

지상파 DMB에서 효과적인 IP 인캡슐레이션 방법

준회원 양승철*, 배병준**, 정회원 김종덕***

A Study on IP Encapsulation for Efficient Transmission of IP Datagram over T-DMB

Seung-Chur Yang*, Byungjun Bae** Associate Members,
Jong-Deok Kim*** Regular Member

요 약

본 논문은 지상파 DMB에서 효율적인 IP 인캡슐레이션 방법을 제안한다. 단방향으로 전송되는 멀티미디어 시스템에서 데이터 통신을 효과적으로 하기 위해서는 데이터의 신뢰성이 무엇보다도 요구된다. 또한 리턴 채널의 비용이 상대적으로 크기 때문에 데이터의 인캡슐레이션에서도 충분한 분석이 필요하다. 이러한 부분을 고려해서 지상파 DMB에서 요구되는 IP 데이터그램 전송을 위해 이론적으로 분석하려고 한다. 지상파 DMB에 전송하게 됨으로써 연동형 및 독립형 데이터서비스를 선택적으로 할 수 있다. 보다 안정적인 서비스를 위해서 IP 인캡슐레이션 하는 과정에서 생기는 전송 오버헤드를 분석하고, 지상파 DMB에 적용 시 단말기의 호환성을 검토하는 과정이 검토한다. 표준에서 제안하는 방법과 지상파 DMB에서 적용 가능한 인캡슐레이션 방법을 비교해서 보다 효과적인 IP 인캡슐레이션 전송 방법을 도출한다.

Key Words : T-DMB, IP Encapsulation, ULE, EPM, MPE

ABSTRACT

In this Paper we present analysis of efficiency for various encapsulation methods to transport IP datagram over terrestrial digital multimedia broadcasting (T-DMB). The multimedia broadcasting system transmitted in one-way needs the data reliability for efficient transmission. And then It is able to select the independent data service using IP encapsulation over T-DMB. We examine the compatibility in adopting T-DMB and the overhead of transmission occurring encapsulation. it also needs the full analysis of data framing because the cost of return channel is relatively higher. We do analysis based on theoretical calculation and propose an efficient, reliable and adaptable method in T-DMB.

I. 서 론

지상파 DMB (Digital Multimedia Broadcasting)에서 서비스하는 연동형 데이터서비스는 MPEG-4 BIFS (Binary Format for Scene) 기술을 이용한 것

이다. 이를 통해 시청자는 방송 프로그램과 동일한 채널을 통해서 부가 데이터를 받게 되고, 수신한 단말기에서 제공되는 이동통신망을 통해 양방향 통신을 할 수 있다. 하지만 이 데이터서비스를 받기 위해서는 사용자가 방송을 시청하고 있어야 한다는

* 부산대학교 컴퓨터공학과 이동통신연구실 (elleysc@pusan.ac.kr), ** ETRI전파방송연구단 선임연구원 (080i@etri.re.kr)

*** 부산대학교 컴퓨터공학과 이동통신연구실 (kimjd@pusan.ac.kr)

논문번호 : KICS2007-06-266, 접수일자 : 2007년 6월 11일, 최종논문접수일자 : 2007년 10월 30일

제약사항이 있다. 독립형 데이터서비스는 독립적으로 서비스를 제공한다는 점에서 차이점이 있다. IP 데이터그램을 전송함으로써 독립형 데이터 방송을 가능하게 한다.

IP 터널링은 지상파 DMB에서 사용자가 원하는 정보를 선택할 수 있는 인터페이스를 제공한다. 이것을 통해서 다른 종류의 IP 데이터그램을 DMB에서 이용 가능한 패킷 모드로 전송하게 한다. 기존의 DAB 패킷 모드로 전송할 경우 데이터 에러의 처리가 없어 신뢰성이 낮다. 보다 신뢰적이고 효율적인 IP 인캡슐레이션 방법이 필요하다. 더불어 수신기에서 제공되어 하는 부분도 정확히 인지해야 한다.

지상파 DMB에서 적용 가능한 인캡슐레이션 방법들을 분석하여, 다양한 데이터서비스를 위한 보다 안정적이면서 효율적인 전송 방법을 도출하는 과정이 요구된다.

