

지상파DMB에서 끊김없는 프로그램의 전환을 위한 스플라이서의 설계 및 구현

정회원 이 용 훈*, 이 진 환*, 이 광 순*, 이 수 인*, 김 남**

Design and Implementation of a Splicer for Seamless Swiching between Programs in the Terrestrial DMB

Yong-hoon Lee*, Jin-hwan Lee*, Gwang-soon Lee*,
Soo-in Lee*, Nam Kim** *Regular Members*

요 약

본격적인 지상파DMB 서비스가 시작됨에 따라, 중앙 또는 다른 방송국으로부터 들어오는 방송신호를 재송신하던 도중에 지방의 방송국에서 필요한 지역광고 및 특정 프로그램을 보내고자 하는 경우에 스플라이싱 기법이 필요하게 된다. 본 논문에서는 MPEG-4 및 MPEG-2 시스템을 동시에 사용하고 있는 지상파DMB에서 효율적인 스플라이싱을 위해 요구되는 신호 흐름에 대해 제안하며, 지상파DMB에서 신호 전송 시 사용되는 앙상블스트림으로의 재구성 과정에 대해 설명한다. 또한, 설계된 DMB 스플라이싱 기술을 적용하여 제작된 스플라이서를 통해서 전송스트림을 스위칭했을 때, 수신기에서 영상을 디코딩하여 비교함으로써 그 성능을 검증하였다.

Key Words : T-DMB, Splicer, transcoding, MPEG-2 System, MPEG-4 System

ABSTRACT

As the T-DMB service is launched, some service requirements become necessary to send local programs such as advertisement and specific programs at the local broadcasting station while re-transmitting the broadcasting signal coming from the central or other station. In this paper, we propose a signalflow required for the effective splicing in the T-DMB system which uses both MPEG-2 and MPEG-4 system specifications, and we illustrate the reconfiguring process into the ensemble stream that is widely used for the transmission of the T-DMB signal. Moreover, its performance is confirmed by comparing the images decoded at the receiver when the transport stream is switched by using the splicer implemented through the proposed techniques.

I. 서 론

21세기에 접어들면서 디지털 기술의 발달로 방송 및 통신의 디지털화가 빠르게 진행되고 있다. 이러한 방송의 디지털화는 언제, 어디서나 시청자들의 다양한 욕구를 만족시킬 수 있는 고품격 디지털방

송 서비스의 실현을 눈앞에 두게 되었다. 국내에서 본격적으로 시도되는 지상파DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 서비스는 200 km/h 이상 고속으로 이동하는 차량에서도 1.2 Mbps 정도의 데이터를 거의 손실없이 수신할 수 있는 강점을 가지고 있으며, 저비용으로도 전국망을 구축할 수 있어 언

※ 본 논문은 정보통신부의 “지상파DMB 시스템 기술 개발”과제의 지원하에 이루어졌음.

* 한국전자통신연구원 방송시스템연구그룹 ({lee.y.h, jin.hwan, gslee, silee}@etri.re.kr)

** 충북대학교 전기전자공학부 교수 (namkim@chungbuk.ac.kr)

논문번호 : KICS2006-02-093, 접수일자 : 2005년 2월 21일, 최종논문접수일자 : 2006년 5월 8일

제 어디에서나 신속하고 정확한 정보를 전달 받을 수 있도록 “내 손안의 TV”시대를 열게 해 준 최상의 매체이다.

또한 한국의 지상파DMB는 세계 최초로 국내에서 서비스 표준이 정해졌으며, 2005년 7월 ETSI (European Telecommunications Standards Institute)에서 국제 표준 규격으로 채택됨에 따라 DMB의 상용화는 방송·통신 융합 시장에서의 지배력을 크게 높일 수 있는 계기가 될 것이라 전망된다. 이러한 지상파DMB의 활성화에 발맞추어 방송 사업자가 결정됨에 따라 향후 지상파DMB 서비스의 전국화가 가시화 되면서, 지역방송국에서는 중앙방송국이 송출하는 방송 신호를 그대로 방송하다가, 필요한 지역 광고 및 특정 프로그램으로 교체하여 방송할 필요성이 있다.⁶⁾

일반적으로 디지털방송 소스 장비로부터 디지털 방송 스트림을 입력받아 송신하던 도중에 다른 디지털방송소스 장비에서 발생하는 디지털방송 스트림으로 스위칭 하면, 아날로그 방송과 달리 화면의 끊김 현상이 발생할 수 있다. 이런 끊김 현상을 방지하기 위하여 현재 지역 방송국에서는 DTV 방송의 재전송시에 광고 및 지역 프로그램의 삽입에 사용되고 있는 방법인 트랜스코딩(transcoding) 방법을 주로 사용하고 있다. 즉, 디지털방송 스트림을 복호화 한 후 소스신호에서 스위칭 하는데, 이 경우 고가의 디코더 및 인코더 장치가 필요하며, 트랜스코딩에 따른 화질 열화를 수반한다.

지역방송국에서의 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 본 논문은 중앙방송국으로부터 지상파DMB 송신신호를 DMB 전송스트림 형태 포맷인 앙상블(ETI; Ensemble Transport Interface) 스트림으로 입력받고, 그 앙상블스트림에 있는 비디오 서비스를 위한 미디어스트림을 지역 방송국의 스트림으로 끊김없이 스위칭할 수 있는 지상파DMB 스플라이서(splicer)의 설계 및 구현 방법을 제안한다.

