

DRM 기반 TPEG 송·수신 시스템 구현

An Implementation of TPEG Transmission and Reception Systems Based on Digital Radio Mondiale

권기원*, 박경원, 전원기, 최영근, 장태욱

(Ki-Won Kwon, Kyung-Won Park, Won-Gi Jeon, Young-Keon Choi, and Tae-Wook Chang)

Abstract : In this paper, the Transport Protocol Experts Group(TPEG) transmission and reception system based on Digital Radio Mondiale(DRM) is implemented for traffic information services. DRM stands for the European radio broadcasting standard to bring AM radio into digital radio, designed to work at frequencies below 30MHz. DRM can offer various data services such as text messages and a slide show service as well as audio services. In spite of low datarate, the TPEG system on DRM has an advantage that the traffic information service system for whole country can be established because DRM can offer wider service ranges than terrestrial-digital multimedia broadcasting(T-DMB) and simply archive a single frequency network.

Keywords: DRM, Digital Radio Mondiale, TPEG

I. 서론

국내 도입이 유력시 되고 있는 DRM(Digital Radio Mondiale)은 30MHz 대역 이하의 아날로그 AM 라디오 방송을 디지털로 전환하기 위한 유럽 디지털 라디오 규격이다. 현재 영국과 독일 등 유럽을 중심으로 시험 방송이 진행 중이며, 러시아에서 송출하는 DRM 방송을 국내에서 수신할 수 있을 정도로 넓은 서비스 범위를 제공한다[1]. 기존의 음성 중심의 AM 라디오 방송에 비하여 DRM은 FM 라디오급의 스테레오 오디오 품질을 제공하며 문자 및 슬라이드 쇼 등 다양한 데이터 서비스를 제공한다. 또한, 동일한 서비스 범위를 제공하면서도 송출기의 전력을 크게 줄일 수 있는 장점이 있다. 최근에 방송설비 비용 및 단말기 비용을 줄이기 위하여 아날로그 AM과 FM 라디오 방송을 동일한 규격으로 디지털전환하려는 움직임이 일고 있는데, 이를 지원하기 위하여 DRM 컨소시엄은 120MHz 이하 주파수 대역에서 동작하는 DRM+라는 규격을 DRM 규격을 기반으로 제정 중이다[2].

한편, 국내에서 디지털 방송 매체를 통한 교통 및 여행자 정보를 제공하기 위한 방송통신 프로토콜인 TPEG(Transport Protocol Experts Group)으로 T-DMB(Terrestrial-Digital Multimedia Broadcasting)망을 이용하여 KBS가 2006년 10월부터 상용서비스를 시작하였고, MBC와 YTN 등도 이 서비스를 현재 시행 중에 있다. 현재 서비스되는 항목은 교통혼잡정보(CTT: Congestion & Travel Time), 혼잡정보요약(CTT_SUM), 유고정보(RTM: Road Traffic Message), 안전운행정보(SDI: Safety & Driving Information), 관심위치정보(POI: Point of Interest) 등이 TPEG 규약에 따라 전송되고 있다[3]. TPEG 규약을 전송하는 디지털 방송 표준으로는 T-DMB와 DVB-T(Digital Video Broadcasting-Terrestrial) 등이 존재하고 있으나 디지털 AM인 DRM 방송 표준에는 현재 적용되고 있지 않고 있다[4].

본 논문에서는 DRM 방송시스템의 데이터 서비스로 TPEG을 적용하여 교통&여행 정보, 뉴스, 기상 정보 등의 서비스를 가능하게 하도록 시스템을 설계하였다. DRM 기반 TPEG 시스템은 다음과 같은 장점이 있다.