II. 지상파 DMB의 전송 시스템

지상파 DMB는 Eureka-147 DAB 시스템을 기반으로 하는 5개의 데이터 경로로 동작한다. 멀티플렉싱 정보를 전송하기 위한 Fast Information Channel (FIC) 와 환경설정을 위한 Service Information (SI) 가 있다. 그리고 디지털 오디오 서비스를 위한 DAB 오디오 프레임 채널과 미디어 전송을 위한 스트림 모드, 패킷 모드의 데이터 채널도 있다. 패킷 모드 데이터 채널은 다양한 데이터서비스에 이용된다. 그리고 스트림모드 데이터 채널은 DMB 프로세서에서 만들어진 오디오와 비디오 스트림을 전송한다. 이런 과정을 거쳐 하나의 스트림으로 다중화된 후, OFDM 인코더에 의해 인코딩되고 RF 신호를 통해 전송되는 시스템이다. (그림 1 참조)

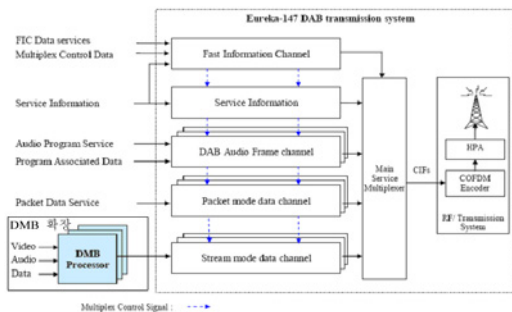


그림 1. Eureka-147 DAB 시스템을 기반으로 하는 지상파 DMB 시스템의 다중화 구조

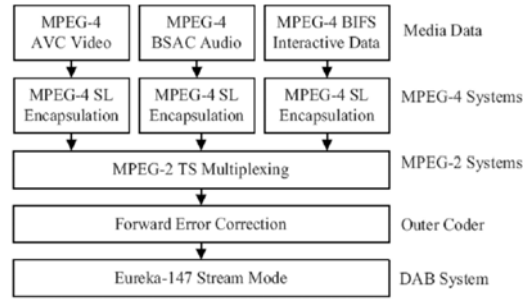


그림 2. 지상파 DMB의 비디오 표준의 계층 구조. MPEG-4로 인코딩된 멀티미디어 데이터들이 MPEG-2 TS를 통해서 멀티플렉싱되는 과정을 알 수 있다.

그림 2는 그림 1의 DMB 확장 부분을 나타낸다. 각각의 미디어를 전송하기 위해서는 정해진 규격에 맞는 표준이 있다. 오디오와 비디오 데이터는 각각 MPEG-4 BSAC 방식, MPEG-4 AVC 방식으로 전송한다. 일반 데이터는 MPEG-4 BIFS 방식으로 MPEG-2 TS (Transport Stream)에 전송하는 방법과 IP 터널링과 MOT 프로토콜 [1][2]을 이용한 패킷 모드 서비스로 전송하는 방식으로 크게 분류한다.

MPEG-2 TS로 다중화된 미디어 스트림은 외부 호화기인 RS (Reed-Solomon) 코딩의 부가 데이터가 추가하여 Eureka-147 스트림 모드로 전송한다.

III. IP 인캡슐레이션 프로토콜

여기서는 지상파 DMB에서의 적용 가능한 인캡슐레이션 방법들을 살펴본다. 우선 DMB 표준을 통한 방법 (EPM)과 디지털 멀티미디어 시스템에서 적용하고 있는 방법 (MPE) 그리고 지금 IETF 표준화 기구에서 제안 중인 방법 (ULE)을 헤더 중심으로 설명한다.

3.1 DMB 표준을 이용한 인캡슐레이션

DMB 전송 프로토콜인 IP 터널링 [3]은 패킷 모드 데이터 채널을 통해서 DMB 패킷 단위로 IP 데이터그램을 전송한다. 물론 IP 데이터그램뿐만 아니라, 다양한 데이터 형태도 가능하다. 그리고 IP 데이터그램은 패킷 모드 데이터 그룹에 의해서 구조화되며 단방향으로 전달된다.

