논문 2009-4-12

고정된 서버를 이용한 지상파 DMB의 PVR 구현

An Implementation of Terrestrial DMB PVR using a Fixed Server

조성환*

Seong-Hwan Cho

요 약 본 논문에서는 백 채널(back channel)을 가지는 지상파 DMB 수신기에서 TV 프로그램을 저장할 때 이동 수신의 특성에 의해 수신이 되지 않는 경우 고정된 서버를 이용하여 끊김 없이 저장할 수 있는 방법을 제안한다. 또한, 서버에 저장된 스트림을 수신기로 재전송하여 동기화하고 재생할 수 있는 방법을 제안한다. 실험 결과, 신호가 급격하게 변화하여 수신이 되지 않는 경우의 95.5%에 대해 서버가 전송할 수 있도록 정상적인 저장 신호를 발생하였고, 다소 멈칫하는 현상은 있으나 끊김 없이 AV를 재생할 수 있었다.

Abstract In this paper, we propose a new algorithm to store streams seamlessly using fixed servers when DMB receivers cannot receive signals properly due to weak signals. This algorithm includes mechanisms for synchronization and playout by retransmitting streams stored in the server. The results showed that signals were normally generated for 95.5% of the delivery failure cases caused by radical changes or turbulence of signals and that the new mechanisms allow AVs played seamlessly even though there were slight stops.

Key Words : DMB Receiver, Back channel, Defragmentation, PVR

I. 서론

지상파 DMB 수신부는 Phone과 PMP 등, 이동 수신기에서 없어서는 안 될 중요한 요소이며 제품의 판매와도 밀접한 연관이 있다. DMB의 가장 큰 장점은 시간과 장소에 구애받지 않고 방송을 시청할 수 있으나 이동 환경 중에 방송의 시청에만 몰입할 수 없으며 중계기의 범위 밖에서는 시청이 불가능하다는 단점이 있다. 또한, 최근의 경향은 DMB 단독 수신기보다는 Phone과 PMP와 같이 기존 이동 단말기의 한 가지 기능으로써 포함되는 것이 일반적이며 이로 인해 방송 시청 중 전화통화와 같이 타 작업들로 인해 시청 하는 것에 제약이 있다. 이를 보완하기 위하여 현재의 제품들은 대부분 사용자의 편의를 위해 PVR(Personal Video Recorder)이나 타임시프트(Time-shift) 기능들을 제공하여 타 작업이 종료된 이후에 지나간 방송에 대해 연속해서 볼 수 있도록 기능을 제공하지만 이동 수신 환경에서 급격한 신호 세기의 변화는 정상적인 저장을 어렵게 만드는 단점이 있다.

본 논문에서는 이러한 단점을 보완하기 위하여 약한 신호로 인해 저장이 불가능한 경우 고정된 외부 서버를 이용하여 수신되지 않는 스트림을 수신기를 대신하여 저장하도록 하고, 재생 시 이들 스트림을 다시 서버로부터 전송 받아서 방송의 누락 없이 시청 가능한 방법을 제안한다.

본 논문의 Ⅱ장에서는 제안 알고리듬의 기초가 되는 DMB의 구조에 대하여 설명하며 Ⅲ장에서는 문제점의 해결을 위하여 본 논문의 핵심이 되는 새로운 알고리듬을 제안한다. Ⅳ장에서는 제안 알고리듬을 이용하여 실험실 환경에서 테스트한 결과를 분석하고 적합성 여부에 대하여 설명하며 마지막 Ⅴ장에서는 향후 보완해야 할 점들을 고찰하고 결론을 살펴보도록 한다.