- 단파/중파/단파 대역의 특성 상 장거리 신호 송출 가능
- 기존 AM인프라를 활용하여 TPEG데이터를 송출 가능함으로 음역지역 해소 및 관련 인프라 비용 절감
- 선박과 같은 해양 교통정보를 하나의 송출 시스템을 사용하여 근해 및 원해까지 전송이 가능함
- 장파대역을 이용한 DRM은 주로 해외 방송용으로도 많이 송출되고 있음. 이러한 DRM 시스템에 TPEG 뉴스 서비스를 송출할 경우, 해외동포에 대한 국가 서비스 확대의 효과를 얻을 수 있음

II. DRM 시스템 개요

1. 오디오

DRM에서 오디오 압축 부호화 기법으로 MPEG-4 AAC와 SBR(Spectral Band Replication)을 사용하며, 음성 압축 부호화 기법으로는 사용 가능한 비트율에 따라 MPEG-4 CELP와 MPEG-4 HVXC를 사용한다. 특히, DRM에서 사용하는 SBR은 채널당 약 2Kbps 정도의 적은 데이터량으로 고품질의 오디오 서비스를 재생할 수 있는 기법으로, 오디오 부호 시 제거되는 높은 주파수 대역의 하모닉 성분을 효과적으로 추출하여 얻어진 정보를 전송함으로써, 오디오 복호 시 SBR 정보를 AAC 복호기에 이용하여 보다 향상된 오디오 신호를 재생할 수 있다. DRM에서 SBR 기법은 MPEG-4 CELP와 HVXC에도 적용될 수 있다. 부호화된 오디오 데이터는 400ms 길이의 오디오 슈퍼 프레임으로 구성되어 전송된다[1].

2. 물리계층

DRM 물리계층은 AM 주파수 대역의 다양한 전송 환경에서 사용하기 위하여 다중경로 페이딩 채널에 강건한 OFDM 기반으로 설계되었으며, 채널 부호기로는 길쌈 부호를 기반으로 한 다중레벨 부호화기와 4-QAM, 16-QAM 그리고 64-QAM 변조 방식과 이를 기반으로 전송 데이터의 종류에 따

* 책임저자(Corresponding Author)

권기원, 박경원, 전원기 : 전자부품연구원 모바일단말연구센터

(kwonkw@kcti.re.kr, kwpark@kcti.re.kr, jeonwg@kcti.re.kr)

장태욱, 최영근 : ㈜아이셋 디지털 데이터방송 연구소

(itchangtuk@iset-dtv.co.kr, ykchoi@iset-dtv.co.kr)

라 다른 형태의 계층적(hierarchical) 변조 방식을 사용하여 보다 높은 신뢰성을 보장한다[1][5]. 오디오 및 데이터 스트림은 각각 EEP(Equal Error Protection)와 UEP(Unequal Error Protection)로 구성되며 또한, Eureka-147 과 다르게 계층적 변조방식을 사용하는 경우에 VSPP(Very Strong Protection Part)와 SPP(Standard Protection Part)로 구성된다. 다중레벨 부호화된 신호를 복호하기 위해서는 ML(Maximum Likelihood) 복호기가 필요하나, 연산량이 크므로 일반적으로 반복 다중단계 복호기(iterative multi-stage decoder)가 사용된다[6]. 채널의 상황에 따라 A, B, C, D의 4가지 robustness 모드를 정의되며, 표본화율이 12KHz 인 경우에 각 모드에 따라 전송 파라미터가 표 1 과 같이 정의된다. 표 1에서 확인할 수 있듯이 모드 B를 제외하고 DRM 의 DFT(Discrete Fourier Transform) 크기는 FFT(Fast Fourier Transform) 알고리즘을 적용할 수 있는 2 의 거듭제곱으로 표현되지 않는다. 2 의 거듭제곱으로 표현되지 않는 DFT 크기에 대해서는 Prime-factor 알고리즘을 적용하면 적은 연산량의 증가만으로 DFT 를 구현할 수 있다[7]. 각 모드는 4.5/5/9/10/18/20KHz 의 총 6 가지 대역폭으로 구성되며 특히, 4.5/5KHz 대역폭을 사용하는 경우에 기존의 아날로그 AM 라디오에 인접하여 디지털 라디오를 송출함으로써 동시 방송을 실현할 수 있다. DRM 은 20KHz 대역폭의 경우에 최대 72kbps 의 전송률을 지원할 수 있다.