그림 3은 IP 터널링을 통해서 IP 데이터그램을 MSC (Main Service Channel)로 전달하는 과정을 보여준다. MSC는 오디오와 데이터서비스 컴포넌트를 전송하는데 사용되고, 하나의 IP 데이터그램은 하나의 데이터 그룹으로 갖는다.

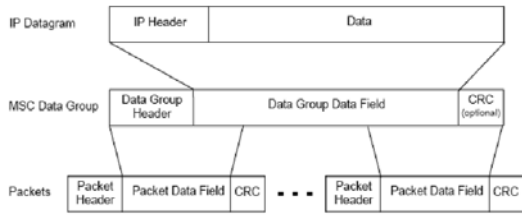


그림 3. 메인 서비스 채널에서 IP 데이터그램의 인캡슐레이션 과정; 메인 서비스 채널에서는 데이터 그룹을 정의해서 인캡슐레이션을 한다.

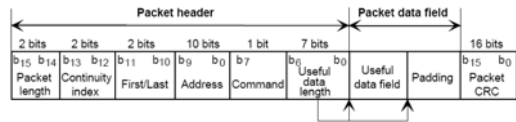


그림 4. DMB 패킷의 기본 구조

데이터 그룹은 컴포넌트 정보가 하나 이상의 패킷으로 전송할 때 이용되며 최대 8,191바이트의 데이터를 포함한다. 데이터 그룹 프레임은 다시 4개의 표준 패킷 길이 타입으로 나뉜다. 길이를 나눔으로써 대역폭에 적절하게 적용할 수 있는 장점은 있지만, 인캡슐레이션 할 때에 전송 효율에 큰 영향을 준다.

IP 데이터그램이 MTU의 크기보다 클 경우, 분할된 IP 데이터그램들이 발생한다. 이 경우 단말기에서 데이터 그룹의 정보가 동일하게 수신되는데, 데이터 그룹 헤더의 필드인 연속성 인덱스와 반복 인덱스를 통해 중복수신을 처리한다.

패킷의 구조는 그림 4에서 볼 수 있듯이 3바이트의 헤더와 2바이트의 CRC로 구성한다. 2비트의 패킷 길이 필드를 통해서 4가지의 패킷 길이를 구분한다 (00은 24 바이트, 11은 96 바이트). 하나의 데이터 그룹 프레임은 여러 개의 DMB 패킷으로 전송되는 경우 패킷의 시작과 끝을 구분하는 필드가 있고, 서브 채널을 이용하기 때문에 할당된 서브 채널의 주소를 표시를 위한 필드가 있다. 그리고 유효 데이터의 길이를 지정하는 필드를 통해 패딩된 바이트를 확인한다.

EPM(Enhanced Packet Mode)는 기존의 DAB 패킷 모드에서 데이터의 신뢰성을 강화했다. IBC 2005에서 모바일 디바이스에 실시간 멀티미디어 전송 (BT 라이브 타임 서비스)을 위한 기술이 발표되었고, 2006년에는 유럽 표준으로 채택되었다^[1].

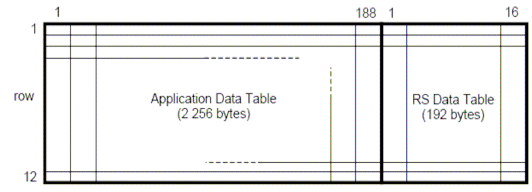


그림 5. Enhanced 패킷 모드에서의 FEC 프레임의 구조

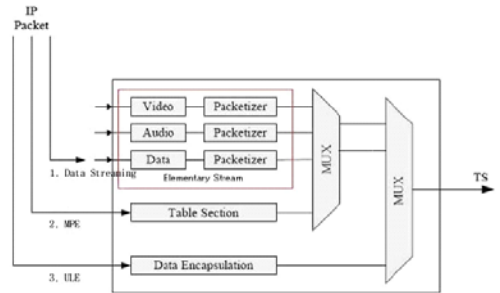


그림 6. MPEG-2에서 IP 데이터그램 전송 방법들

현재 지상파 DMB에서 적용 가능한 부분이다. 이 모드를 사용 시 요구 사항은 데이터 스트림의 대역폭이 상대적으로 작고, 채널의 에러률이 낮아야 한다는 것이다.