*정회원, 금강대학교 교양과정부
접수일자 2009.6.25, 수정일자 2009.7.24

II. 지상파 DMB 수신기

DMB는 위성 DMB와 지상파 DMB 서비스로 구분되며 현재 국내에서 방송 서비스 중인 지상파 DMB(Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting)는 비디오, 오디오, 데이터를 통합하는 멀티미디어 서비스로서 국내에서 최초로 개발, 도입되어 2005년 5월 시험방송을 시작했고, 2005년 12월부터 본 방송을 하고 있다. [1][6][9]

지상파 DMB 방송 표준은 유럽의 디지털 오디오 방송 DAB(Digital Audio Broadcast)을 기반으로 하고 있으며, 전송 방식으로는 EUREKA-147 DAB를 채택하고, 512 Kbps이하의 낮은 대역폭에서 음성, 영상, 부가데이터를 제공할 수 있도록 최신의 음성 및 영상 압축 기술과 MPEG-4를 이용한 대화형 방송 기술을 기반으로 하고 있다. 이러한 조건을 수용하기 위해 지상파 DMB 방송 표준에서는 서비스의 품질과 압축률을 고려하여 MPEG-4 AVC(Advanced Video Coding)/H.264 영상 부호화 방식과 MPEG-4 BSAC(Bit-Sliced Arithmetic Coding) 오디오 부호화 방식을 표준으로 채택함으로써 낮은 대역폭에서도 고품질의 동영상 서비스를 가능하게 하였다. 또한 다양한 멀티미디어 데이터들을 객체별로 분리하여 AV(Audio Visual)장면을 구성하고 사용자 제어를 통한 장면 갱신이 가능하도록 한 MPEG-4 BIFS(BInary Format for Scenes)를 표준으로 채택함으로써 사용자들에게 다양한 데이터를 전달할 뿐만 아니라 대화형 방송이 가능하도록 하고 있다.[2][3]

지상파 DMB 수신기는 그림 1과 같이 구성된다. 지상파 DMB 규격은 유럽의 DAB 를 기반으로 하여 A/V 스트림을 보낼 수 있도록 확장된 구조이므로 지상파 DMB 수신기 역시 DAB 수신기를 바탕으로 한다.

그림 1의 베이스밴드부는 통상적인 DAB 수신부를 나타낸다. 베이스밴드에 포함되어 있는 오디오 디코더는 Eureka-147 용 오디오 디코더로 지상파 DMB의 오디오 표준인 BSAC 디코더와는 다른 것이다. DMB 서비스 중에서도 오디오 전용 서비스인 경우 베이스밴드부의 오디오 디코더를 통해 오디오를 출력하게 된다.

비디오 서비스의 경우는 DAB 스트림 모드를 사용하여 스트림을 보내게 된다. 베이스밴드에서 출력된 DMB 스트림에는 추가적인 채널 코딩이 되어 있기 때문에 역인터리버와 RS 디코더로 구성된 외복호화기(Outer decoder)를 통하여 디코딩을 해주게 된다. 외복호화가 완료된 스트림은 MPEG4 -over -MPEG2로 구성된 스트림이다. MPEG2-TS 역다중화기와 MPEG-4 SL 디코더를 거쳐서 비디오(H.264)와 오디오(BSAC) 스트림을 얻을 수 있다. 각각의 스트림을 A/V 디코더에서 디코딩하면 실제 시청 가능한 비디오와 오디오 출력을 얻을 수 있다. [4][5][6]