표 1. Robustness 모드에 따른 파라미터

항목 \ 모드	A	B	C	D
T (μs)	$83^{1/3}$	$83^{1/3}$	$83^{1/3}$	$83^{1/3}$
유효심볼 길이(ms)	$24(288 \times T)$	$21^{1/3}(256 \times T)$	$14^{2/3}(176 \times T)$	$9^{1/3}(112 \times T)$
보호구간 길이(ms)	$2^{2/3}(32 \times T)$	$5^{1/3}(64 \times T)$	$5^{1/3}(64 \times T)$	$7^{1/3}(88 \times T)$
보호구간/유효심볼	1/9	1/4	4/11	11/14
전체심볼 길이(ms)	$26^{2/3}$	$26^{2/3}$	20	$16^{2/3}$
프레임 길이(ms)	400			

전송 프레임 구조는 그림 1 과 같이 수신기에서 요구되는 채널 정보와 서비스 관련된 정보를 지닌 FAC(Fast Access Channel), 오디오와 데이터를 포함하는 MSC(Main Service Channel), MSC 의 채널 부호화 파라미터, 오디오 및 데이터 신호의 다중화 구조 전체를 지닌 SDC(Service Description Channel)로 구성되어 있다. 400ms 프레임 3 개로 구성된 슈퍼 프레임은 1200ms 길이를 갖는다. 6 가지의 대역폭을 지원하기 위하여 FAC 는 항상 양의 주파수축에 전송되고, SDC 는 슈퍼 프레임의 첫 2-3 OFDM 심볼에만 전송되며, MSC 는 SDC 가 전송되는 심볼을 제외한 모든 심볼 및 부반송파에 분산되어 전송된다. Eureka-147 DAB 와 동일하게 MSC 의 오디오 데이터에는 UEP 가 적용된다.

시간 및 주파수 동기와 채널 추정용 참조셀을 이용하여 수행된다. 이러한 참조셀은 프레임의 시작 심볼에만 전송되는 시간 참조셀(time reference cell), 매 OFDM 심볼마다 고정된 위치의 3 부반송파에 전송되는 주파수 참조셀(frequency reference cell), 채널 추정을 위해 모든 OFDM 심볼에 분산되어 전

송되는 이득 참조셀(gain reference cell)로 구성된다

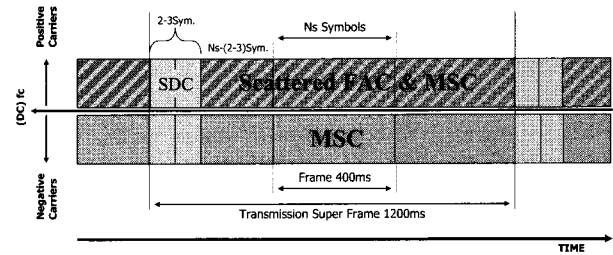


그림 1. DRM 프레임구조

그림 2 는 DRM 송신 시스템의 블록도를 도시한 것이다. DRM 시스템은 최대 4 개의 스트림이 다중화되어 MSC 를 통해 전송된다. 오디오 스트림은 압축된 오디오 데이터와 선택적으로 텍스트 메시지가 부가되어 구성되며, 데이터 스트림은 데이터 패킷을 포함하는 최대 4 개의 부스트림(sub-stream)으로 구성된다. 여기서 부스트림은 하나의 서비스를 지원하는 패킷을 의미한다. DRM 시스템은 14 개의 서비스가 사용자에게 전송되며 하나의 오디오 서비스는 하나의 오디오 스트림과 선택적으로 하나의 데이터 스트림(혹은 부스트림)으로 구성된다. 반면, 데이터 서비스는 하나의 데이터 스트림(혹은 부스트림)으로 구성된다.