EPM을 통해 IP 터널링 과정에서 변화된 부분은 어플리케이션 데이터 테이블을 포함하는 FEC 프레임에 전진 에러 보정 코드를 추가하는 것이다 (그림 5 참조). 우선, 패킷 모드로 분할된 패킷들은 패킷 레벨의 에러 보정을 위한 FEC 프레임을 만든다.

FEC 프레임은 2256바이트의 고정된 인코딩 블록을 가진다. 그리고 FEC 프레임의 가로 행 단위로 RS (204, 188)를 사용하는데 총 12번의 인코딩 과정을 거쳐서 192바이트의 RS 데이터를 만든다. 에러 보정을 위한 인코딩 과정이 끝나면, 어플리케이션 데이터 테이블 내에 입력되었던 순서대로 MSC를 통해 단말기에게 전송된다. RS 데이터들은 다시 2바이트의 헤더를 추가하여 9개의 패킷 (24바이트)를 만들어 전송한다.

EPM에서는 패딩으로 유휴 공간을 처리한다. 따라서, DMB 패킷 크기가 작을수록 많은 패킷을 보내기 때문에 헤더로 인한 전송 오버헤드가 증가함을 알 수 있다. 유사한 접근 방식으로 FEC 프레임을 만드는 과정에서도 사용하지 않은 데이터 공간이 존재하는데 이 역시 패딩으로 해결한다. 하지만 어플리케이션데이터 테이블이 상대적으로 DMB 패

킷의 크기보다 크기 때문에, 최대 2000바이트 이상의 필요 없는 데이터를 전송해야 하는 경우도 있다.

3.2 MPEG-2 TS를 이용한 인캡슐레이션 방법
MPEG-2 TS (Transport Stream)는 압축된 미디어 데이터를 전송하기 위해 사용되는데, 데이터 컨테이너로써 데이터도 전송할 수 있다. 그림 2는 지상파 DMB에서도 비디오 표준을 통해 MPEG-2 TS 전송이 가능함을 보여준다.

TS 패킷은 188 바이트의 고정된 길이를 가지며, 각 패킷은 4 바이트의 헤더와 184 바이트의 데이터 전송 공간을 갖는다. 184 바이트 이상의 데이터가 전송될 경우 PUSI (Payload_unit_start_indicator) 필드를 통해서 이어서 전송될 패킷이 존재하는 지를 확인한다. '1'이 설정되었을 경우에는 페이로드 포인터 (8비트)를 추가하여 새로운 TS 패킷의 시작 시점을 정한다. 아래 내용은 그림 6을 참조하여 MPEG-2 TS에서 전송 가능한 인캡슐레이션 방법을 나열한 것이다.

- (1) Data Streaming: IP 데이터그램을 PES 패킷으로 인캡슐레이션 하는 방법을 말한다. 스트림 전송으로 유니캐스트와 멀티캐스트 데이터서비스를 제공하지만, 많이 이용하는 방법은 아니다.
- (2) MPE: 테이블 섹션을 이용해서 인캡슐레이션 하는 방법을 MPE (Multi-Protocol Encapsulation) 라고 한다. IEEE LAN/MAN 표준과 유사하게 데이터 패킷을 인캡슐레이션 한다. 현재 널리 이용되고 있는 방법이다⁴⁾.
- (3) ULE: TS 패킷을 직접 IP 데이터그램으로 인캡슐레이션 하는 방법을 데이터 파이프 (Data Piping)이라고 한다⁸⁾.

3.2.1 MPE (Multi-Protocol Encapsulation)를 통한 방법

MPE는 DVB (Digital Video Broadcasting)의 표준 규격인 IP 인캡슐레이션 방법이다. MPEG-2 [5]에서 개인 데이터 전송을 위해 정의된 DSM-CC (Digital Storage Media Command and Control) 섹션을 이용하여 IP 데이터그램을 전송한다.

MAC 주소를 사용하며 주소 형식은 ISO/IEEE 표준 [6]을 따른다. 그림 7은 데이터 섹션 프레임을 설명한다. 12 바이트의 헤더와 4 바이트의 트레일러로 구성되며, 헤더에는 데이터 섹션의 크기 (12 비트), 수신자의 MAC 주소와 스크램블링의 상태 정보 등을 포함한다.

