mode)

데이터 전송에서 가장 일반적으로 사용되는 메커니즘은 패킷모드라 할 수 있다. 패킷모드에서 데이터는 데이터그룹으로 분할되며, 데이터그룹은 헤더, 데이터필드(최대 8,191바이트)로 구성되고, 선택 사항으로 오류 검출을 위해 CRC가 사용된다. 데이터 그룹 헤더는 다음과 같은 내용을 포함한다.

데이터그룹 헤더		
식별자 (Identification)	: 다른 데이터그룹과 구별	
카운터 (counter)	: 데이터그룹의 반복 여부 및 반복 주기 신호	
확장필드 (extension field)		

패킷들은 스트림모드의 오디오 프레임과 유사하게 패킷모드에서 논리 프레임(logical frames)으로 구성된다. 8kbps의 배수를 요구하는 DAB 구조에 맞추기 위해서(즉, 24bytes / 24ms의 배수), DAB 표준에 24, 48, 72, 96 바이트의 패킷 길이를 정의하였다. 이 패킷은 5바이트 헤더와 데이터 필드, 필요한 경우 패딩 비트 그리고 오류 보호를 위한 CRC로 구성된다.

패킷모드는 비동기 데이터 전달이 용이하도록 패킷 헤더에 다음 패킷을 찾을 수 있는 정보를 포함시키고, 필요에 따라서 패딩 패킷을 삽입할 수 있도록 하였다. 패킷모드 전송에는 어플리케이션 1,023개 까지 패킷모드 전송으로 다중화 될 수 있다.



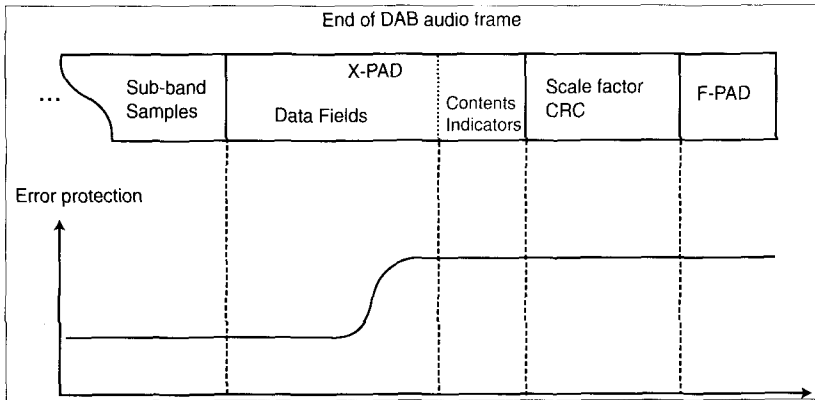
〈그림 3〉 두 개의 어플리케이션을 다중화하는 패킷모드 전송의 예

〈그림 3〉에 두 개의 어플리케이션이 패킷모드로 전달되는 경우를 예로 들었다. 하나의 데이터그룹을 형성하기 위해 각 어플리케이션에 적당한량의 데이터(예를 들면 파일 한 개)가 선택된다. 그에 상응하는 헤더가 데이터에 추가되고 CRC가 계산된다. 각 데이터그룹은 여러 개의 패킷으로 분할되고, 각각의 패킷의 길이가 동일할 필요는 없다. 데이터 그룹의 데이터를 전달하는 패킷의 순서는 헤더에 표시된다.

### 2.3 프로그램 관련 데이터(PAD)

DAB 오디오 프레임에는 MPEG에서 규정되지 않은 보조데이터필드(auxiliary data field)가 있다. DAB 오디오프레임은 이 필드를 오디오 스케일팩터를 위한 CRC와 PAD 필드로 사용한다. PAD는 오디오 신호가 부호화될 때 제작되며 동시에 오디오와 다중화되고, 수신기에서는 오디오 신호가 디코딩될 때에만 PAD 데이터 신호가 검출된다.