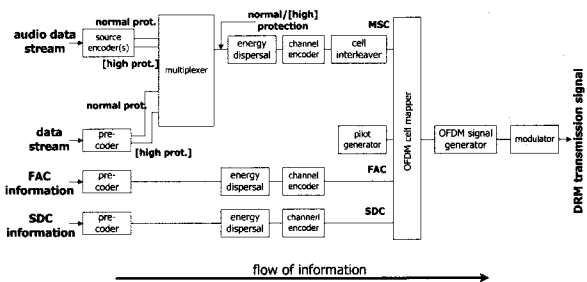


그림 2. DRM 송신 시스템 블록도

III. DRM 기반 TPEG 시스템

1. TPEG 개요

TPEG은 그림 3과 같이 DAB와 DVB(Digital Video Broadcasting)등과 같은 디지털 방송매체와 인터넷과 같은 멀티미디어 환경에서 응용, 서비스 및 전송 특성을 여행과 관련된 메시지 부호화, 복호화, 필터링을 포함하여 사용자에게 교통과 여행관련 정보전송을 위한 프로토콜이다. 현재 TPEG은 유럽과 국제표준화가 병행 중이며 TPEG 포럼에서 표준안 개발을 담당하고 있다. 현재까지 나와있는 표준안은 TPEG-INV(개념), TPEG-SSF(구성과 의미, 프레임 구조), TPEG-SNI(서비스와 네트워크 정보), TPEG-RTM(유고정보), TPEG-PTI(대중교통정보), TPEG-Loc(위치참조) 등이 있으며 CTI(교통 혼잡 정보), PKI(주차정보), POI(위치기반 정보), NEWS(뉴스), 기상정보 등 다른 많은 Application 서비스들이 표준 제

안 및 구현되고 있다. 그림 4는 TPEG ISO 7 레이어 모델을 도시한 것이다[3]. TPEG은 레이어 3-7에 위치하며, 레이어 1인 물리계층은 방송망 및 인터넷망의 물리계층을 이용한다.

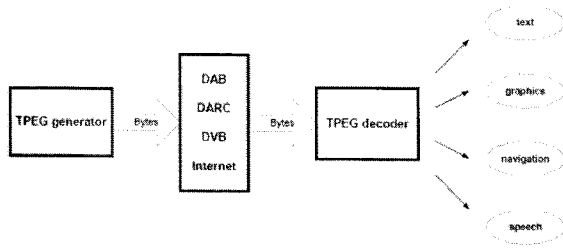


그림 3. TPEG 시스템 개념도.

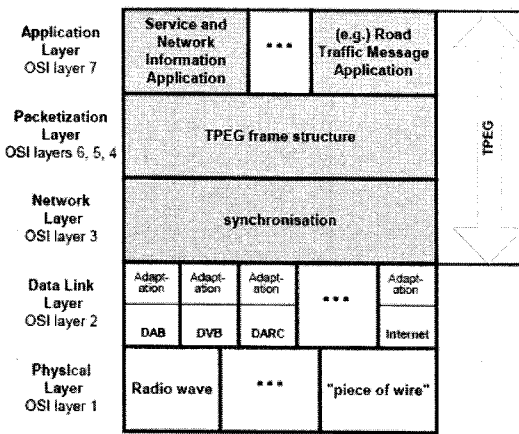


그림 4. TPEG ISO 7 Layer Model.

TPEG 규약을 전송하는 디지털 방송 표준으로는 T-DMB와 DVB-T 등이 존재하고 있으나 디지털 AM 인 DRM 방송 표준에는 현재 적용되고 있지 않고 있다. 본 논문에서는 TPEG 를 DRM 방송에 적용한다. 그림 5 는 제안한 DRM TPEG 송·수신 시스템 구조도를 나타내고 있다.

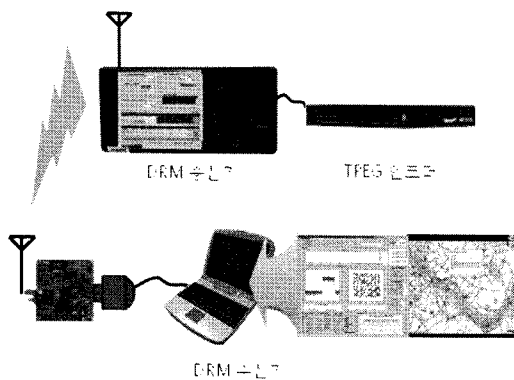
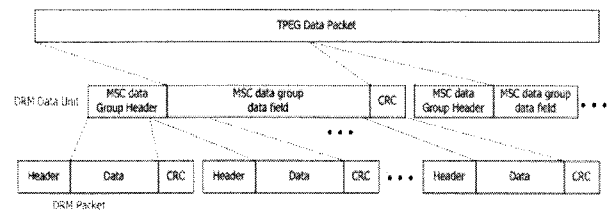


그림 5. DRM 기반 TPEG 송수신기 구조도.