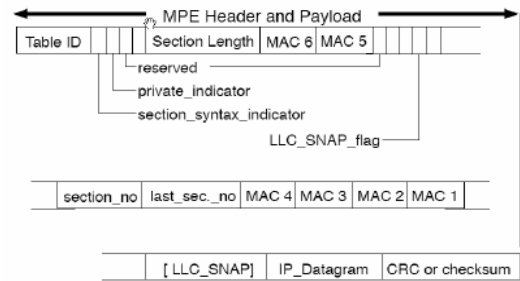


그림 7. 데이터 섹션 헤더 (MPE SNDU)

이것을 처리하기 위한 방법으로 패딩 (Padding)과 패킹 (Packing)이다⁷⁾.

TS의 사용 가능한 데이터 공간에 널 문자를 채우는 것을 패딩이라고 하고, 패킹은 TS의 헤더에서 제공하는 PUSI를 이용해 다음 TS 패킷의 시작 위치를 저장하여 널 문자를 포함하지 않는 방법이다.

이런 부분이 전송 오버헤드에 직접적인 영향을 준다. 그리고 MPE의 단점은 테이블 섹션 헤더에 MPEG-2과 관련된 필드가 다수 있고, 수신자의 맥 주소도 6바이트로 헤더에 고정시켰다. 실제 적용 가능한 측면에서 삭제 가능한 부분이기도 하다.

3.2.2 ULE(Unidirectional Lightweight Encapsulation)를 통한 방법

ULE는 가능한 가볍게 인캡슐레이션을 하도록 디자인되었다⁷⁾. 이러한 접근을 데이터 파이프이라고 한다⁸⁾. 그것은 적은 헤더의 내용을 이용해서, 전송하려는 데이터의 형식에 상관없이 IP 데이터그램을 직접 TS 패킷으로 매칭 시키려 하는 것을 말한다.

ULE 헤더에는 단지 SNDU의 크기를 나타내는 길이 필드 (15 비트)와 같은 형태를 구분하기 위한 타입 필드 (2 바이트)로만 구성된다. 상위 프로토콜의 타입을 정하는 타입 필드를 통해, IP, 이더넷, NFS, FDDI (Fiber Distributed Data Interface), PES (Packetized Elementary Stream; MPEG 에서의 패킷) 등 다양한 프로토콜을 지원한다. 그리고 존재하는 타입의 필드가 없을 경우에 확장헤더를 이용해서 인캡슐레이션의 유연성을 보장한다.

그리고 물리적 인터페이스 주소의 사용 여부를 알려주는 비트 (DAAB)를 통해서 NPA 주소를 포함할 수도 있다. DAAB가 '1'이면 SNDU의 프레임에 수신자의 주소가 없다는 것을 의미하고, '0'이면 추가적인 6 바이트를 통해 수신자의 주소가 있다는 것을 구분한다. (그림 8 참조).

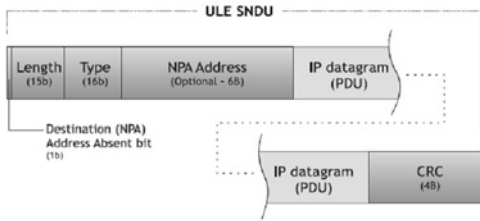


그림 8. ULE (SNDU)의 구조; 타입에는 PDU의 종류가 들어가고, NPA는 부가적인 데이터로서 네트워크 주소를 포함한다.

기본 헤더 크기가 작아서 대역폭과 처리시간을 줄일 수 있다. 또한 MPEG-2 TS의 외부호기를 거치는 MPE와 동일한 에러 보정 능력을 가진다.

IV. 성능 분석

4.1 EPM에서 FEC 프레임 이용 시 오버헤드 MPEG-2 TS (Transport Stream)는 188바이트의 TS 패킷에 16바이트의 RS (Reed-Solomon; 전진에러보정) 데이터를 추가하여 스트림 모드로 전송과정을 거친다. EPM는 패킷 모드의 데이터를 FEC 프레임을 만들어 다시 DMB 패킷의 형태로 IP 데이터그램을 전송한다. 두 가지 모두 RS(204, 188)을 이용하여 유사한 BER (Bit Error Rate)를 가진다. 그 값은 모두 비디오 서비스를 위해서 정상적인 서비스를 할 수 있는 수준을 확인했다.

