

위성 DMB 환경에서의 멀티채널 오디오 서비스 시스템 연구

이용주, 서정일, 백승권, 강경욱
한국전자통신연구원

draball@etri.re.kr, seoji@etri.re.kr, skbeack@etri.re.kr, kokang@etri.re.kr

Research for Multi-channel audio service system on Satellite DMB environment

Yong Ju Lee, Jeongil Seo, Seung Kwon Beack, Kyeongok Kang
Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 논문에서는 위성 DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공할 수 있는 시스템을 제안한다. 위성 DMB 서비스는 2005 년부터 상용서비스를 시작한 이동멀티미디어방송 서비스로서, QVGA 급의 영상과 FM 음질의 오디오 서비스를 제공한다. 본 연구에서는 기존의 위성 DMB 시스템과 호환성을 유지하면서, 적은 비트율의 데이터를 추가하여 멀티채널 오디오 서비스를 제공하는 시스템에 대한 연구를 수행하였다. 이를 위하여 기존의 스테레오 오디오 시스템과 호환성을 가지면서도 적은 비트율의 데이터 추가만으로 멀티채널 오디오 신호의 재현이 가능한 멀티채널 오디오 부호화 기술을 적용하였고, 기존 위성 DMB 단말의 동작에 영향을 주지 않으면서, 멀티채널 오디오 서비스가 제공되는 것을 식별할 수 있도록 하는 시그널링 방법을 개발하여 적용하였다. 연구 결과의 검증에 위하여 위성 DMB 멀티채널 오디오 부호화기 및 단말을 개발하여 방송 실험을 수행하였고, 이를 통하여 제안한 방법으로 위성 DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 효율적으로 제공할 수 있음을 증명하였다.

1. 서론

최근 멀티미디어 부호화 기술의 발전에 따라 모바일 방송 환경에서 3D 영상 서비스, VGA 급 영상 서비스, 멀티채널 오디오 서비스 등과 같은 보다 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공하려는 연구가 이루어지고 있다[1] [2] [3]. 특히, 오디오의 경우 DAB Plus, DRM Plus 등과 같은 디지털 라디오 표준에서 스테레오 오디오 서비스와 함께 멀티채널 오디오 서비스를 제공할 수 있도록 표준을 제정하는 등 모바일 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공하는 기술에 대한 관심이 증가하고 있는 추세이다[4] [5].

국내에서는 지상파 DMB 및 위성 DMB 를 통한 모바일 방송 서비스가 제공되고 있는데, QVGA 급의 영상과 FM 음질의 스테레오 오디오를 제공하고 있다. 멀티채널 오디오를 포함하는 콘텐츠의 증가에 따라 모바일 방송 환경에서도 멀티채널 오디오 서비스를 제공하게 되면, 차량환경이나, 택내에서 고품질의 오디오 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 위성 DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공하기 위한 시스템을 제안한다. 본 연구에서는 제안하는 시스템의 상용화를 고려하여, 기존의 위성 DMB 단말과 호환성을 유지하여야 한다는 점과 멀티채널 오디오 서비스를 위한 추가적인 데이터를 위한 비트율은 15kbps 를 넘지 않아야 한다는 제한조건을 두었다. 이를 위해 기존의 스테레오 오디오 시스템과 호환성을 가지면서도 적은 비트율의 데이터 추가만으

로 멀티채널 오디오 신호의 재현이 가능한 멀티채널 오디오 부호화 기술을 사용하였고, 기존의 위성 DMB 단말에서 오류가 발생하지 않으면서 멀티채널 오디오 서비스를 위한 부가 데이터의 식별이 가능한 시그널링 방법을 개발하여 적용하였다.

본 논문의 순서는 아래와 같다. 먼저, 2 장에서 멀티채널 오디오 서비스를 위해 사용한 멀티채널 오디오 부호화기와, 멀티채널 오디오 서비스를 위하여 전송되는 부가 데이터를 위한 시그널링 방법 및 멀티채널 오디오 서비스를 위한 시스템의 구조에 대해 간략하게 기술하며, 3 장에서는 제안한 방법에 따라 구현한 부호화기 및 단말을 이용한 방송 실험과 그 결과에 대해 기술하고, 4 장에서 결론을 맺는다.

