

일반논문-09-14-3-07

지상파 DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공하기 위한 부가정보 패킷화 방법 연구

이용주^{a)†}, 서정일^{a)}, 백승권^{a)}, 강경옥^{a)}, 임종수^{a)}

Additional data packetizing method for providing multichannel audio service on T-DMB environment

Yong Ju Lee^{a)†}, Jeongil Seo^{a)}, Seung Kwon Beack^{a)}, Kyeongok Kang^{a)}, and Jong Soo Lim^{a)}

요 약

지상파 DMB는 이동 환경에서 QVGA 급의 영상과 스테레오 오디오를 제공하는 방송 서비스로서 국내에서는 2005년 12월부터 본격적으로 서비스되고 있다. 최근에는 DMB 환경에서 고품질의 영상과 오디오를 제공하려는 기술에 대한 연구가 이루어지고 있는데, 지상파 DMB 환경에서 고품질의 영상 또는 오디오를 제공하기 위해서는 기존의 DMB 서비스에 추가적인 데이터들을 전송하는 것이 필요하다. 하나의 지상파 DMB 방송 채널에 할당되는 전송 비트율이 높지 않다는 점을 감안하면, 이러한 추가적인 데이터들을 효율적으로 전송하는 것이 서비스의 상용화 입장에서는 중요한 요소가 될 수 있다. 본 논문에서는 지상파 DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공하고자 할 때, 추가적으로 전송되어야 하는 부가정보 스트림의 효율적인 전송을 위한 패킷화 방법을 제안한다.

Abstract

Terrestrial digital multimedia broadcasting(T-DMB) is one of mobile broadcasting services, and the commercial service was started in December 2005 in Korea. The performance targets of T-DMB are providing VCD(video CD) quality video and FM radio quality audio. In recent years, the researches for providing high quality video or audio service on T-DMB environments have been being carried out. To provide high-quality video or audio service, some additional data should be transmitted to the receiver as well as T-DMB video and audio data. Since the data rate for one T-DMB program is low, it is important to transmit the additional data at a low bit rate. In this paper, we propose a packetizing method for efficient transmission of the additional data to provide multichannel audio service on T-DMB environment.

Keyword : T-DMB, Multichannel audio

a) 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부분 방송융합미디어연구부
Broadcasting & Telecommunications Convergence Media Research
Department, Broadcasting & Telecommunications Convergence
Research Laboratory, ETRI

† 교신저자 : 이용주(draball@etri.re.kr)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT핵심기술개발사업의 일
환으로 수행하였음.[2006-S-017-01, 지상파 DMB 전송 고도화 기술 개발]
· 접수일(2009년1월15일), 수정일(1차:2009년3월18일, 2차:4월7일), 게재확
정일(2009년4월7일)

1. 서론

지상파 DMB는 이동 환경에서 QVGA 급의 영상과 스테레오 오디오를 제공하는 방송 서비스로서 2005년 12월부터 국내에서 본격적으로 서비스되고 있다. 수도권에서는 6

개의 지상파 DMB 방송사가 전파를 송출하고 있으며, 2007년부터는 지방에서도 지역별로 3개 지상파 DMB 방송사가 방송을 개시하였다. 지상파 DMB의 수신기 보급대수도 2008년 3월말 1,000만대를 넘어선 상태이다^[1].

최근에는 지상파 DMB 환경에서 고품질의 영상과 오디오를 제공하려는 기술에 대한 연구가 이루어지고 있는데, 지상파 DMB 환경에서 3차원 영상을 제공하기 위한 연구, 지상파 DMB 환경에서 VGA급 영상을 제공하는 기술에 대한 연구 및 멀티채널 오디오를 제공하기 위한 연구 등을 그 예로 들 수 있다^{[2][3][4]}. 지상파 DMB 환경에서 고품질의 영상 또는 오디오를 제공하기 위해서는 기존의 DMB 서비스에 추가적인 데이터들을 전송하는 것이 필요한데, 하나의 지상파 DMB 방송 채널에 할당되는 전송 비트율이 높지 않다는 점을 감안하면, 이러한 추가적인 데이터들을 효율적으로 전송하는 것이 서비스의 상용화 입장에서는 중요한 요소가 될 수 있다.

최근 차세대 방송 표준 포럼에서는 지상파 DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공하기 위한 표준안 작성에 대한 논의가 이루어지고 있는데, 멀티채널 오디오 서비스를 위한 부가정보 스트림의 비트율이 12kbps를 넘지 않도록 제한하고 있다. 그러나, 비트율이 12kbps인 부가정보 스트림을 지상파 DMB 환경에서 전송하기 위하여 MPEG-2 TS(Transport Stream)로 패킷화 하여 전송하게 되면, 부가정보 스트림의 비트율보다 2배 이상 높은 약 32kbps의 비트율을 가지게 된다^[5]. 이는 하나의 TS 패킷에 포함되어 전송될 수 있는 데이터의 크기가 184바이트 인 것에 반해, 실제 하나의 TS 패킷에 포함되어 전송되는 부가정보 스트림의 한 프레임 크기가 평균 70바이트 밖에 되지 않아, TS 패킷의 많은 부분이 의미 없는 데이터를 전송하는데 사용되기 때문이다.