고정 PAD(F-PAD, Fixed PAD) 필드는 높은 보호레벨이 적용되어 DRC(Dynamic Range



〈그림 4〉 DAB 오디오 프레임 후미의 PAD 필드 구조

멀티미디어 프레임 전송 기능도 지원한다.

모든 정보는 정보원으로부터 목적지까지 한정된 길이의 객체로서 전달된다. MOT의 경우 최대 객체의 길이는 255

Control)와 같은 수신기 제어 정보로서 사용된다.

확장 PAD(X-PAD, Extended PAD)는 텍스트 메시지 또는 멀티미디어 객체 등과 같은 다량의 데이터를(64kbps까지) 전송할 수 있다. PAD내에 다중화 구성을 유연하게 구현하기 위해 특별한 패키지 구조가 개발되었다. 데이터는 X-PAD 데이터그룹들로 정리되며, 각각은 하나의 데이터 필드(a data field)와 하나의 콘텐츠 지시자(Contents Indicator)를 구성한다.

### 3. MOT(Multimedia Object Transfer) 프로토콜

MOT 프로토콜(EN 301 234)은 멀티미디어 디코드를 할 수 있는 다양한 형태의 수신기에 DAB 데이터 채널을 이용해서 멀티미디어 콘텐츠를 전달하는 전송 프로토콜이다.

MOT는 여러 가지 DAB 데이터 채널을 통하여 정보를 전송하는 일반적인 전달 메커니즘으로, 데이터 서비스와 응용 형식(application type) 사이의 상호 동작을 가능하게 하며 서로 다른 수신기 디바이스 타입과 타겟에 대해서 동일한 동작을 한다. 멀

Mbyte이고 전송되는 콘텐츠에 대한 제한은 없다. 다만 현재까지는 HTML, JPEG, MPEG 오디오/비디오 등과 같은 콘텐츠 형식이 정의되어 있다(EN 301 234 참조). 또한 새로운 형식의 콘텐츠를 위해서 여분의 항목을 마련해 두었다.

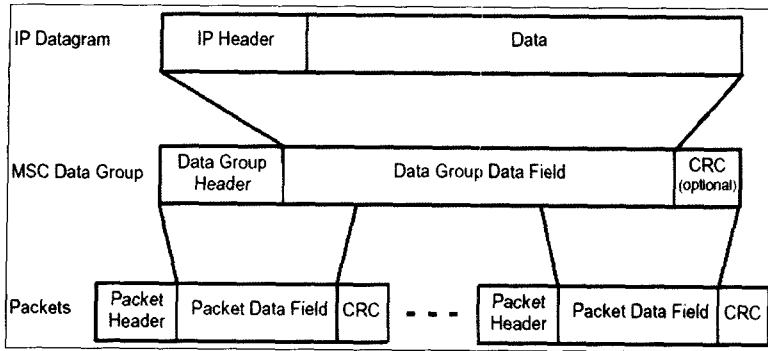
MOT 객체는 헤더와 바디로 구성된다. 객체 헤더는 고정 길이의 헤더코어(header core)와 가변 길이의 확장헤더(header extension)로 구성된다.

- header core : 헤더와 바디의 크기, 형식(type), 부형식(sub-type)
- header extension : 객체에 대한 자세한 정보
- object body : 파일 등과 같은 전송될 객체 데이터

실제로 전달될 객체는 전송 중 데이터의 관리가 용이하도록 세그먼트로 분할된다. 이렇게 분할된 데이터그룹은 하나 또는 그 이상의 패키지로 분할되어 패키지모드로 전송되거나 PAD의 경우 X-PAD의 서브 필드로서 전송된다.

### 4. IP 터널링

DAB의 이동 수신특성이 인정을 받으면서 DAB



〈그림 5〉 IP 터널링 구조

플랫폼을 통한 동영상 송수신에 대한 요구가 높아 지자 유럽의 DAB 관련 장비 제조 업체들은 IP 터널링 기술을 이용한 동영상 송수신 솔루션을 출시하고 있다. DAB의 IP datagram tunnelling 기술에 대한 표준은 ETSI ES 201 735에 명시되어 있고, 이 기술의 개략적인 내용은 다음과 같다.