2. 위성 DMB 멀티채널 오디오 서비스 시스템

위성 DMB 는 영상 부호화 방식으로는 AVC(Advanced Video Coding)를, 오디오 부호화 방식으로는 MPEG-2 AAC (Advanced Audio Coding)에 SBR(Spectral Bandwidth Replication)을 적용한 방식을 사용하고 있다. 또한, 이들의 전송을 위한 패킷화 방식으로는 MPEG-2 시스템 규격을 사용하고 있다. [6]

앞서 기술한 것과 같이 위성 DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공하기 위해서는 스테레오 오디오 시스템과 호환성을 가지는 멀티채널 오디오 부호화기가 필요하다. 또한, 단

말에서 멀티채널 오디오 서비스를 위한 부가 데이터를 잘 식별하여 재생할 수 있도록 하는 시그널링 정보가 필요하다. 본 장에서는 이를 위한 멀티채널 오디오 부호화기와 시그널링 방법에 대해 좀더 자세하게 설명한다.

2.1. 멀티채널 오디오 부호화기

최근 MPEG 에서는 기존의 스테레오 방식과 호환성을 가지면서도 높은 압축 효율을 가지는 멀티채널 오디오 부호화 방식인 MPEG Surround 에 대한 표준화가 이루어졌다[7].

한국전자통신연구원에서도 기존의 스테레오 오디오 부호화기와 호환성을 가지면서 높은 압축 효율을 가지는 SSLCC (Sound Source Location Cue Coding) 부호화기를 개발하였는데, SSLCC 부호화기는 MPEG Surround 와 유사한 음질을 유지하면서, 낮은 계산 복잡도를 가지는 장점이 있다. 본 연구에서는 멀티채널 오디오의 부호화를 위해 SSLCC 부호화기를 이용하였다.

SSLCC 부호화기는 아래의 그림 1 과 같이 멀티채널 오디오 신호를 입력받아 이를 부호화하여 스테레오 오디오 다운믹스 신호와 SSLCC 부가 데이터를 생성한다. 이때 생성된 스테레오 오디오 다운믹스 신호는 AAC, mp3 등의 스테레오 오디오 부호화기를 이용하여 부호화하는 것이 가능하므로, 기존의 스테레오 오디오 시스템과 역호환성을 유지할 수 있게 된다. SSLCC 부호화기에서는 스테레오 오디오 신호와 SSLCC 부가 데이터를 이용하여 멀티채널 오디오 신호를 복원할 수 있다.

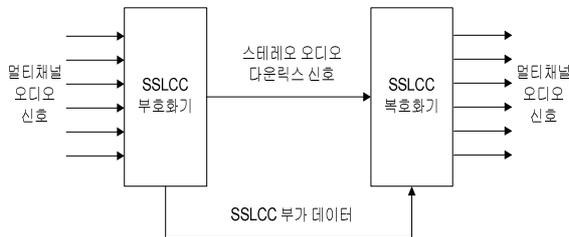


그림 1. SSLCC 부호화 개념도

이때 생성되는 SSLCC 부가 데이터의 비트율에 따라 멀티채널 오디오의 음질에 결정되는데, SSLCC 부가 데이터의 경우 약 12kbps 정도의 데이터율을 가지면 원음과 거의 유사한 음질의 멀티채널 오디오를 재현할 수 있다[8].

2.2. SSLCC 부가 데이터의 시그널링 방법

멀티채널 오디오 서비스를 위해서는 부가 데이터의 추가적인 전송이 필요하며, 단말에서는 이 부가 데이터를 이용하여 멀티채널 오디오 신호를 복원할 수 있어야 한다. 이때, 단말에서 멀티채널 오디오 신호가 잘 복원될 수 있도록 하기 위해서는, 단말이 수신된 부가 데이터가 멀티채널 오디오 신호의 복원에 사용된다는 것을 식별할 수 있도록 하는 시그널링 정보를 전송해 주어야 한다.

MPEG-2 시스템 규격에서는 이러한 부가 데이터를 위한 여러 가지 시그널링 방법이 제안되어 있는데, private 데이터로 전송하는 방법이 일반적이라 할 수 있다. 각각의 영상, 오디오, 데이터 스트림에 대한 정보는 PMT(Program Map Table)에 기술되는데, 본 연구에서도 처음에는 SSLCC 부가 데이터를

private 데이터로 기술하여 전송하는 방법을 사용하였으나, 일부 위성 DMB 상용 단말에서 PMT 를 잘못 해석하여 단말이 제대로 동작하지 않는 문제가 발생 하였다. 이러한 이유로, 기존 단말에 영향을 미치지 않는 새로운 방법인 S_PMT (Secondary PMT)를 이용하는 방법을 사용하였다.