본 논문에서는 이와 같이 지상파 DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공하고자 할 때, 부가정보 스트림의 TS 전송율이 부가정보 스트림의 비트율에 비해 2배 이상 증가하는 문제점을 해결하기 위한 효율적인 부가정보 스트림의 전송 방법을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저, 지상파 DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공하는 기술에 대해 2장에서 간단하게 설명을 하

고, 3장에서는 멀티채널 오디오 서비스를 위하여 추가적으로 전송되는 부가정보 스트림을 분석하고, 그 특성에 따른 패킷화 방법을 제안한다. 4장에서는 제안하는 패킷화 방법에 따라 부가정보 스트림을 패킷화 하였을 때의 TS 전송율을 시뮬레이션하여 그 결과를 살펴보고, 마지막 5장에서 결론을 맺는다.

II. 지상파 DMB 멀티채널 오디오 서비스 시스템 개요

본 장에서는 지상파 DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공하기 위한 시스템에 대해 간략하게 살펴본다. 먼저, 지상파 DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공하기 위해 사용되는 멀티채널 오디오 부호화 방식인 MPEG Surround 기술에 대해 살펴보고, 이후 전체 전송 시스템에 대해 살펴본다.

1. MPEG Surround 개요

MPEG Surround는 최근 MPEG에서 표준화가 완료된 멀티채널 오디오 부복호화 표준으로서, 기존의 멀티채널 오디오 부복호화 알고리즘 보다 높은 압축효율과 음질을 가지며, 특히, 스테레오 기반의 오디오 시스템과 역호환성을 가진다는 장점이 있다^{[6][7]}.

MPEG Surround 부호화기는 아래의 그림 1과 같이 멀티채널 오디오 신호를 입력받아, 모노 또는 스테레오 오디오 신호와 부가정보 스트림을 생성한다. 이때 생성된 모노 또는 스테레오 오디오 신호는 AAC(Advanced Audio Codec), BSAC(Bit-sliced Arithmetic coding) 등과 같은 일반적인 스테레오 오디오 부호화 방식을 통해 부호화가 될 수 있다^[8].

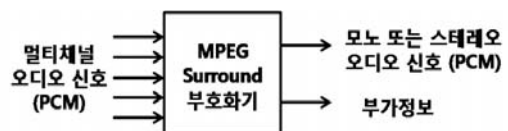


그림 1. MPEG Surround 부호화기 입출력
Fig. 1. input and output of MPEG Surround encoder

MPEG Surround 복호화기는 부호화기와 반대로 PCM 형태의 모노 또는 스테레오 오디오 신호와 부가정보 스트림을 입력받아 멀티채널 오디오 신호를 복원하는 구조를 가진다. 이때, MPEG Surround 복호화기가 없는 시스템에서는 부가정보 스트림은 처리하지 않고, 기존의 스테레오 오디오 신호만을 사용하면 되는데, 이것이 MPEG Surround 가 기존의 스테레오 오디오 시스템과 역방향 호환성을 가지는 이유가 된다.

2. T-DMB 멀티채널 오디오 서비스 시스템 개요

앞서 기술한 것과 같이, MPEG Surround 부호화기는 멀티채널 오디오 신호를 입력받아 모노 또는 스테레오 오디오 신호와 부가정보 스트림을 생성한다. 이때 생성된 모노 또는 스테레오 오디오 신호는 T-DMB 에서의 오디오 신호로 처리되므로, 멀티채널 오디오 서비스를 위해 추가적으로 전송되는 데이터는 MPEG Surround 부호화를 통해 생성된 부가정보 스트림이라 할 수 있다.

MPEG Surround 부호화를 통해 생성된 부가정보 스트림은 비디오 또는 오디오 스트림과 마찬가지로 프레임마다 생성되는 스트림 형태의 데이터이므로, 비디오 또는 오디오 스트림과 같이 SL(Synch Layer) 패킷화, PES(Packetized Elementary Stream) 패킷화를 거쳐 MPEG-2 TS (Trans-

port Stream)로 패킷화 하는 것이 가능하다^[9].

이와 같은 MPEG Surround 부호화기의 특성을 이용하면, T-DMB 부호화기에 MPEG Surround 부호화기를 추가하는 간단한 방법을 통하여 아래의 그림 2와 같은 T-DMB 멀티채널 오디오 부호화기를 설계할 수 있다.

그림 2에서 회색으로 표시된 MPEG Surround 부호화기가 멀티채널 오디오 서비스를 위해 추가된 기능 블록이며, 점선으로 표시된 데이터 경로가 부가정보 스트림의 패킷화를 위해 추가된 데이터 경로이다. 이를 제외한 나머지 기능 블록 및 데이터 경로는 모두 T-DMB 부호화기에 존재하는 기능 블록 및 데이터 경로이다.

한편, 부가정보 스트림의 경우 하나의 새로운 객체에 해당하므로, 단말에서 이를 식별할 수 있도록 하는 정보를 전송할 필요가 있다. 부가정보 스트림의 식별을 위한 정보가 기존의 지상파 DMB 시스템과 호환성을 가지면서 전송되기 위한 방법으로, 오디오에 대한 정보를 기술한 OD (Object Descriptor)에 부가정보 스트림을 위한 ES_descriptor를 추가하여 전송하는 방법이 제안되고 있다^[4].