IP 헤더를 갖는 데이터그램에 MSC에서 사용하는 데이터그룹 헤더와 CRC를 추가하여 encapsulation을 하고 이것을 다시 DAB 패킷모드에 적용되도록 패킷 헤더와 CRC를 추가하여 분할한다. 필요한 경우 IP 데이터그램을 여러 조각으로 분할하는 경우도 있다. 여기서 터널링이라 함은 DAB 패킷모드 부호화기와 복호기 사이에만 사용되는 터널과 같은 통신로를 확보한다는 의미이다. 〈그림 5〉에 IP 터널링 패킷의 개요를 나타내었다.

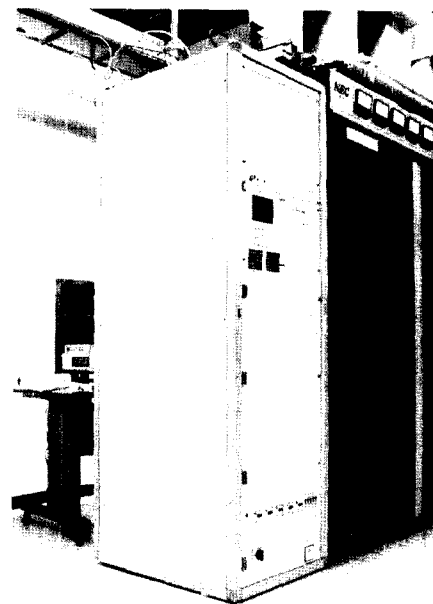
### Ⅲ. 이동 멀티미디어 송수신 실험

#### 1. 송신시스템

송신시스템은 송신기와 안테나 시스템으로 구성된다. 송신기는 다중화된 앙상블 신호를 받아서

COFDM 변조, RF 변조, 전력 증폭, RF 필터링 등의 과정을 거쳐 Eureka-147 규격에 맞는 송신신호를 만든다. 전송 실험에 사용하는 송신기는 Rohde&Schwarz사의 NA6100E이다. 송신기출력은 유효방

사전력 기준 1kW이고, 중심주파수 205.264MHz, 207.008MHz, 208.736MHz 중에 실험에 적합한 주파수를 선택하여 사용하며 주파수 안정도는 10-9이다. DAB 여파기의 입력신호 규격은 ETI-NI(G.703) 또는 ETI-NA(G.704)이다. 〈그림 6〉에 KBS 관악산 송신소에 설치된 DAB 송신기를 나타내었다. 관악산과 연주소 송출장비 사이의 링크는



〈그림 6〉 DAB 송신기

〈표 1〉 안테나 사양

수신 주파수	174-210 MHz
편파	수직편파
임피던스	50 ohm
VSWR	<1.1:1 across freq. range
높이	5.2m
무게	720kg

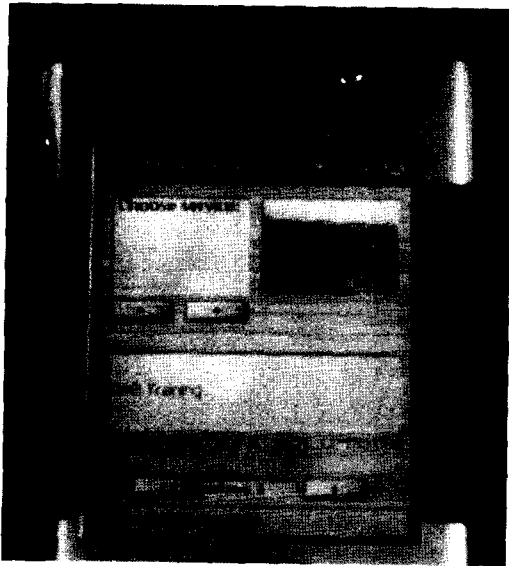
KT의 E1 유선통신망과 KBS E1 마이크로웨이브를 사용한다.