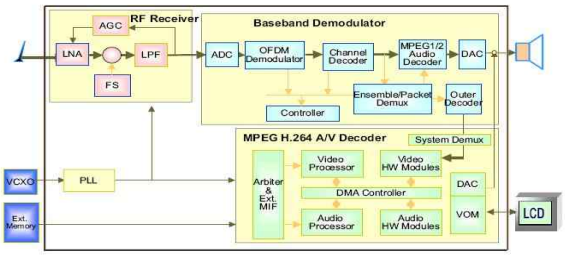

그림 1. 지상파 DMB 수신기 구성도
Fig. 1. DMB Receiver Block Diagram

III. 제안한 알고리듬

3-1. 알고리듬 개요

본 논문에서는 단말기에 저장되고 있는 DMB 방송 스트림이 약 전계 이하에서 끊김에 따라 저장이 불가능하여 재생할 수 없는 문제점을 극복하기 위하여 단말기가 저장할 수 없는 환경에서는 고정된 위치의 서버가 이를 대신하여 저장하는 방법을 제안한다. 물론, 모든 방송을 미리 서버에 저장하고 VOD(Video On Demand)를 이용하여 이를 시청할 수도 있으나 VOD의 과금 외에도 핸드폰과 같이 패킷의 사용량에 따라서도 과금함에 따라 쉽게 사용할 수 없으며, 특히 무료를 표방하고 있는 지상파 DMB의 경우 그 근본 정책에 위배되는 방법이다. 본 논문에서 제안하는 방법은 대부분의 스트림을 DMB 단말기 내에 저장하고 저장이 불가능한 경우 서버로 시그널을 보내 스트림을 서버에 저장하고, 재생 시 필요한 부분만 다시 단말기로 다운받아 시청함으로써 패킷의 사용을 최소화할 수 있다. 이를 위해서 단말기는 백 채널(Back channel, Up-link, Hidden channel)의 기능을 가져야 한다.

3-2. 시스템 구조

본 논문에서 제안하고자 하는 전체 시스템의 간략한

구성을 그림 2에 도시하였다.

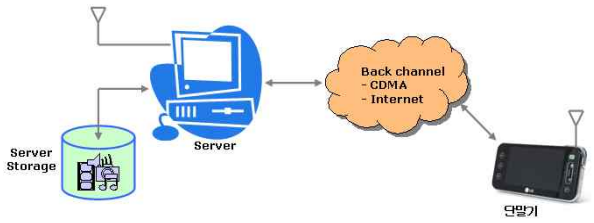

그림 2. 전체 시스템 구조
Fig. 2. Overall system structure

구성을 살펴보면, 사용자가 DMB 수신을 위하여 소유하고 있는 단말기, 그 단말기의 부가 서비스를 지원하기 위한 서버 시스템, 그리고 이들을 연결하는 망으로 구성된다. 사용자의 단말기는 DMB 수신을 위한 부분 외에도 방송 스트림을 저장할 수 있는 기능 및 저장 매체와 이를 재생할 수 있는 기능을 제공하여야 한다. 사용되는 단말기의 종류는, 핸드폰과 같이 CDMA 망을 지원하는 형태와 AP(Access Point) 연결을 이용하여 인터넷을 활용하는 두 가지로 구분할 수 있으나, 본 논문에서는 실험의 편의 상 serial cable을 이용하여 서버와 연결하는 방법을 선택하여 검증하였다. 서버에서는 단말기와 마찬가지로 DMB를 수신할 수 있는 부분과 이 중 TS(Transport Stream)를 저장할 수 있는 기능 및 저장매체를 지원한다. 다만, 서버에서는 디코딩을 하여 화면을 지원하는 것이 아니므로 DMB 단말기와 달리 디코더 부분을 갖지는 않는다.

그림 3에는 단말기의 H/W 블록에 대하여 도시하였다.

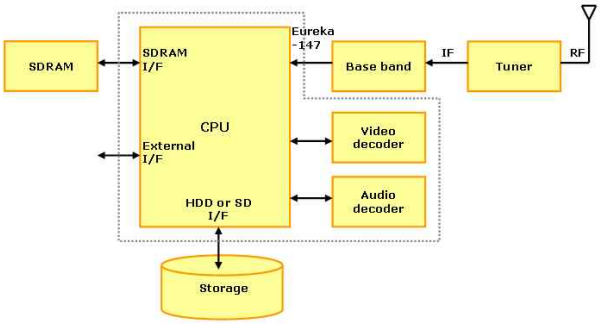

그림 3. DMB 단말기의 H/W 블록 다이어그램
Fig. 3. A hardware block diagram for DMB receiver

DMB 단말기는 신호 수신을 위한 튜너와 베이스밴드, 전달된 TS를 DeMux를 통하여 비디오 ES(Elementary Stream)와 오디오 ES로 분리하고 이를 처리하기 위한 비디오/오디오 디코더, 스트림 및 데이터들을 저장하기 위한 저장장치, 그리고 각각을 제어하기 위한 CPU로 구성된다. 이 중 CPU와 디코더들은 하나의 SoC(System On Chip)로 구성될 수도 있으며, CPU와 멀티미디어 칩 등 2개의 칩으로 구성될 수도 있다.