III. MPEG Surround 부가정보 패킷화 방식

본 장에서는 앞선 2장에서 간략하게 설명한 멀티채널 오

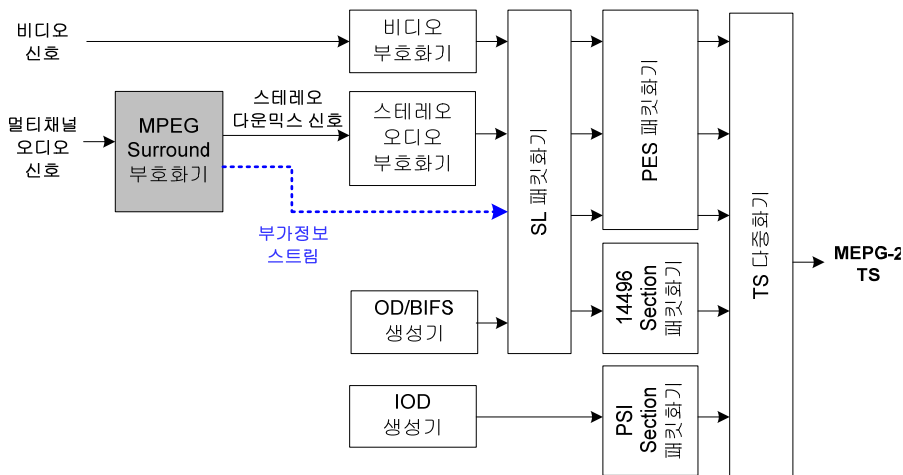


그림 2. T-DMB 멀티채널 오디오 부호화기 구조도
Fig. 2. Structure of T-DMB multichannel audio encoder

디오 서비스를 제공하는 T-DMB 부호화기의 구조에 따라 부가정보 스트림을 전송하였을 때 발생할 수 있는 문제점을 살펴보고, 이러한 문제점 개선을 위한 패킷화 방안에 대해 설명한다.

1. 부가정보 스트림의 TS 전송율 분석

지상파 DMB 송수신 시스템에서는 BSAC 표준에 따라 스테레오 오디오 신호를 부복호화 하는데, 44.1kHz, 48kHz 등의 샘플율을 가질 수 있으며, 1,024 샘플 단위로 하나의 프레임이 생성되어, 초당 약 43개의 오디오 프레임이 생성된다. 부가정보 스트림은 2,048 샘플 단위로 하나의 프레임이 생성되므로, 44.1kHz로 샘플링된 오디오 신호에서는 초당 약 21.53개의 프레임이 생성된다. 부가정보 스트림의 비트율은 인코더의 설정에 따라 가변적이거나, 차세대 방송 표준포럼에서는 지상파 DMB에서 멀티채널 오디오 서비스를 위한 부가정보 스트림의 최대 비트율을 12kbps로 제한하고 있다.

앞서 기술한 것과 같이, 부가정보 스트림의 경우 매 프레임마다 생성되는 데이터로 SL 패킷화, PES 패킷화, TS 패킷화를 거쳐 전송하는 것이 적절하다. 일반적으로 하나의 SL 패킷에는 하나의 AU(Access Unit)가 포함하도록 패킷화가 수행되며, 하나의 PES 패킷에는 하나의 SL패킷이 포함된다. 하나의 PES 패킷은 하나 이상의 TS 패킷으로 패킷화 되는데, 12kbps의 비트율을 가지는 부가정보 스트림의 평균 프레임 크기는 약 70바이트 이므로, 하나의 부가정보 프레임을 포함하는 PES 패킷의 경우 하나의 TS 패킷으로 전송하는 것이 가능할 것이다. 이와 같이, 부가정보 스트림을 매 프레임별로 SL 패킷화를 하여 전송하는 경우의 TS 전송율은 아래와 같이 계산될 수 있다.

$$\begin{aligned}
 & \text{부가정보 스트림의 TS 전송율} \\
 &= \text{프레임을} \times 188 \times 8 \\
 &= 21.53 \times 188 \times 8 = 32,381[\text{bps}]
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

식 (1)에서 알 수 있듯이, 12kbps를 가지는 부가정보 스트림을 프레임별로 SL 패킷화하는 경우 TS 전송율이 약

32kbps 가 된다. 이는 부가정보 스트림 비트율의 약 2.7배에 해당하는 것으로, 패킷화로 인한 SL 패킷 헤더, PES 패킷 헤더, TS 패킷 헤더 등의 오버헤드를 고려하더라도 매우 비효율적인 값이라 할 수 있다.

이와 같이 부가정보 스트림의 TS 전송율이 부가정보 스트림의 비트율에 비해 높은 이유는 하나의 TS 패킷에 포함될 수 있는 데이터의 크기에 비해 부가정보 스트림 한 프레임의 크기가 작아서, TS 패킷의 많은 부분이 의미 없는 데이터를 전송하는데 사용되기 때문이다. TS 패킷 하나의 크기는 188바이트이며, 4바이트의 헤더가 존재하므로, 실제적으로 전송될 수 있는 데이터의 최대 크기는 184바이트이다. 지상파 DMB에서는 SL 헤더, PES 헤더가 더 포함되어야 하는데, 이를 고려하면 하나의 TS 패킷에 전송될 수 있는 최소 데이터의 크기는 약 160바이트가 된다^[10]. 부가정보 스트림의 경우 한 프레임의 크기가 평균 70바이트 임을 감안하면, 하나의 TS 패킷에 90바이트 정도의 의미 없는 데이터가 전송된다고 볼 수 있다.

2. 부가정보 스트림의 효율적인 패킷화 방법

앞서 살펴본 것과 같이, 부가정보 스트림을 프레임별로 SL 패킷화 하는 경우 TS 전송율이 매우 높아지는 것을 볼 수 있는데, 이는 하나의 TS 패킷에 포함되는 부가정보 프레임의 하나의 크기가 작기 때문이다.