MPEG-2 시스템 규격에서는 하나의 프로그램에 하나의 PMT 만을 전송하도록 하고 있으며, PAT (Program Association Table)에는 각 프로그램마다 하나의 PMT PID(Packet Identifier) 정보를 포함하고 있다. S_PMT 는 위성 DMB 에서 부가 서비스의 시그널링을 위해 특별히 사용되는 것으로, 기존의 단말에서는 이를 해석하지 않으며, 부가 서비스를 제공할 수 있는 단말에서만 이를 해석하게 된다. 일반적으로 PMT 의 PID 는 PAT 에서 기술하도록 정의되어 있는데, S_PMT 의 경우는 PAT 나 CAT (Conditional Access Table) 와 같이 미리 특정 PID 를 할당하여 활용하는 방법을 사용하도록 하였다. 위성 DMB 에서는 S-PMT 의 PID 를 0x25 로 할당하였고, 이 PID 는 다른 프로그램에서 사용되어서는 안된다는 제약 사항이 존재하게 된다. S-PMT 의 상세한 문법은 아래의 표 1 과 같다.

표 1. S-PMT 문법

구 문	비트 수
Secondary_program_map_section() {	
table_id	8
section_syntax_indicator	1
'0'	1
reserved	2
section_length	12
table_id_extension	16
reserved	2
version_number	5
current_next_indicator	1
section_number	8
last_section_number	8
for (i = 0; i < N; i++) {	
program_number	16
reserved	4
program_info_length	12
for (i = 0; i < N2; i++) {	
descriptor()	
}	
reserved	4
ES_Group_info_length	12
for (i = 0; i < N3; i++) {	
stream_type	8
reserved	3
elementary_PID	13
reserved	4
ES_info_length	12
for (i=0; i < N4 ; i++) {	
descriptor()	
}	
}	
}	
CRC_32	32
}	

표 1 에서는 보는 것과 같이, S-PMT 는 PMT 문법과 유사한 형태를 가지며, PMT 에 기술되지 않은 부가 데이터들만

을 위한 정보가 기술되며, 멀티채널 오디오 서비스 이외에도 3D 영상 서비스 등과 같은 서비스를 기술할 수 있도록 하고 있다.

2.3. 위성 DMB 멀티채널 오디오 송신 시스템

SSLCC 부호화기 및 시그널링 방법을 적용하면, 그림 2 와 같은 구조를 가지는 위성 DMB 멀티채널 오디오 송신 시스템을 설계할 수 있다.

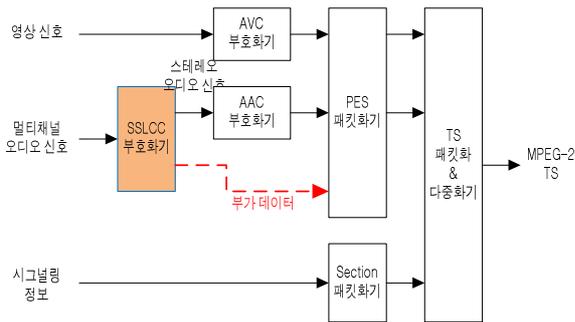


그림 2. 위성 DMB 멀티채널 오디오 송신 시스템 구조도

그림 2 와 같이 멀티채널 오디오 부호화기는 멀티채널 오디오 신호를 입력으로 받아 이를 스테레오 오디오 다운믹스 신호와 SSLCC 부가 데이터를 생성한다. 이때, 생성된 스테레오 오디오 다운믹스 신호는 위성 DMB 스테레오 오디오 부호화기인 AAC 부호화를 거치면서 기존의 DMB 방송과 동일한 형태로 전송이 된다. 멀티채널 오디오 재현을 위한 부가 데이터는 PES 형태로 패킷화되어 전송된다. Section 패킷화기에서는 PAT, PMT 등과 같은 시그널링 정보를 생성하여 패킷화하게 되는데, 멀티채널 오디오 서비스를 제공할 때는 S-PMT 를 함께 생성하여 송신하게 된다. 이외의 나머지 부분은 기존의 위성 DMB 송신 시스템과 동일한 기능을 수행한다.