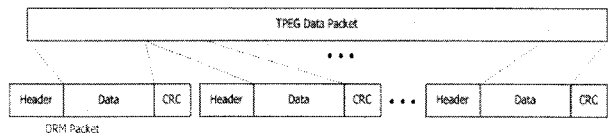
그림 5 에서 우선 교통&여행, 뉴스, 기상정보등과 같은 소스 데이터를 수집한 TPEG 인코더 장비가 DRM 송신기에 관련 데이터를 입력하게 되고 DRM 송신기는 TPEG 데이터 채널이 포함된 전체 DRM 프레임을 만들어 RF 송신기로 송출하게 된다. 송출된 DRM 신호는 수신기에서 디코딩이 되어 TPEG 데이터를 수신 GUI 를 통해 확인할 수 있는 구조로 설계되었다.

2. TPEG 데이터의 DRM 데이터 스트림 맵핑

데이터 스트림에 전송되는 TPEG 데이터는 스트림 모드를 통해 일정한 전송률 전송될 수 있으며, 패킷 모드를 통해 가변 전송률 전송될 수 있다[8]. 패킷 모드를 통하여 전송하는 경우에 그림 6(a)와 같이 MSC 데이터 그룹 부호를 통하여 DRM 데이터 유닛을 구성한 후, DRM 패킷을 형성할 수 있다[9]. 다중 데이터 유닛을 구성하여 전송하는 경우에 MSC 데이터 그룹 부호에 따른 오버헤드 데이터가 추가되는 단점이 있으나, 반복전송 등을 통하여 수신 성능을 개선할 수 있는 장점이 있다. 반면 그림 6(b)와 같이 TPEG 데이터 패킷을 DRM 데이터 유닛으로 구성하지 않고 직접 패킷으로 구성하는 방식을 적용하는 경우에 오버헤드를 줄일 수 있는 장점이 있으나 한 패킷에 오류가 발생하면 모든 패킷을 버려야하는 단점이 있다. 이와 같은 방식으로 생성된 DRM 패킷은 그림 6의 다중화기를 통하여 오디오 스트림과 다중화 된다.