한편, 오디오 신호의 패킷화 방법을 살펴보면, 여러 개의 오디오 프레임을 묶어서 하나의 패킷으로 패킷화 하는 방법이 사용되어왔다. MPEG-4 오디오 표준인 BSAC 에서는 여러 개의 프레임을 하나의 슈퍼 프레임으로 패킷화하는 방법을 허용하고 있으며, 실제로 T-DMB의 비주얼 라디오 서비스에서 사용되고 있다^[8]. 또한, MPEG-2 오디오 기술인 AAC에서는 ADTS 방식을 통해 여러 개의 오디오 프레임을 묶어서 패킷화하는 방법을 허용하고 있는데, 이는 S-DMB에서 스테레오 오디오의 전송에 사용되고 있다^[11].

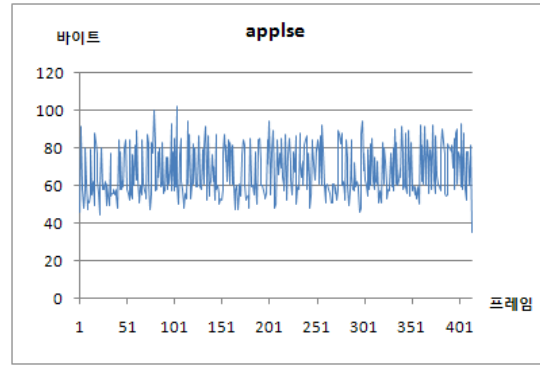
본 연구에서는 이러한 개념을 부가정보 프레임의 패킷화 방법에 적용하여 하나의 TS 패킷에 하나 이상의 부가정보 프레임을 포함하여 전송하는 방법을 제안한다. 앞서 살펴본 것과 같이 하나의 TS 패킷에 포함될 수 있는 데이터의

양이 160바이트 이고, 부가정보 프레임의 평균 데이터 크기가 70바이트 인 것을 감안하면, 하나의 TS 패킷에 2개 또는 그 이상의 부가정보 프레임을 포함하는 것이 가능할 것으로 생각된다. 하나의 TS 패킷에 두 개의 부가정보 프레임을 포함하는 경우 부가정보 스트림의 TS 전송율은 앞서 계산했던 값의 1/2이 되어 약 16kbps가 된다. 이와 같은 계산이 성립하기 위해서는 부가정보 프레임의 데이터 크기가 순간적으로 커지거나 작아지지 않고 고른 값을 나타내어, 두 개의 부가정보 프레임 데이터를 더한 것이 160바이트를 넘지 않아야 한다. 따라서 부가정보 스트림의 프레임별 크기 분석을 통해 제안한 방법이 적절한지를 예측해 볼 수 있다.

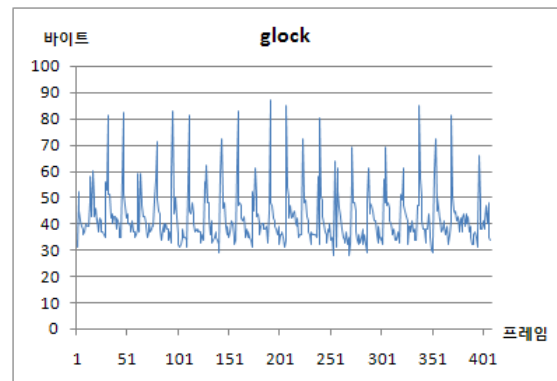
아래의 표 1은 MPEG Surround 부복호화기의 성능 평가를 위해 사용되었던 멀티채널 오디오 신호를 MPEG Surround 부호화기를 통해 부호화 하였을 때 생성된 부가정보 스트림의 프레임별 크기에 대한 평균 및 표준편차를 나타낸 것이다.

표 1에 나타난 것과 같이 멀티채널 오디오 부호화를 통해 생성된 부가정보 스트림의 프레임별 평균 크기는 70바이트보다 적은 값을 가지며, 표준 편차가 13.5 이하의 값을 가진다. 프레임의 평균 크기를 고려할 때, 표준편차가 다소 높게 나타나는 부가정보 스트림이 있는데, 이러한 부가정보 스트림의 경우 하나의 TS 패킷에 두 개 이상의 부가정보 프레임을 포함하는 것이 어려울 수가 있다. 그러나 평균 프레임의 크기보다 큰 부가정보 프레임이 특정 구간에 집중되지 않고 전 구간에 걸쳐 분포되는 경우, 표준편차가 높더라도 하나의 TS 패킷에 두 개 이상의 부가정보 프레임을 포함하는 것이 가능할 것이다. 이러한 이유로 표준편차가 높은 콘텐츠의 프레임 크기 분포를 살펴보았다. 아래의 그림 3은 표 1에서 표준편차가 높은 오디오신호 중 부가정보 스트림

의 평균 프레임의 크기가 가장 큰 'applse'와 평균 프레임의 크기가 가장 작은 'glock' 오디오 신호에 대한 부가정보 프레임별 크기를 나타낸 것이다.



(a) 'applse' 부가정보 스트림의 프레임별 크기



(b) 'glock' 부가정보 스트림의 프레임별 크기

그림 3. 부가정보 스트림의 프레임별 크기의 예
Fig. 3. Examples of frame size of additional data stream

그림 3의 (a)와 (b) 그림을 보면, 부가정보 스트림 중 한 프레임의 크기가 큰 부가정보 프레임들이 한곳에 집중된

표 1. 부가정보 스트림의 프레임별 크기 평균 및 표준편차

Table 1. Average and standard deviation of frame size of additional data stream

구 분	applse	ARL_applause	chostakovitch	fountain_music	glock	indie2	jackson1	pops	poulenc	rock_concert	Stomp
프레임 개수	413	434	434	434	408	329	353	434	434	434	434
평균 크기	65.7	58.8	44.7	65.5	41.2	44.9	52.3	51.6	49.6	53.2	50.8
표준편차	13.1	12.6	5.2	13.2	10.2	4.7	9.3	11.5	6.0	11.7	10.2
프레임 최대크기	101	87	63	92	86	70	87	87	75	92	83
프레임 최소크기	34	37	31	21	27	23	26	17	37	24	29

것이 아니라, 전 구간에 걸쳐 분포된 것을 볼 수 있다. 따라서 하나의 TS 패킷에 두 개 이상의 부가정보 프레임을 포함하여 전송하는 것이 가능할 것으로 생각되며, 제안한 방법이 높은 전송 효율을 가질 것으로 예상된다.