한편 단말에서는 S-PMT 를 통해 멀티채널 오디오 서비스가 제공된다는 것을 인식할 수 있으며, 스테레오 오디오 신호와 SSLCC 부가 데이터를 추출하여, SSLCC 복호화기를 이용하여 멀티채널 오디오 신호를 복원할 수 있게 된다.

3. 실험 및 결과

본 연구에서는 제안하는 시스템의 검증에 위해, 위성 DMB 멀티채널 오디오 부호화기와 단말을 구현하였으며, 이를 이용한 방송 실험을 수행하였다.

본 연구를 통해 구현한 위성 DMB 멀티채널 오디오 부호화기는 SSLCC 부호화 기능을 포함하여, 영상 신호와 함께 멀티채널 오디오 신호를 입력받아 이를 부호화하고 패킷화하여 출력하는 기능을 수행하는데, 그림 3 와 같은 형태를 하고 있다.

위성 DMB 멀티채널 오디오 단말은 SSLCC 복호화 기능을 포함하여, 스테레오 오디오 신호와 SSLCC 부가 데이터를 이용하여 멀티채널 오디오 신호를 복원한다. 복원된 멀티채널 오디오 신호는 USB 를 통하여 PC 또는 다른 기기로 출력이 가능하

도록 하였다. 본 연구를 통해 구현한 위성 DMB 멀티채널 오디오 단말은 아래의 그림 4 와 같다.



그림 3. 위성 DMB 멀티채널 오디오 인코더



그림 4. 위성 DMB 멀티채널 오디오 단말

위성 DMB 멀티채널 오디오 인코더와 단말을 이용한 방송 실험은 아래의 그림 5 와 같은 시스템을 구축하였다.

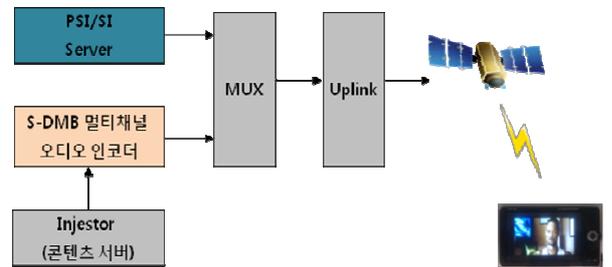


그림 5. 위성 DMB 멀티채널 오디오 방송 실험 시스템 구성도

Injstor 는 방송을 위한 콘텐츠를 파일 형태로 저장하고 있는 콘텐츠 서버로서, 방송 시에는 적절한 콘텐츠를 인코더로 출력 한다. S-DMB 멀티채널 오디오 인코더는 영상신호와 멀티채널 오디오 신호를 입력받아 이를 부호화하고 패킷화하여 출력하며, PSI/SI 서버는 시그널링을 위한 PAT, PMT, S-PMT 등을 생성한다. 생성된 패킷은 이후 다중화되어 위성으로 보내지며, 위성을 통해 이를 송출된다. 단말에서는 송출 신호를 수신하여 영상 및 오디오 신호를 복원하게 된다. 위의 시스템을 이용하여 멀티채널 오디오를 포함한 콘텐츠를 전송하고, 단말에서 이를 복원하여 멀티채널 오디오 신호가 잘 재생되는 것을 확인할 수 있었다. 기존 단말과의 호환성 테스트는 송출 시스템이 구축된 장소에 설치된 전파차폐방(shield room)에서 이루어졌는데, 기존의 위성 DMB 단말에서 스테레오 오디오가 잘 생성되는 것을 확인할 수 있었다.

한편, 멀티채널 오디오 서비스의 상용화를 위해서는 멀티채널 오디오 신호 재현을 위한 부가 데이터의 비트율이 높지 않아야 한다. 본 연구에서는 SSLCC 부가 데이터의 비트율을

15kbps 이하로 제한을 두었는데, 비트율의 검증을 위해 수신된 TS의 스트림별 비트율을 분석하였으며, 그 결과를 표 2에 나타내었다.