3-3. 약 신호의 검출 방법

방송 수신 단말기 측에서는 원본 패킷을 알 수 없으므로 A/V에 관한 S/N비(Signal to Noise Ratio)를 계산할 수 없다. 대신, 현재 수신기가 수신 가능한 신호의 품질을 나타내기 위하여 BER(Bit Error Rate)을 사용한다. BER은 전송 중 발생한 에러비트 수를 전체 전송 비트수로 나눈 것을 의미한다.

본 논문에서는 이러한 BER을 이용하여 약 신호를 검출하고 신호가 약해져서 지정한 BER 이상이 되는 경우 서버로 백 채널을 이용하여 저장을 지시하는 시그널을 전송하게 되며, 반대의 경우 다시 신호가 지정한 BER 이하로 내려가서 정상적인 수신이 이루어지면 서버로 저장의 중지를 지시하는 시그널을 보내게 된다. 그러나 모바일 환경에서의 신호는 항상 일정하게 예측 가능한 방향으로 움직이지 않는다. 신호는 급격하게 나빠질 수도 있으며, 지정한 BER 경계에서 계속 변함으로써 불필요한 시그널들을 양산할 수도 있다.

3-4. 재조합(Defragmentation)

앞서 설명한 바와 같이 다양한 신호 환경에 따라 짧은 시간 내에 많은 시그널들이 발생함에 따라 저장되는 스트림들은 단편화(Fragmentation)가 나타나게 된다. 그림 4에는 발생한 단편화와 조각들을 다시 모으는 방법에 대하여 보여주고 있다.

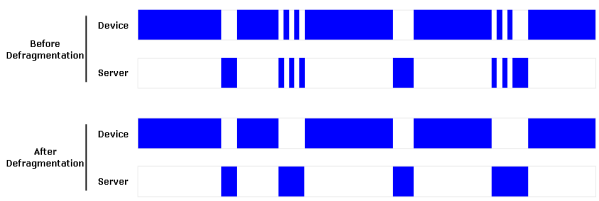

그림 4. 재조합
Fig. 4. Defragmentation

단편화가 발생하면 단말기와 서버의 동기화를 맞추기가 힘들고 재생 시 처리해야 할 오버헤드가 증가하므로 다음과 같은 방법에 의하여 재조합(defragmentation)을 수행한다. 이를 결정하는 주체는 단말기에서 하게 되며, 그 결과는 서버 내에 저장되는 스트림 양의 증가로 나타나게 된다.

(1) 서버로 저장 시그널을 보내는 시점

서버에 저장을 하는 시점은 신호 상태의 악화에 따라 더 이상 단말기에서 저장이 불가능한 경우 서버로 저장 시그널을 전송한다. 주된 기준은 앞서 설명하였던 BER을 이용하여 신호의 상태를 구분한다. 또 다른 기준은 패킷의 상태이다. 베이스밴드로부터 CPU쪽으로 들어오는 TS의 패킷에 문제가 발생하여 연속해서 버리게 되거나, 제대로 들어왔더라도 전송되어진 패킷의 내용에 에러가 발생하여 디코더에서 프레임을 연속하여 버리게 되는 경우 발생한다. 또한, 저장 시그널을 보낸 이후 즉시 단말기의 저장을 멈추게 되면 서로 간의 시차에 의한 빈 공간이 발생하게 되므로 시그널 전송 후 일정 시간동안 단말기는 저장을 계속하게 된다.

(2) 서버로 정지 시그널을 보내는 시점

BER이 일정한 값 이하가 되어 환경이 개선되더라도 바로 정지 시그널을 보내게 되면 임계값 근처에서 신호가 오락가락하는 경우 많은 단편화를 발생시키게 된다. 이를 방지하기 위하여 신호가 개선된 이후 일정 시간이 지났을 때만 정지 시그널을 보낸다.