3. 부가정보 스트림의 다중화 방법

한편, 제안한 방법으로 부가정보 스트림을 전송하면, 단말에서 초기 스트림을 입력받는데 소요되는 시간이 늘어난다는 단점과 단말에서 요구되는 메모리의 크기가 커질 수 있다는 단점이 생길 수 있다.

부가정보 스트림의 경우 프레임 간의 시간 간격은 46.4msec 인데, 이는 지상파 DMB의 비디오 프레임 간의 시간 간격 약 33msec와, 스테레오 오디오 프레임 간의 시간 간격 약 23.2msec 보다도 큰 값이다. 두 개 또는 세 개의 부가정보 프레임을 하나의 TS 패킷에 포함하여 전송하는 경우, 단말에 수신되는 부가정보 프레임의 시간 간격은 각각 92.8msec와 139.2msec가 될 것이므로, 단말에서 채널을 선택한 후에 첫 번째 부가정보 프레임을 수신하는 데에 소요되는 평균 시간이 더 증가할 것이다. 지상파 디지털멀티미디어방송 비디오 송수신 정합표준에서는 오디오 스트림의 CTS(Composition Time Stamp) 전송 주기가 700msec를 넘지않도록 제한하고 있는데, 세 개의 부가정보 프레임을 하나의 TS 패킷에 포함하였을 경우에도 두 TS 패킷간의 CTS의 차이는 150msec가 되지 않으므로, 지상파 디지털멀티미디어방송 비디오 송수신 정합표준에서 제한하는 값을 넘지는 않는다. 따라서 제안하는 방법을 사용하였을 경우, 수신되는 부가정보 프레임의 시간 간격이 다소 증가하지만 지상파 디지털멀티미디어방송 비디오 송수신 정합표준은 충분히 만족한다고 할 수 있다.

한편, MPEG Surround 복호화기는 PCM 형태의 오디오 신호와 부가정보 스트림을 입력받아 멀티채널 오디오 신호를 복원하는데, 이를 위해서는 최소한 부가정보 스트림의 한 프레임 간격에 해당하는 2,048 샘플의 스테레오 오디오 신호를 단말에 저장하고 있어야 한다. 이때 스테레오 오디오 신호를 저장하기 위해 요구되는 메모리의 양은 아래의 식과 같이 계산될 수 있다.

$$\begin{aligned} & \text{단말에 요구되는 메모리의 양} \\ & = \text{오디오 샘플 수} \times \text{양자화 비트} \times \text{채널 수} \quad (2) \\ & = 2,048 \times 2 \times 2 = 8,192 \text{ [byte]} \end{aligned}$$

제안한 방법과 같이 2개 이상의 부가정보 프레임을 하나의 TS 패킷에 포함하여 전송하는 경우 부가정보 프레임의 전송 간격이 커져서 스테레오 오디오 신호의 저장을 위해 단말에서 요구되는 메모리의 양이 증가할 수 있다. 이러한 문제점을 살펴보기 위해 제안한 방법에 따라 멀티채널 오디오 신호를 부호화하고 패킷화할 때의 부가정보 프레임의 전송 순서에 대해 살펴보았다.

그림 2와 같은 부호화기 구조에서 멀티채널 오디오 신호가 입력되면 MPEG Surround 부호화기를 통해 부가정보 프레임과 스테레오 오디오 신호가 생성된다. 이후 스테레오 오디오 신호가 스테레오 오디오 부호화기에 의해 부호화되어 스테레오 오디오 프레임이 생성되는데, 스테레오 오디오 부호화기의 경우 1,024 샘플 단위로 프레임이 생성되므로, 하나의 부가정보 프레임이 생성될 때 두 개의 스테레오 오디오 프레임이 생성된다. 시간에 따라 생성되는 부가정보 프레임 및 스테레오 오디오 프레임의 순서는 아래의 그림 4와 같다.



그림 4. 오디오 프레임이 생성되는 순서
Fig. 4. The order of audio frames being generated

하나의 TS 패킷에 하나의 부가정보 프레임을 포함하는 경우, 부가정보 프레임 및 스테레오 오디오 프레임의 전송 순서는 그림 4의 오디오 프레임 생성순서와 같게 되는데, 이 경우에는 부가정보 프레임이 스테레오 오디오 프레임보다 항상 먼저 수신이 되므로, 단말에서 메모리가 증가하는 현상은 발생하지 않는다.

제안한 방법과 같이 2개 이상의 부가정보 프레임을 하나의 TS 패킷에 포함하여 전송하는 경우에는 전송되는 순서가 그림 4의 생성되는 순서와 다르게 된다. 아래의 그림 5는 하나의 TS 패킷에 최대 2개 또는 3개의 부가정보 프레임을 포함하여 전송할 때의 전송 순서를 나타낸 것이다.