패킷 스위칭 방식은 패킷 단위로 데이터가 처리된다. 따라서 수신한 단말이 분할된 데이터를 받게 된다면 남은 IP 데이터그램을 수신하기까지 일정시간을 기다려야 한다. 그 시간은 상황에 따라서 고정일 수도 있고, 가변적일 수도 있다. 또한 전송 중 에러가 발생했다면 그 이후에 받은 데이터를 쓸모 없게 된다. 따라서 온전한 IP 데이터그램을 FEC 프레임에 포함시키는 것이 효율적이다. 위와 같은 근거를 바탕으로 표 1이 계산되었다.

FEC 프레임은 그림 5에서 확인할 수 있다. 표 1의 내용은 고정된 DMB 패킷을 전송할 경우 하나의 FEC 프레임에 IP 데이터그램을 포함 할 수 있는 개수와 그에 따른 오버헤드를 말해준다. 24바이트 DMB 패킷이 오버헤드가 큰 것을 알 수 있다. 이것은 패딩비트가 차지하는 부분이다.

표 1. 하나의 FEC 프레임을 구성하는 과정에서 발생하는 IP 데이터그램 오버헤드

FEC 프레임에 포함될 IP 패킷 수	IP 패킷 (패킷모드) (bytes)	오버헤드 (%)
2개	893 (24)	27.8
	1069 (96)	13.5
3개	595 (24)	27.8
	713 (96)	13.5
4개	447 (24)	27.8
	535 (96)	13.5
5개	357 (24)	27.8
	428 (96)	13.5

위의 내용은 IP 데이터그램을 패킷 모드로 인캡슐레이션 하는데 발생하는 전송오버헤드와 별개로 FEC 프레임을 만드는데 추가적인 오버헤드가 발생했다. 그 크기는 패킷의 크기에 따라 대략 13.5%에서 27.8% 정도이다. 이 수치는 IP 데이터그램이 고정된 크기일 때를 고려한 경우이고 상황에 따라 가변적이지만, 고정된 스트리밍 서비스를 한 경우에는 최소 13.5%의 오버헤드는 가짐을 알 수 있다.

4.2 전송 효율성 분석

인캡슐레이션의 특징을 나타내는 기본적인 방법은 프레임을 만들었을 때의 효율성이다. 즉, 전송 데이터에 대한 유효한 데이터의 비율이다.

각 사용자에게 일정한 대역폭을 할당하는 네트워크에서는 이렇게 구해진 효율성이 많은 의미를 부여하지 않는다. 하지만, 브로드캐스트 네트워크에서는 일정한 대역폭을 모든 사용자가 공유하기 때문에 효율성을 측정하는 척도가 될 수 있다.

효율성 분석에 대한 부분은 이론적인 내용을 바탕으로 해서 수식화한 부분을 바탕으로 간단한 시뮬레이션 과정을 통해 이루어졌다.

$$\alpha = \frac{(IP\ datagram)}{(Packet\ header) + (Data\ group\ header) + (IP\ datagram) + CRC} \quad (1)$$

수식 1의 Alpha는 DMB 표준에서 이용되는 패킷 모드를 통해서 데이터그램을 전송했을 경우의 전송 효율성을 수식화한 것이다. 패킷 모드에서는 4가지의 패킷 크기로 정해져 있어서 각 크기에 따른 효율성이 각각 다르다.

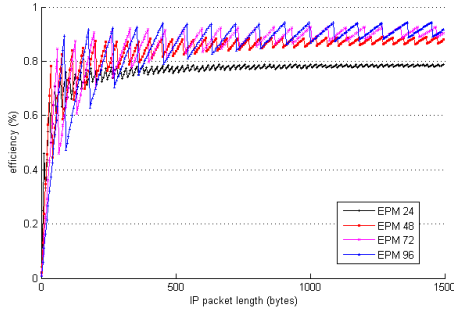


그림 9. EPM에서 패킷의 크기에 따른 효율성; 지그재그의 형태로 그래프가 구성되는데 이것은 정해진 패킷 사이즈가 채워지는 동안은 효율이 높아지지만, 다음 패킷이 시작될 때는 효율이 낮아짐을 의미한다.