3-5. 동기화(Synchronization)

저장된 스트림을 재생하기 위해서는 연속성을 위하여 서버에 저장된 스트림을 단말기로 전송받은 후 통합 작업을 하여야 한다. 이 때 서로간의 동기를 맞추기 위해서는 각 단편들과 그 내부의 TS에 관한 동기화가 이루어져야 한다. 이를 위하여 그림 5와 같은 시그널 포맷을 사용한다.

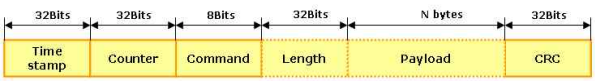

그림 5. 시그널 형식
Fig. 5. A signal Format

Time stamp는 단말기 내의 시스템 시간을 나타내며 형태는 32-bit packed type을 사용한다. Counter는 단말기에서 signal을 보낼 때마다 command의 연속성을 검증하기 위하여 1씩 증가시켜 전송하는 값이며 서버에서 단말기로 보낼 때는 이전 값을 그대로 사용한다. Command는 각각 저장(0x01), 정지(0x02), 전송(0x04), 응답(0x08)으로 구성된다. Command가 '전송'인 경우 서버에서 단말기로 저장된 스트림을 보내라는 명령이며, 이에 대한 응답으로 서버는 '응답' command와 함께 스트림의 크기와 실제 데이터를 전송하게 된다. 서버는 저장된 스트림의 크기가 큰 경우 전송의 신뢰성을 확보하기 위하여 스트림을 여러 개의 command로 나누어 전송할 수 있으며, time stamp와 counter는 같은 값을 사용한다. 상기와 같이 단편에 대한 동기화는 time stamp와 counter를 이용하여 이루어지며, 내부의 payload에 저장된 TS의 동기화는 TS 내에 포함된 continuity counter를 이용하여 정합하게 된다.

IV. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서는 실험의 편의성을 위하여 그림 6과 같은 시스템을 구성하여 사용하였다.

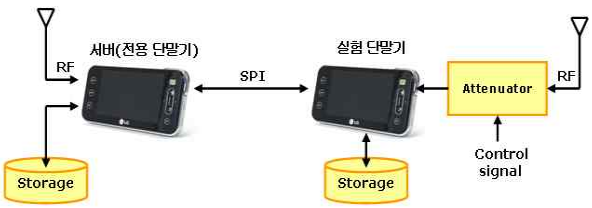

그림 6. 전체 실험 시스템의 구성
Fig. 6. Configuration of the testing system

시스템은 같은 성능을 가지는 두 대의 전용 단말기를 이용하여 이 중 한 대는 서버의 역할을 수행하도록 구성하였다. 실험 단말기의 입력 단에는 신호 감쇄기를 두어 실험에서 요구되는 모바일 환경을 만들었고, 서버와 실험 단말기 사이의 통신 수단으로서는 SPI(Serial Peripheral Interface)를 사용하였다. 현재 지상파 DMB의 방송 중 A/V 비트 율을 512Kbps로 가정하였을 때 SPI의 전송 속도는 디바이스의 클럭 속도에 따라 달라질 수 있으나 본 논문에서 사용한 단말기의 경우 약 5.5Mbps를

가지므로 서버에 저장된 스트림을 실시간으로 단말기에 송신하는 것은 문제가 없다.

다음 표 1에는 단말기에서 서버로 전송하는 시그널의 품질을 나타내기 위한 기준을 표시하였다.

표 1. Alarm 정의
Table. 1. Alarm definition

Alarm 종류	의미
False alarm	신호가 약해졌으나 저장 신호를 보내지 못한 경우
Pseudo alarm	신호가 괜찮지만 저장 시그널을 보낸 경우

또한, 그림 7에는 각 alarm에 따라 수신기의 재생에 미치는 영향을 나타내었다.