하나의 TS 패킷에 최대 2개의 부가정보 프레임을 포함하여 전송하는 경우에는, 그림 5의 (a)와 같은 순서로 전송이 된다. 이 경우 단말에서는 스테레오 오디오 프레임 1-1과 스테레오 오디오 프레임 1-2를 먼저 입력받고, 이를 복호화하여 2,048 샘플의 오디오 신호를 생성하게 된다. 이후 부가정보 프레임 1이 입력되면, 버퍼에 저장된 2,048 샘플의 오디오 신호와 부가정보 프레임 1을 이용하여 MPEG Surround 복호화를 수행하게 되고, 스테레오 오디오 신호를 위한 버퍼는 비워지게 된다. 이후에 스테레오 오디오 프레임 2-1과 스테레오 오디오 프레임 2-2가 입력되고 복호화

되어 스테레오 오디오 신호가 생성되는데, 이때 생성된 스테레오 오디오 데이터는 이전에 비워진 버퍼에 저장할 수가 있게 된다. 따라서 하나의 TS 패킷에 최대 2개의 부가정보 프레임을 포함하여 전송할 때는 스테레오 오디오 신호의 저장을 위한 추가적인 메모리는 필요하지 않게 된다.

하나의 TS 패킷에 최대 3개의 부가정보 프레임을 포함하여 전송하는 경우에는, 그림 5의 (b)와 같은 순서로 전송이 된다. 이 경우에는 부가정보 프레임 1과 부가정보 프레임 2가 스테레오 오디오 프레임 2-2가 전송된 이후에 전송이 된다. 하나의 TS 패킷에 최대 3개의 부가정보 프레임을 포함하기 위해서는 인접하는 3개 부가정보 프레임의 크기를 확인하여야 하는데, 세 번째 부가정보 프레임의 크기를 확인하기 전에 이미 그림 4와 같이 4개의 스테레오 오디오 프레임이 생성이 되기 때문이다. 이때, 부가정보 프레임 3은 그 크기에 따라 부가정보 프레임 1,2와 함께 하나의 TS 패킷에 포함되어 전송될 수도 있고, 다른 TS 패킷에 포함되어 전송될 수도 있다. 이 경우 단말에서는 먼저 입력되는 4개의 스테레오 오디오 프레임을 복호화하여 총 4,096 샘플의 오디오 신호를 생성하게 되므로, 복호화된 스테레오 오디오 신호를 저장하기 위해서는 식(2)에서 계산한 메모리 용량의 2배가 필요하게 된다.

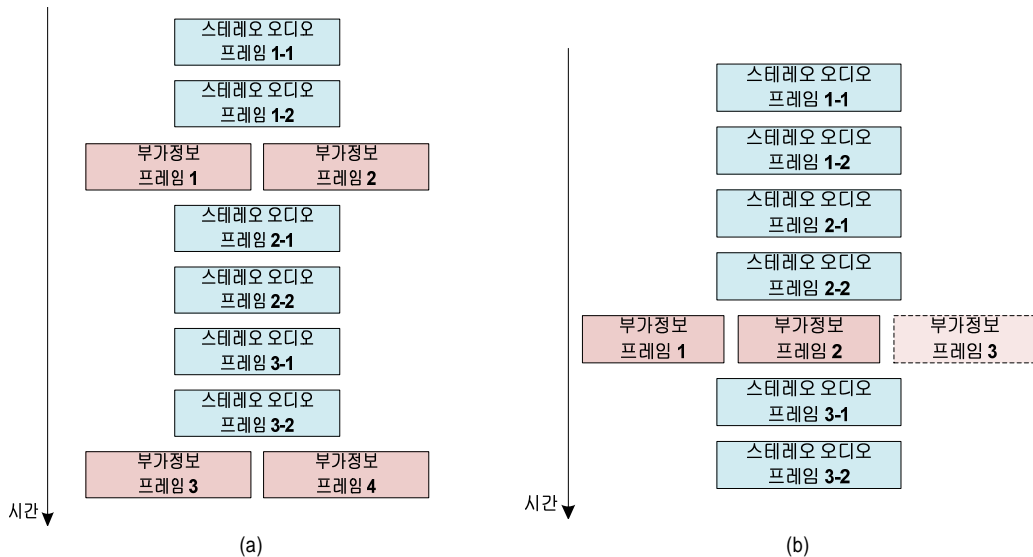


그림 5. 오디오 프레임이 전송되는 순서 (a) 하나의 TS 패킷에 최대 2개의 부가정보 프레임을 전송할 때의 오디오 프레임이 전송되는 순서 (b) 하나의 TS 패킷에 최대 3개의 부가정보 프레임을 전송할 때의 오디오 프레임이 전송되는 순서.

Fig. 5. The order of audio frames being transmitted

이와 같은 경우에 단말의 메모리 용량이 증가하는 것을 막기 위해서는 부호화기에서 인위적으로 전송 순서를 변경하는 방법이 있을 것이다. 예를 들어 스테레오 오디오 프레임 2-1과 2-2가 생성되었더라도 전송하지 않고, 부가정보 프레임 1이 포함된 TS 패킷이 생성되어 전송된 이후에 오디오 프레임 2-1과 2-2를 전송하면, 이러한 단말의 메모리 용량 증가 문제는 해결할 수 있다. 이 방법은 단말에서 요구되는 저장용량의 증가는 막을 수 있으나, 부호화기 전체에 부가정보 한 프레임 생성간격에 해당하는 46msec의 시간 지연은 발생할 수 있다.

IV. 실험 및 결과

본 연구에서는 하나의 TS 패킷에 포함되어 전송될 수 있는 데이터 크기와 부가정보 스트림의 평균 비트율에 기반하여 하나의 TS 패킷에 하나 이상의 부가정보 프레임을 포함하여 패킷화하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법의 효율성을 증명하기 위하여 제안한 방법으로 부가정보 스트림을 패킷화하는 과정을 시뮬레이션하고, 그 TS 전송율을 계산해 보았다.