표 2. 위성 DMB 멀티채널 오디오 스트림 분석 결과

종류	TS 개수	총 크기 (byte)	시간 (초)	출력율 (kbps)
PAT	828	155,664	413	3.0
PMT	828	155,664		3.0
S-PMT	414	77832		1.5
AVC	64,702	12,163,976		235.6
AAC	8,196	1,540,848		29.8
SSLCC	3,150	592,200		11.5

표 2에 나타난 것과 같이, SSLCC 부가 데이터의 경우 11.5kbps의 비트율을 가진다. 이는 스테레오 오디오에 비해 매우 낮은 비트율임을 알 수 있으며, 본 연구에서의 제한사항인 15kbps 이하의 제한 조건을 만족하는 것을 볼 수 있다. 한편 S-PMT는 전송효율을 위해 PAT, PMT를 두 번 보낼 때에 한 번 전송하도록 하여, 비트율이 PAT, PMT의 절반인 것을 볼 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 위성 DMB 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 제공하기 위한 시스템을 제안하였다. 적은 비트율의 추가만으로 멀티채널 오디오 서비스를 제공하면서도 기존의 위성 DMB 시스템과 호환성을 유지하기 위하여 한국전자통신연구원에서 개발한 SSLCC 부호화기를 사용하였고, 멀티채널 오디오 서비스를 위한 부가 데이터의 시그널링을 위해 S-PMT를 정의하여 사용하였다.

제안한 시스템의 검증을 위하여 위성 DMB 멀티채널 오디오 부호화기와 PSI/SI 서버를 구현하여 송출 시스템을 구축하여 스트림을 송출하였고, 위성 DMB 멀티채널 오디오 단말을 구현하여 멀티채널 오디오가 잘 재생되는 것을 확인하였다. 또한, 기존의 위성 DMB 단말로 제안한 방식의 스트림을 수신하여, 기존 단말에서 오류 없이 스테레오 오디오가 잘 재생됨을 확인하여 제안한 시스템의 역호환성을 검증하였다. 본 연구는 국내 표준화와 함께 추진이 되었는데, 2009년 6월 '위성 디지털 멀티미디어 방송(DMB) 멀티채널 오디오 서비스' 국내 표준을 제정하였고, 이후, 역호환성을 고려하여 S-PMT를 추가한 개정안의 표준화를 2010년 12월에 완료하였다.

본 연구를 통해 위성 DMB를 통한 멀티채널 오디오 서비스 시스템의 개발, 검증 및 국내 표준화를 완료하였으나, 아직 상용 서비스는 되고 있지 않은 상태이다. 이는 멀티채널 오디오 상용 서비스를 제공하기 위해서는 송출 시스템의 업그레이드 및 콘텐츠 확보를 위한 추가적인 비용이 발생하는 반면, 이로 인한 추가적인 수익모델이 아직은 존재하지 않기 때문으로 판단된다. 최신 디지털 라디오 표준에서도 멀티채널 오디오 서비스를 제공할 수 있도록 표준을 제정하는 것과 같이, 추후에는 모바일 방송 환경에서 멀티채널 오디오 서비스를 상용으로 서비스할 것으로 전망이 되나, 이를 통한 수익 모델에 대한 연구는 추가적으로 고려되어야 할 것으로 생각된다.

5. 감사의 글

본 연구는 방송통신위원회, 한국방송통신전파진흥원 "무안경 다시점 3D 지원 UHD TV 방송 기술 개발" 과제로 수행한 연구로부터 도출된 것입니다."

6. 참고 문헌

- [1] 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.
- [2] 임종수, "AT-DMB 기술 및 서비스" TTA 저널, No. 115, 2008, 2.
- [3] 서정일 외, "멀티채널 오디오 서비스를 위한 지상파 DMB 미디어처리기 설계" 한국음향학회지, 제 24 권 제 4 호, 2005. 5.
- [4] ETSI TS 102 563 "Digital Audio Broadcasting (DAB); Transport of Advanced Audio Coding (AAC) audio", 2007. 2.
- [5] ETSI ES 201 980 V3.1.1 "Digital Radio Mondiale (DRM); System Specification", 2009. 8.
- [6] TTAS.KO-07.0027/R3 "위성 디지털 멀티미디어 방송 송수신 정합 표준", 2007. 12. 26.
- [7] ISO/IEC 23003-1, "Information technology -- MPEG audio technologies -- Part 1: MPEG Surround", 2009. 10. 24.
- [8] 이용주, 서정일, 백승권, 장대영, 강경욱, 김진웅, 홍진우, "Design and Development of T-DMB Multichannel Audio Service System Based on Spatial Audio Coding", ETRI Journal, 제 31 권 4 호, 2009.