그림 9는 패킷 모드를 사용했을 때의 각 패킷 크기에 따른 전송 효율을 나타낸다. 패킷의 크기가 작을수록 전송해야 하는 패킷 수만큼, 헤더와 트레일러가 추가되기 때문에 효율성이 낮다. 반면, 패킷의 크기가 큰 96 바이트인 경우에도 상대적인 효율성은 좋지만, IP 데이터그램의 크기에 따른 변동 차이가 크음을 알 수 있다. 여기서 RS 데이터는 고려하지 않았다.

$$\beta = \frac{(IP\ datagram)}{(TP\ header) + (SNDU\ header) + (IP\ datagram) + CRC} \quad (2)$$

수식 2는 MPEG-2 TS를 통해서 IP 데이터그램을 전송했을 때의 전송 효율을 보여준다. MPE와 ULE는 데이터그램의 타입과 특성에 따라 서로 다른 효율성을 나타낸다. 그것은 헤더의 선택적인 추가로 발생하며 표 2를 통해서 4가지로 구분 지어 분석한다.

표 2. IP 인캡슐레이션 과정에서 생기는 SNDU 오버헤드; EPM에서의 Any는 정의되지 않음을 말하고, ULE에서의 Any는 어떤 거라도 상관없다는 얘기이다. (B는 바이트)

인캡슐레이션	SNDU 헤더				오버헤드 (CRC포함)
	타입	링크 주소	LLC	브릿징	
EPM	Any	-	-	-	14B
MPE	IPv4	6B	-	-	16B
MPE,LLC	IPv6	6B	8B	-	24B
ULE(D=0)	Any	6B	-	-	14B
ULE(D=1)	Any	-	-	-	8B

- MPE에서 SNAP를 지원 (24바이트)
- MPE에서 SNAP 없이 인캡슐레이션 (16바이트)
- ULE에서 IPv4/IPv6의 페이로드만 실는 방법 (8바이트)
- ULE에서 NPA를 포함하는 방법 (14바이트)

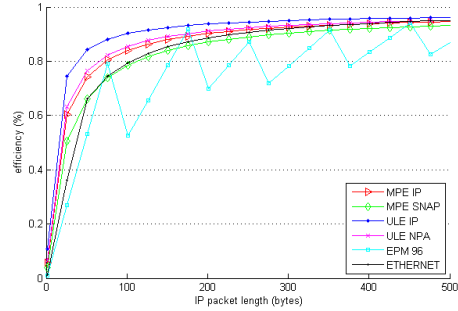


그림 10. MPEG-2를 통한 전송 (패킷 적용)과 패킷 모드에서의 IP 데이터그램 전송 효율성 비교 : EPM 96은 FEC 프레임의 만드는 과정에서 생기는 오버헤드는 제외했다.

그림 10은 이더넷, 패킷 모드와 MPEG-2를 통한 각각의 전송 효율을 비교한 그래프이다. MPE와 ULE는 패킹을 적용하였기 때문에 패딩 비트가 없어 좋은 효율성을 갖는다. IP 데이터그램이 작을수록 효율성에 큰 차이를 보이는 데, 크기는 ULE와 EPM가 40% 이상 차이를 보이는 것을 확인했다. 가장 큰 이유는 데이터 패딩 때문이다.

따라서 작은 IP 데이터그램을 인캡슐레이션 할 때는 ULE가 월등히 좋은 성능을 보인다. EPM에서 추가적인 FEC 프레임의 오버헤드를 고려한다면, 그래프보다 더 낮은 효율을 가질 것으로 예상된다.

T-DMB에서 적용 가능한 IP 인캡슐레이션 방법들의 비교 정리

데이터의 확장성 : 표준에서 DMB 패킷에 대한 확장성에 언급이 없다. 현재 이용되는 사례를 바탕으로 정의되고 있다는 점을 볼 때, ULE와 같은 MPE와 같이 IP 이외의 프로토콜을 다수 지원하는 것을 알 수 있다.

데이터의 신뢰성: 세 가지 방법 모두 안정적인 데이터 서비스를 할 수 있는 10⁻⁹의 BER를 RS코드를 통해 만족하고 있다^[1].