본 실험에서는 실제 T-DMB의 패킷화 방식을 고려하여, 하나의 TS 패킷에 포함될 수 있는 데이터의 크기를 160바이트로 가정하고, 하나의 TS 패킷에 최대 두 개 또는 세

개의 부가정보 프레임 데이터를 포함하도록 하는 실험을 수행하였다. 하나의 TS 패킷에 최대 두 개의 부가정보 프레임이 포함될 수 있도록 한 실험에서는 인접하는 두 개의 부가정보 프레임 데이터의 크기를 더한 값이 160바이트를 넘는 횟수를 측정하고, 160바이트가 넘는 경우에는 하나의 TS 패킷에 하나의 부가정보 프레임만을 포함하도록 하고, 160바이트 보다 작은 경우에는 하나의 TS 패킷에 두 개의 부가정보 프레임을 전송하는 것으로 하여 TS 전송율을 계산하였다. 하나의 TS 패킷에 최대 세 개의 부가정보 프레임이 포함될 수 있도록 한 실험에서는 세 개의 인접하는 부가정보 프레임 데이터의 크기를 더한 값이 160바이트가 넘지 않는 횟수를 측정하고, 160바이트가 넘는 경우에는 하나의 TS 패킷에 하나 또는 두 개의 부가정보 프레임만을 포함하도록 하고, 160바이트 보다 작은 경우에는 하나의 TS 패킷에 세 개의 부가정보 프레임을 전송하는 것으로 하여 TS 전송율을 계산하였다.

3장에서 프레임별 크기를 측정하였던, 11개의 멀티채널 오디오 신호에 대한 부가정보 스트림에 대해 실험을 수행한 결과는 아래의 표 2와 같다.

표 2를 보면, 인접하는 두 프레임 크기의 합이 160바이트를 넘는 횟수는 부가정보 스트림의 비트율과 관련이 있는 것을 알 수 있는데, 부가정보 스트림의 비트율이 높은 경우에는 그 횟수가 많이 나타나고, 부가정보 스트림의 비트율이 낮은 경우는 거의 나타나지 않았다. 특히 부가정보 스트

표 2. 하나의 TS 패킷에 하나 이상의 부가정보 프레임을 포함하여 전송할 때의 TS 전송율
Table 2. TS transfer rates where TS packet includes additional data frame of above one

구 분	applse	ARL_appl ause	chostakov itch	fountain_ music	glock	indie2	jackson1	pops	poulenc	rock_conc ert	Stomp
부가정보 스트림 비트율 (kbps)	11.3	10.1	7.7	11.3	7.1	7.7	9.0	8.9	8.5	9.2	8.8
전체 프레임의 개수	413	434	434	434	408	329	353	434	434	434	434
인접하는 두 프레임 크기의 합이 160바이트를 넘는 횟수 / TS 전송율 (kbps)	38 / 17.7	12 / 16.6	0 / 16.2	36 / 17.5	0 / 16.2	0 / 16.2	0 / 16.2	0 / 16.2	0 / 16.2	7 / 16.5	0 / 16.2
인접하는 세 프레임 크기의 합이 160바이트를 넘지 않는 횟수 / TS 전송율 (kbps)	15 / 17.5	102 / 15.4	424 / 10.9	36 / 17.1	361 / 11.4	321 / 10.9	200 / 13.1	213 / 13.5	351 / 11.8	245 / 13.4	247 / 13.1

림의 비트율이 8kbps 이하인 경우에는 인접하는 두 프레임 크기의 합이 160바이트를 넘는 경우가 발생하지 않았다. 부가정보 스트림의 비트율이 10kbps를 넘는 경우에도 두 프레임의 합이 160바이트를 넘는 경우는 전체 프레임의 1/10이 되지 않는 것을 알 수 있었다. 두 개의 인접하는 부가정보 프레임 크기의 합이 160바이트를 넘지 않는 프레임에 대해서는 두 개의 부가정보 프레임을 하나의 TS 패킷에 전송한다고 가정하여 계산한 TS 전송율은 앞서 계산한 TS 전송율인 32.4kbps의 절반에 가까운 값을 나타내었다.

표 2의 인접하는 세 프레임 크기의 합이 160바이트를 넘지 않는 횟수를 보면, 부가정보 스트림의 비트율에 따라 그 횟수에 많은 차이가 남을 알 수 있다. 부가정보 스트림의 비트율이 11kbps가 넘는 두 개의 오디오 신호에서는 그 횟수가 아주 작았으며, 부가정보 스트림의 비트율이 9 kbps보다 낮은 오디오 신호에서는 약 50% 이상의 프레임이 3개의 부가정보 프레임을 하나의 TS 패킷에 포함할 수 있는 것으로 나타났다. 세 개의 인접하는 부가정보 프레임 크기의 합이 160바이트를 넘지 않는 프레임에 대해서는 세 개의 부가정보 프레임을 하나의 TS 패킷에 전송한다고 가정하여 계산한 TS 전송율은 하나의 TS 패킷에 최대 두 개의 부가정보 프레임을 포함하여 전송하였을 때보다는 낮은 값을 나타내었으며, 특히 부가정보 스트림의 비트율이 8kbps를 넘지 않는 오디오 신호에 대해서는 2.7kbps 이상의 비트율을 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다. 그러나 부가정보 스트림의 비트율이 10kbps를 넘는 오디오 신호에 대해서는 하나의 TS 패킷에 최대 두 개의 부가정보 프레임을 포함하도록 하였을 때와 비교하여 큰 이득이 없는 것으로 나타났다.