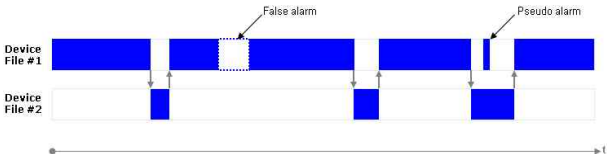

그림 7. Device 재생 시 Alarm의 영향
Fig. 7. Effect of the alarms while playing the device

이 시스템에 있어서 가장 큰 영향을 미치는 것은 False alarm의 경우이며, 실제 저장해야할 신호 환경에서도 저장하지 못하였으므로 이 시간만큼의 공백기가 발생하여 TV를 시청할 수 없다. 반대로, Pseudo alarm의 경우 정상적인 경우에도 저장을 위한 시그널을 보냄에 따라 저장을 시도한다. Pseudo alarm이 많아지게 되면 서버 공간에 많은 저장 공간이 필요하며, 단말기와의 불필요한 통신 및 데이터 전달 소요, 서버로부터 전송되어진 데이터의 정합에 많은 시간이 필요하므로 이의 합리적인 운영도 매우 중요한 요소라 할 수 있다.

그림 8에는 본 알고리듬의 검증을 위하여 만들어진 신호 환경 시뮬레이션 값의 일부를 나타내었다.

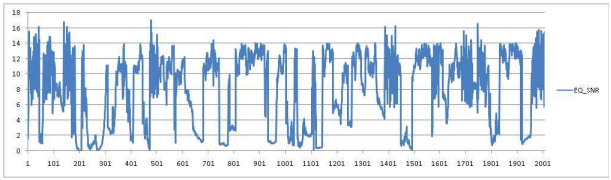

그림 8. 실험에 사용된 일부 데이터
Fig. 8. Partial data using experiment

데이터는 30ms 마다 한번 씩 총 20,000회 추출하였으며 이는 10분의 데이터에 해당한다. 본 실험에 사용된 DMB 수신기는 SNR이 약 9dB 정도에서부터 수신이 불가능해지므로 이를 기준으로 저장에 대한 시그널의 전송 여부를 판단하였다. 또한, 저장에 대한 실시 여부는 미리 예측이 되어야지만 가능하므로 다음 그림 9와 같은 신호의 경향에 대하여 수식 4.1과 같은 판단 기준을 사용하였다.

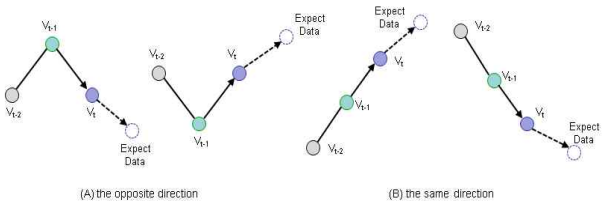

그림 9. SNR 값의 예측을 위한 신호 경향 분류
Fig. 9. Classification of Signal tendencies for expecting SNR values

$$Val(\mathrm{Expect}) = \delta \bullet ((V_t - V_{t-1}) + \alpha \bullet (V_{t-1} - V_{t-2})) \quad \text{(수식 4.1)}$$

$$\begin{cases} \alpha = -1, & \text{if } the\ same\ direction \\ \alpha = 1, & \text{if } the\ opposite\ direction \end{cases}$$

δ값은 예측 값에 대해 지난 신호들의 값을 얼마만큼 반영할 것인지를 나타내는 가중치이며, 본 논문에서는 그 값으로 0.6을 사용하였다.

표 2에서는 수식 4.1을 이용하여 계산된 예측된 값으로 실험 데이터에 적용한 결과를 나타내었다.