안테나는 2D 패널을 4단4면으로 배치하여 무지향성 특성을 갖도록 하며, 이득은 7.9dB이다. 전송 실험에 사용하는 안테나 패널은 RFS사의 659-16D 모델이다. 〈표 1〉에 안테나의 사양을 나타내었다.

## 2. DAB 멀티미디어 수신시스템

### 2.1 개인휴대형 수신(PDA)

일반 COMPAQ PDA에 Etheractive Solutions



〈그림 7〉 PDA를 이용한 DAB 데이터 서비스 수신

(ES)사의 DAB 수신팩을 장착한 개인휴대형 DAB 수신단말기이다. 이 수신단말에는 MUSICAM 오디오 디코더, MOT 디코더, PAD, NPAD 디코더 소프트웨어가 설치되어 있고, IP 터널링을 이용한 MPEG-4 동영상 디코딩 및 디스플레이를 할 수 있다.

MOT를 이용한 멀티미디어 객체서비스로는 DLS(dynamic label service) 및 문자 서비스, JPEG 슬라이드쇼 서비스를 수신할 수 있다(〈그림 7〉 참조).

### 2.2 이동TV형 수신

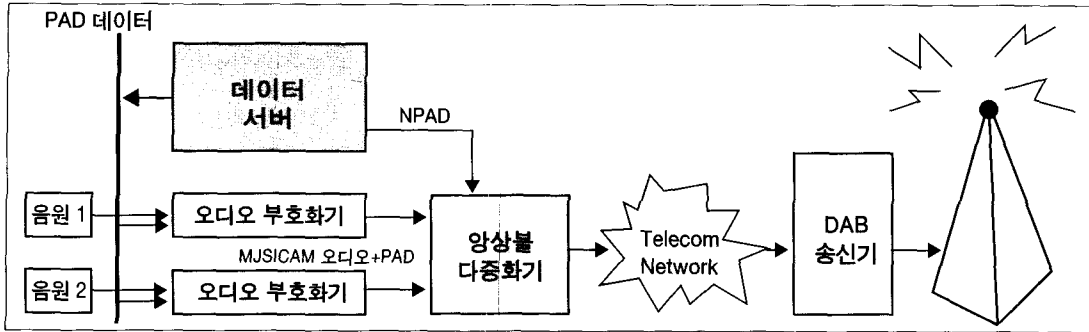
일반 DAB 수신기와 차량용 7인치 TV 모니터를 연결하여 DAB 동영상 수송기를 구성하였다. 측정차 지붕에 Band III용 막대안테나를 고정시키고, 차내의 DAB 수신기와 연결하였다. 수신기를 통해 MPEG-4 또는 MPEG-2 압축 신호가 노트북 PC에 전달되고 소프트웨어 디코딩을 거쳐 복원된 동영상 화면은 VGA 모니터 또는 7인치 TV 모니터에 디스플레이한다.

수신된 동영상은 MPEG-2의 경우 전용 디스플레이 소프트웨어를 사용하고, MPEG-4의 경우는 RealOne 또는 Windows Media Player를 사용하여 차량 이동 중에 디스플레이한다.