V. 결 론

본 논문에서는 지상파 DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공할 때, 멀티채널 오디오 서비스를 제공하기 위해 추가적으로 전송되는 부가정보 스트림을 효율적으로 전송하는 방법을 제안하였다. 멀티채널 오디오 서비스를 위한 부가정보 스트림은 약 12kbps의 비트율을 가지는데, 이를 T-DMB 전송규격에 따라 MPEG-2 TS로 패킷화하면,

부가정보 스트림의 비트율보다 두 배 이상 높은 약 32kbps의 TS 전송율을 가지게 된다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 하나의 TS 패킷에 하나 이상의 부가정보 프레임을 포함하여 전송하는 방법을 제안하였다. 제안하는 방법의 효율성 검증을 위해, 제안한 방법에 따라 두 개 또는 세 개의 부가정보 프레임을 하나의 TS 패킷에 포함하여 패킷화하여 전송하는 것을 시뮬레이션하고, 이때의 TS 전송율을 계산하였다. 시뮬레이션 결과를 통해 제안한 부가정보 스트림의 패킷화 방법이 멀티채널 오디오 서비스를 위한 부가정보 스트림의 전송에 매우 효율적임을 알 수 있었다. 또한, 본 논문에서는 스테레오 오디오 스트림과 부가정보 스트림의 다중화 시점에 대한 고찰을 통해, 제안한 방법으로 패킷화한 부가정보 스트림을 적절하게 다중화하는 방법을 제시하였다.

본 논문에서는 T-DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공하고자 할 때 효율적으로 부가정보 스트림을 패킷화하는 방법에 대해 제안하였는데, T-DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공하는 서비스가 상용화되기 위해서는 패킷화 기술과 함께 프로그램 지정 정보 생성 기술, 다중화 기술 등과 같은 서비스 전반에 대한 표준화가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] 김휘용 외, "DMB-AF: DMB 파일 포맷 표준화 동향" 전자통신동향분석, 제23권 제3호, 2008, 6.
- [2] Sukhee Cho, H. Kwon, N. Hur, J. Kim and S. Lee, "Stereoscopic Video Codec for 3D Video Service over T-DMB", ICCE 2007, 2007, 1.
- [3] 임중수, "AT-DMB 기술 및 서비스" TTA 저널, No. 115, 2008, 2.
- [4] 서정일 외, "멀티채널 오디오 서비스를 위한 지상파 DMB 미디어처리 기 설계" 한국음향학회지, 제 24권 제 4호, 2005. 5.
- [5] ISO/IEC 13818-1, Information Technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems, 2006.
- [6] ISO/IEC FDIS 23003-1, Information Technology - MPEG audio technologies - Part 1 : MPEG Surround, 2006.
- [7] <http://www.mpegsurround.com/>
- [8] ISO/IEC 14496-3, Information technology - Coding of audio-visual objects - part3: Audio, 2001.
- [9] ISO/IEC 14496-1, Information technology - coding of audio-visual object - Part 1; systems, 2002.
- [10] TTAS.KO-07.0026, "지상파 디지털멀티미디어방송(DMB) 비디오 송

수신 정합표준,” TTA(한국정보통신기술협회), 2006.
[11] ISO/IEC 13818-7, Information technology – Generic coding of

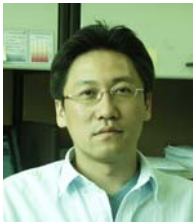
moving pictures and associated audio information – Part 7:
Advanced Audio Coding(AAC), 2006. 1.

— 저 자 소 개 —



이 용 주

- 1999년 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 2001년 : 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 2001년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부분 방통융합미디어연구부 선임연구원
- 주관심분야 : 대화형 방송 시스템, 음향신호처리, 객체기반 3차원 오디오 신호 처리 등



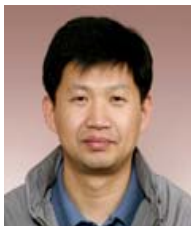
서 정 일

- 1994년 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1996년 : 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 2005년 : 경북대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 1998년 ~ 1999년 : LG 반도체 근무
- 1999년 ~ 2000년 : 현대 전자 근무
- 2000년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부분 방통융합미디어연구부 선임연구원
- 주관심분야 : 음향신호처리, 음성신호처리, 객체기반 3차원 오디오 신호처리, MPEG, DMB 등



백 승 권

- 1999년 : 한국항공대학교(공학사)
- 2001년 : 한국정보통신대학교 전자공학과(공학석사)
- 2005년 : 한국정보통신대학교 전자공학과(공학박사)
- 2005년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부분 방통융합미디어연구부 선임연구원
- 주관심분야 : 음향신호처리, 오디오 신호 처리 등



강 경 옥

- 1985년 : 부산대학교 물리학과(이학사)
- 1988년 : 부산대학교 대학원 물리학과(이학석사)
- 2004년 : 한국항공대학교 대학원 항공전자공학과(공학박사)
- 1991년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부분 방통융합미디어연구부 책임연구원
- 주관심분야 : 음향 신호처리, 3차원 오디오, 맞춤형 방송 등



임 종 수

- 1990년 : 경북대학교 정보통신부 졸업(석사)
- 1990년 ~ 1995년 : 한국이동통신(주) 근무
- 1995년 ~ 1998년 : 한국통신기술(주) 근무
- 1999년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부분 방송시스템연구부 책임연구원
- 주관심분야 : 디지털방송시스템, 이동멀티미디어방송 등