표 2. 실험 결과 (Defragmentation 기준 = 100ms)
Table. 2. Test results

	Defragmentation 전		Defragmentation 후	
	False Alarm	Pseudo Alarm	False Alarm	Pseudo Alarm
총 변이 수	352		352	
Alarm 수	31	33	16	19
Alarm 비율	8.8%	9.4%	4.5%	5.4%

총 20,000번의 신호 세기 중 실제 9 dB를 전후로 값이 바뀌는 경우는 총 352회 발생하였으며, 이 때 본 논문의 알고리듬이 정상적인 alarm을 발생하는 지에 대하여 실

험하였다. 잘못된 alarm을 발생하는 비율은 총 18.2%로 다소 높았는데 이는 실험을 용이하게 하기 위하여 급격하게 변화하는 신호의 비율을 높였기 때문인 것으로 판단된다. 또한, defragmentation을 한 이후에는 9.9%로 절반가량 비율이 줄었는데 100ms 이내에 급격한 변화가 연이어 나오는 경우가 많았음을 의미한다.

V. 결론

본 논문에서는 DMB 수신기가 이동 중 수신이 불가능한 경우 서버로 신호를 보냄으로써 이동 수신기를 대신하여 서버가 스트림을 부분 저장하고, 필요할 때 다시 스트림을 전송받아 조합함으로써 수신기에서 끊김 없이 스트림을 재생할 수 있는 방법을 제안하였다. 이를 위해 시그널링 방법, defragmentation 방법, 양쪽 스트림의 동기화 방법에 대하여 설명 하였으며, 실험 환경을 구축한 후 제안 방법에 대한 검증 시험을 수행하였다. 본 제안 방법에서 가장 치명적인 false alarm의 경우, 전체 변이 수 중 약 4.5%를 차지하였으나 이는 반대로 제안 알고리듬이 95.5%만큼의 정상적인 동작을 하였음을 의미한다. 그러나 향후 제안 방법을 보완하기 위해서는, 시스템의 한계로 인해 30ms 이하로 데이터를 추출할 수 없어서 데이터 간의 편차가 급격하게 변화하여 예측이 어려운 점, 동기화 과정에서 30ms 이상의 시간이 소요되어 정상적으로 스트림이 저장되었는데도 불구하고 재생 시 A/V 신호가 멈칫하는 현상 그리고 보다 정확한 데이터 예측 방법 등이 개선되어야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] 정보통신단체표준 TTAS.KO_07.0026, “초단파 디지털라디오방송(지상파 DMB) 비디오 송수신정합 표준”, 한국정보통신기술협회, 2004년 8월.

[2] ISO/IEC 14496-3, Information technology Generic Coding of audio-visual objects: Audio, International Standard, 1999.

[3] ISO/IEC 14496-1, Information technology Coding of moving pictures and audio: Systems, Study of Draft Technical Corrigendum 1, 2000.

[4] ETSI EN 300 401 v1.3.3, “Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers,”September 2001.

[5] ETSI EN 300 799, “Digital Audio Broadcasting(DAB);Distribution interface, Ensemble 545 Transport Interface(ETI)” Sep. 1997.

[6] 신필섭외, “지상파 DMB 수신기술”, 전자공학회지 제32권 5호, 2005년 5월.

[7] 김규헌, 함영권, 김용한 “지상파 디지털멀티미디어방송 시스템 기술”, SK Telecom Review DMB 특집, 2003년 11월.

[8] 김남 외, "지상파DMB에서 끊김없는 프로그램의 전환을 위한 스플라이서의 설계 및 구현", 한국통신학회논문지, Vol.31 No.5A, 2006년 5월.

[9] 김용한, “지상파/위상 DMB 다중화 기술”, 한국방송공학회 DMB 특집, 제9권 4호, 2004년 12월.

저자 소개

조 성 환 (정회원)

- 1980년 2월 : 성균관대학교 전자공학과 (학사)
- 1982년 2월 : 성균관대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1991년 8월 : 성균관대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 1982년~1985년 : 해군사관학교 전기 및전자공학과 전임강사
- 1997년 : 미국 Columbia 대학 CATT Visiting Scholar
- 1985년~2002년 : 동서울대학 컴퓨터공학과 부교수
- 2003년~현재 : 금강대학교 교양과정부 부교수

<관심분야> : 영상처리, DRM, 디지털 TV 등