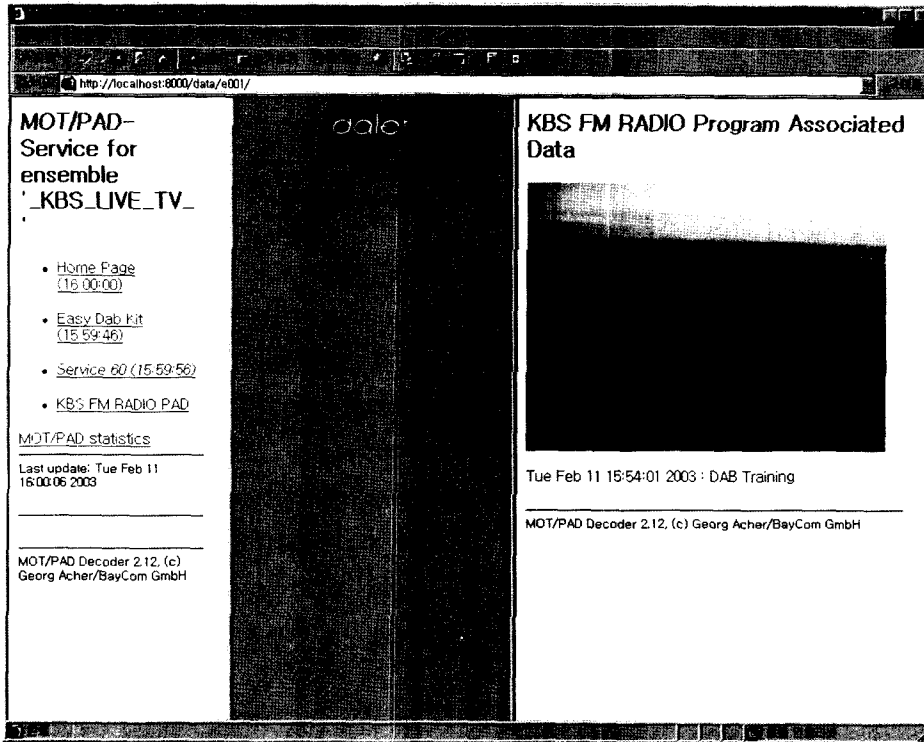
## 3. 전송실험

### 3.1 일반 데이터 서비스

PAD 및 패킷모드 데이터 서비스를 전송하는 시스템을 구성하였다. 양상블 다중화기에 두 개의 오디오 서비스와 각각에 대한 데이터레이블 서비스 및 3페이지의 JPEG 슬라이드쇼로 구성된 PAD 전송 실험을 하였다. 또한 데이터 입력기를 사용하여



〈그림 8〉 일반 데이터서비스 송출 및 송신 시스템 구성도



〈그림 9〉 대화형 데이터서비스 수신결과

간이 HTML 형식의 대화형(interactive) 서비스를 구성하였고 이것을 NPAD 서비스로 전송하였다. 데이터서비스 실험용 송출 및 송신 시스템과 PC를 이용한 DAB 데이터 서비스 수신결과를 〈그림 8〉과 〈그림 9〉에 각각 나타내었다.

### 3.2 IP 터널링을 이용한 라이브 TV 서비스

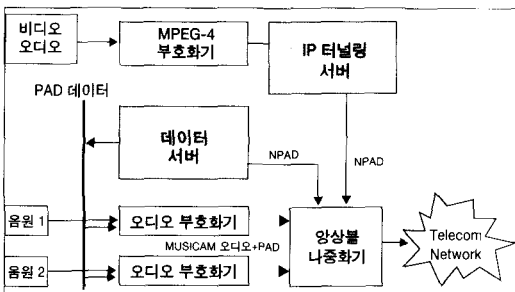
DAB의 데이터를 포함한 객체는 MOT 프로토콜을 사용하여 한정된 데이터를 연속적으로 보낼 수 있다. 하지만 DAB 플랫폼을 이용하여 비디오 신호를 전송하는 경우 특별히 정해진 규격이 존재하

지 않아 일반적으로 ETSI에서 정한 IP 터널링 기술을 사용한다.

IP 터널링을 이용한 라이브 TV 서비스의 송출 구성은 3.1의 일반 데이터서비스 구성에 지상파 DTV

의 신호를 라이브로 MPEG-4 부호화에 입력하여 압축하고 IP 패킷화한 부분을 추가한 형태이다. 추가된 부분을 IP 터널링 서버를 사용하여 DAB 패킷모드 형태로 Encapsulation한다. IP 터널링을 사용한 라이브 TV 전송 시스템의 구성과 파라미터를 <그림 10>과 <표 2>에 각각 나타내었다.

IP 터널링 방식을 이용한 라이브 TV 전송 실험에 사용된 수신환경을 <그림 11~그림 13>에 나타내었다.