(a) 데이터 유닛을 사용한 패킷 모드

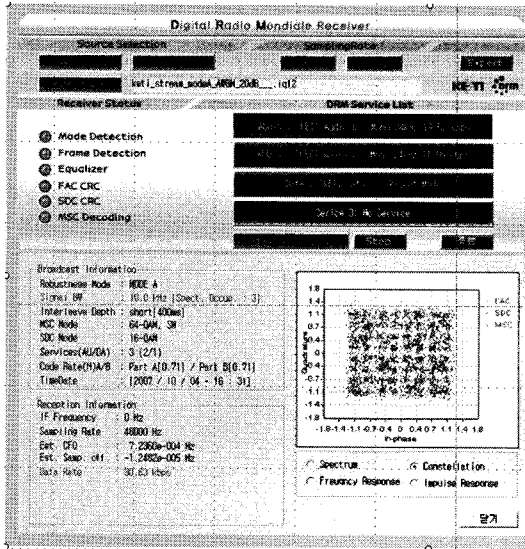


(b) 데이터 유닛을 사용하지 않는 패킷 모드

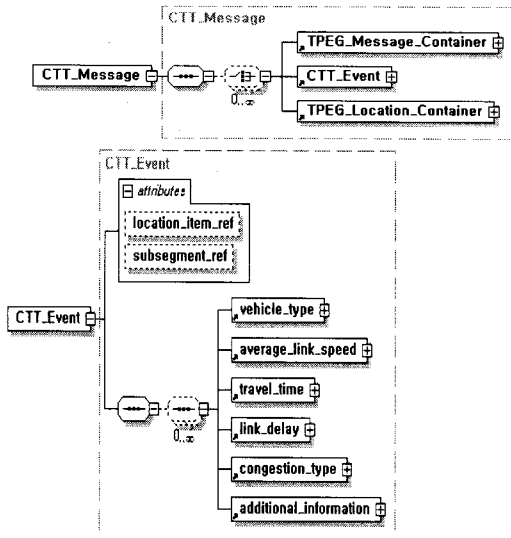
그림 6. TPEG 데이터의 패킷 구성 방법

3. DRM 기반 TPEG 수신기 구현

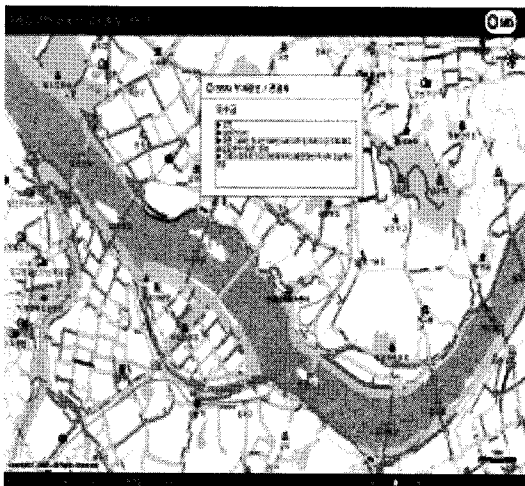
그림 7 은 소프트웨어 기반 DRM 수신기를 통하여 상기 III.2 절의 규약에 따라 패킷모드로 전송된 TPEG 데이터의 수신된 결과를 보여주고 있다. 그림 7(a)는 소프트웨어 기반 DRM 수신기에서 오디오 및 데이터의 수신되는 과정을 보여주며, 그림 7(b)는 전송된 혼합데이터의 복호된 결과를 도식화한 결과이며, 그림 7(c)는 수신된 모든 교통정보를 전자지도에 매핑한 결과를 보여준다.



(a) 소프트웨어 기반 DRM 수신기



(b) TPEG 혼잡정보(CTT) 메시지 복호 예



(c) TPEG 정보를 전자지도에 도시

IV. 결론

본 논문에서는 DRM을 기반으로 교통여행정보 서비스를 제공하기 위한 TPEG 송·수신 시스템을 구현하였다. DRM 기반의 TPEG 시스템은 비록 전송률은 낮지만 넓은 지역에 서비스 할 수 있는 장점이 있으며, 적은 비용으로 교통, 날씨, 뉴스, 여행정보 등의 다양한 정보 서비스망을 구축할 수 있는 장점이 있다.

참고문헌

- [1] "Digital Radio Mondiale (DRM); System Specification," European Telecommunication Standards Institute (ETSI), ESTI ES 201 980 v2.2.1., 2005.
- [2] <http://www.drm.org>
- [3] EBU BPN 027-1 Transport Protocol Experts Group (TPEG) TPEG Specifications Part 1: Introduction, Numbering and Versions
- [4] "Digital Video Broadcasting (DVB); Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Digital Terrestrial Television," European Telecommunication Standards Institute (ETSI), ETSI EN 300 744, 1999
- [5] J. A. C. Bingham, "Multicarrier modulation for data transmission: An idea whose time has come," *IEEE Comm.un. Mag.*, pp.5-14, 1990.
- [6] F. Hofmann, "Multilevel coding (MLC) in digital radio mondiale (DRM)," in *Kleinheubacher Berichte*, vol. 44, pp. 274-278, 2000.
- [7] "Digital Radio Mondiale (DRM) Digital Sound Broadcasting in the AM Bands; Data applications directory", European Telecommunication Standards Institute (ETSI), *IEEE Trans. on Broad.*, vol. 49, no. 3, Sept., 2003.
- [8] "Digital Radio Mondiale (DRM); Data applications directory", European Telecommunication Standards Institute (ETSI), ESTI TS 101 968 v1.2.1, 2004.
- [9] "Digital Audio Broadcasting (DAB); Data Broadcasting – Transparent Data Channel", European Telecommunication Standards Institute (ETSI), ESTI TS 101 759 v1.2.1

그림 8. DRM 기반 TPEG 수신기