수신 단말의 호환성: 표준에서 제공하는 방법을 이용하는 측면이 가장 호환성이 크다. 하지만 다른 두 가지 방법은 MPEG-2 TS를 이용하기 때문에 펌웨어 수준의 업그레이드를 통해서 호환성을 만족시킬 수 있다.

전송 효율성: 2. 전송효율성 분석 부분에서 내용을 확인했다.

표 3는 위의 프레임의 만드는 과정에서의 효율성과 전송 상의 신뢰성 및 현 수신기와의 호환성 등에 대한 내용을 바탕으로 정리했다.

표 3. DMB에 적용 가능한 IP 인캡슐레이션 비교

인캡슐레이션 방법	EPM	MPE	ULE
데이터의 확장성	낮음	보통	좋음
데이터의 신뢰성	좋음	좋음	좋음
수신 단말의 호환성	좋음	보통	보통
전송 효율성	낮음	보통	좋음

V. 결 론

멀티미디어 디지털 시스템에서 데이터 통신을 함에 있어 많은 제약 사항이 있다. 한정적인 대역폭과 상대적으로 비용이 큰 리턴 채널 그리고 데이터의 신뢰성 등이 있다. 많은 연구 과정을 통해서 이런 부분들이 부분적으로 해결되고 있지만, 아직 언급되지 않은 부분이 있다.

본 논문은 전송 효율성의 측면을 고려해서 지상파 DMB에서 적용 가능한 3가지 IP 인캡슐레이션 방법을 프로토콜 헤더에 초점을 맞춰서 이론적인 데이터를 바탕으로 분석하였다. 표준 규격인 EPM은 수신 단말의 호환성은 좋지만 전송 효율성이 상대적으로 낮다. MPEG-2 TS를 이용한 방법인 ULE는 헤더가 가벼워서 대역폭 및 처리시간을 줄일 수 있고, 다른 응용 프로토콜에 확장성이 뛰어나서, 지상파 DMB에 적용 시 가장 효율적인 방법임을 확인했다.

참 고 문 헌

- [1] ETSI EN 300 401 v1.4.1, "Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers," January 2006.
- [2] ETSI EN 301 234 "Radio Broadcasting System; Digital Audio Broadcasting (DAB); Multimedia Object Transfer (MOT) protocol, May 2006.
- [3] ETSI EN 210 735 v.1.1.1, "Digital Audio Broadcasting; Internet Protocol (IP) datagram tunneling," September 2000.
- [4] Zul Hilmi Zulkili, "Analysis of IP Encapsulation Methods over DVB Satellite," DVB-RCS WG, 2004.
- [5] ISO/IEC 13818-1, "Generic coding of Moving Pictures and Associated Audio Information (MPEG-2) Part 1: Systems," 1996.
- [6] IEEE std 802, "IEEE Standard for Local

and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture," 1990.

- [7] G. Fairhurst, B. Collini-Nocker, "Unirectional Lightweight Encapsulation (ULE) for transmission of IP datagram over MPEG-2 Transport Stream." IETF Internet Draft, ipdvb WG, June 2005.
- [8] EN 301 192, "Digital Video Broadcasting (DVB); DVB Specifications for Data Broadcasting."
- [9] ETRI, "T-DMB White Paper, terrestrial digital broadcasting white paper," 2006.

양 승 철 (Seung-Chur Yang)

준회원



2006년 2월 부산가톨릭대학교 컴퓨터정보공학부 졸업
2006년 3월~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 석사
<관심분야> 무선통신

배 병 준 (Byungjun Bae)

준회원



1995년2월 경북대학교 전자공학과 졸업
1997년2월 경북대학교 전자공학과 석사
2006년8월 경북대학교 전자공학과 박사
1997년2월~2000년10월 LG전자

DTV연구소 주임연구원

2000년11월~현재 ETRI전파방송연구단 선임연구원

<관심분야> 디지털방송시스템, T-DMB 시스템, 양방향 방송시스템

김 종 덕 (Jong-Deok Kim)

정회원



1994년 2월 서울대학교 계산통계학과 졸업
1996년 2월 서울대학교 전산과 학과 석사
2003년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 박사
2004년 2월~현재 부산대학교 정보컴퓨터공학과, 조교수

부산대학교 컴퓨터및정보통신연구소 정보기술연구원

<관심분야> 무선통신, 이동통신망, RFID/USN