<그림 10> IP 터널링 방식 라이브 TV 전송시스템

### 3. 3 데이터 스트림모드를 이용한 라이브 동영상 실험전송

데이터를 전송하는 메커니즘으로 데이터 스트림 모드 및 패킷모드를 사용할 수 있다. 패킷모드는 MOT, IP 등의 멀티미디어 객체를 전송하는데 적합하고 데이터 스트림모드는 고정비트율의 데이터 스트림을 전달하는데 적합하다고 할 수 있다.

다음은 MPEG-2 AV 압축에 MPEG-2 TS를 사용하고 데이터 스트림모드를 정의하여 TV 신호를 전송하는 시스템이다. DAB 영상불은 128kbps 스테레오 오디오 1개 프로그램과 라이브 TV 1개 프로그램으로 구성된다. <표 3>에 전송 파라미터를 나타내었다.

데이터 스트림모드의 전송 시스템 구성, 이동 수

<표 2> IP-터널링을 사용한 라이브 TV 전송 파라미터

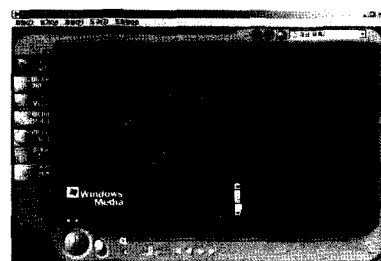
AV 수송용 세션용 요부화용 압축방식 Encapsulation 전송메커니즘 신호파워 오전 전송부호화율 수송	비디오	DTV STB 출력 (S-Video)
	오디오	DTV STB 출력 (STEREO)
	비디오	320×240
	비디오	8 또는 15 frames/sec
	오디오	48kHz
		MPEG-4
		IP-터널링
		Packet Mode
	비디오	110kbps
	오디오	30kbps
	3/8	
	- 개인용 PDA 단말기 + DAB 수신 팩	
	- DAB 수신기 + Windows Media Player 등	



<그림 11> 라이브 TV 서비스수신 (PDA)



<그림 12> 라이브 TV 수신 (RealOne Player)



<그림 13> 라이브 TV 서비스 수신 (Windows Media Player)



〈표 3〉 데이터 스트림모드를 사용한 라이브 TV 전송 파라미터

AV 신호원	비디오	DTV STB 출력 (S-Video)
	오디오	DTV STB 출력 (STEREO)
해상도	비디오	352×288
프레임률	비디오	25 frames/sec
	오디오	48kHz
압축방식	MPEG-2	
	MPEG-2 TS	
Encapsulation	데이터 스트림모드	
	데이터 스트림모드	
전송비터널링	비디오	696kbps
	오디오	64kbps
부호화율	3/8	
	- DAB 수신기 + Windows Media Player 등	

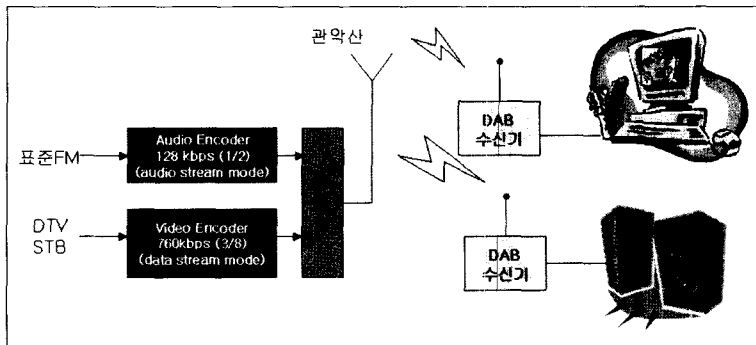
과를 나타내었다. 그림에서 왼쪽 모니터가 KBS 1TV 아날로그 신호를 수신한 결과이고 오른쪽 모니터가 DMB로 수신한 결과이다. 아날로그 TV 신호는 남산 송신소와 가시거리가 확보되는 곳에서는 수신이 양호하지만 주행 중이거나 도심지에서는 고스트 및 페이딩 현상이 두드러졌다. 반면 DMB 라이브 TV 신호의 경우 서울 여의도 도심이나 경기도 일산의 아파트 단지 내에서 주행시에도 수신에 문제가 없었다.

신시스템을 〈그림 14〉와 〈그림 15〉에 각각 나타내었다.

또한 〈그림 16〉에는 남산에서 송출하는 아날로그 TV 신호와 DMB 신호를 이동 중에 수신한 결

#### IV. 결론

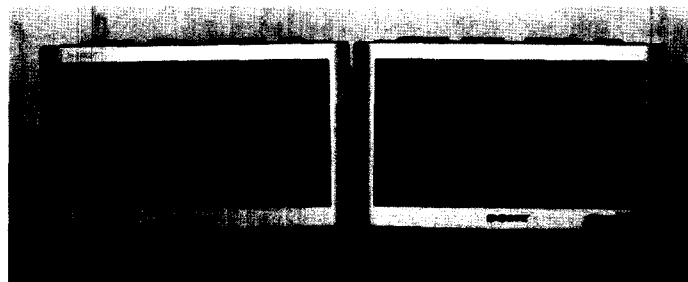
지난 2002년 12월 18일 개최된 지상파 디지털 라디오방송 공청회에서 정보통신부는 지상파 디지털 라디오 추진계획(안)에서 DAB 플랫폼을 이용한 이동 멀티미디어 방송을 적극적으로 추진할 것임을 발표하였다. 이에 맞추어 차세대방송포럼에서는 DMB 방송을 실현하기 위한 표



〈그림 14〉 데이터 스트림모드 라이브 TV 전송 시스템 구성



〈그림 15〉 이동 수신시스템



〈그림 16〉 주행중인 차량에서 수신한 아날로그 TV와 DMB 영상 (우측이 DMB 영상)

준화 활동을 진행하고 있다.

현재 DAB 플랫폼을 사용하여 라이브 TV 및 동영상 전송하는 연구는 전송메커니즘에 따라 패킷모드를 사용하는 방법과 데이터 스트림모드를 사용하는 방법으로 나눌 수 있다.

본 연구에서는 IP 터널링방식을 이용하는 패킷모드 동영상 전송 시스템과 동영상을 고정비트율로 전송하는 스트림모드 전송 시스템을 모두 구축 및 시연을 하였다. 이로써 DAB 플랫폼을 이용한 이동

멀티미디어 및 이동 라이브 TV의 기술적인 실현가능성을 증명하였다. 또한 국내의 DMB 표준화와 관련하여 기존의 오디오 채널과 멀티미디어 채널 사이의 커버리지를 일치시키기 위한 오류정정부호 조정 등에 대한 실험을 할 수 있는 기반을 구축하였다.

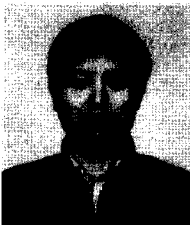
이는 국내의 DMB 표준화 활동에 긍정적인 영향을 주게 될 것이며, DMB 서비스 및 수신기 개발 활동에 대하여 기준을 제공할 수 있는 중요한 계기가 될 것이다.

## 필자 소개



### 임 중 곤

- 1994년 : 인하대학교 전자공학과 졸업
- 1996년 : 인하대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
- 1996년 : KBS 기술연구소 입사
- 2000년 : NHK 방송기술연구소 초빙연구
- 현재 : KBS 기술연구소 연구원
- 주관심분야 : 디지털라디오방송, COFDM



### 정 신 일

- 1980년 : 한양대학교 전자공학과 졸업
- 1982년 : 한국과학기술원 전기전자공학과 졸업(석사)
- 1982년 : KBS 기술연구소 입사
- 현재 : KBS 기술연구소 차장
- 주관심분야 : 디지털 라디오방송, A/V 신호처리, 음장 합성