본 논문에서는 II장에서 지상파DMB 시스템 및 스플라이싱에 대해 설명하며, III장에서는 제안하는 지상파DMB 스플라이싱 시스템에 대해 소개한다. 또한 IV장에서는 구현 및 실험 결과에 대해 기술하고, 마지막으로 V장에서는 결론을 맺는다.

II. 지상파DMB 시스템 및 스플라이싱

2.1 지상파DMB 시스템의 개요

지상파DMB는 유럽의 디지털 오디오 방송(Digi-

tal Audio Broadcasting, DAB) 표준인 EUREKA-147을 기반으로 MPEG-4 표준에 의한 멀티미디어 서비스를 제공한다. 지상파DMB의 비디오 압축 표준으로서 H.264/MPEG-4 Part 10 AVC (Advanced Video Coding) 베이스라인 프로파일을 채택하고 있으며, 오디오 압축 표준으로서는 MPEG-4 Part 3 Audio 표준 중 ER-BSAC(Error-Resilient Bit Sliced Arithmetic Coding) 방식을 채택하고 있다. MPEG-4 AVC는 현존하는 비디오 압축 국제표준 중 가장 압축률이 높은 표준이며, MPEG-4 ER-BSAC 또한 CD급 음질을 목표로 하는 경우, 오디오 압축 국제 표준 중 최고 수준의 압축율을 갖고 있다. 정보 압축 성능이 좋다는 것은 같은 전송 용량으로도 우수한 품질의 신호를 제공할 수 있음을 의미한다.

또한 이러한 기초스트림(ES; Elementary Stream)들을 MPEG-4 SL(Sync Layer)로 패키징 하고, 그 결과를 MPEG-2 PES(Packetized Elementary Stream) 및 TS(Transport Stream) 패키징 과정으로 다중화 하도록 하였다. 이렇게 얻어진 TS에 추가적으로 RS(Reed-Solomon)(204,188) 부호화를 적용하고 길쌈인터리빙(Convolution Deinterleaving)을 거친 후 EUREKA-147의 스트림 모드로 전송하도록 하였다.

원래 EUREKA-147에서 사용된 채널 부호화는 일단 오디오만을 고려하였기 때문에 비트 오류율(BER Bit Error Rate) 10^{-4} 을 기준으로 설계되어 있다. 그러나 멀티미디어 서비스를 위해서는 BER이 10^{-7} ~ 10^{-8} 이 되어야 하는 것으로 알려져 있으며, 이를 위해 EUREKA-147 스트림 모드로 입력되기 이전에 TS 스트림에 추가적인 채널 부호화를 적용하도록 하였다.^{1), 10)}

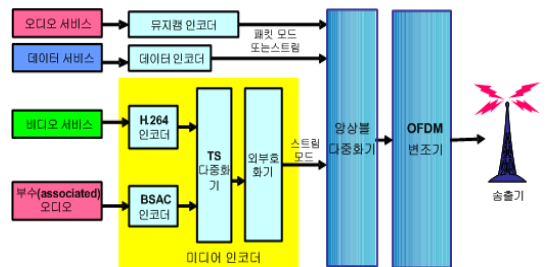


그림 1. 지상파DMB 송신 시스템의 구조

2.2 지상파DMB 시스템에서의 스플라이싱

디지털방송시스템에서 스플라이싱은 압축된 DMB 비디오 서비스에 포함되는 비디오와 오디오스트림을 복호화하지 않은 상태에서 방송중인 프로그램을 끊

고 다른 프로그램으로 교체하는 것을 말한다. 즉, 그림 2에서와 같이 두개의 서로 다른 기초스트림을 전송스트림상에서 하나의 스트림으로 묶어주는 것을 의미하며, 각각의 스트림은 생성 당시 서로 다른 시간 및 장소에서 각기의 다른 목적으로 만들어진 스트림일 수 있다. 한 개의 전송스트림이 연속적으로 전송되는 도중에 스플라이싱이 일어나 다른 스트림이 끼워지는 경우 스플라이싱이 생기는 부분을 스플라이싱 지점(splicing point)이라 한다⁹⁾. 이 스플라이싱 지점은 결국 서로 다른 스트림의 경계 부분을 의미하며, 이러한 경계 부분이 생기게 되면 시스템 디코더에서는 디코딩시 불연속점으로 인하여 매끄럽지 못한 디코딩을 하게 되고, 이로 인해 디코딩된 영상과 음질에 왜곡을 발생시킨다. 따라서 스플라이싱 방법은 이러한 왜곡현상의 문제를 효율적으로 해결하기 위해 요구된다.

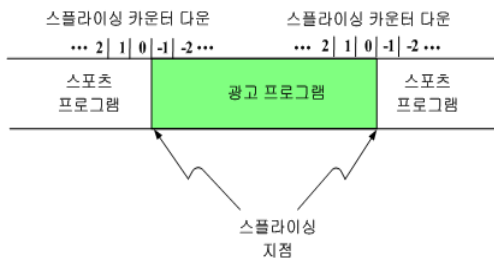


그림 2. 프로그램 삽입 시의 스플라이싱의 예

한편, 지상파DMB에서는 앞절에서 설명한 바와 같이 MPEG-4 및 MPEG-2 시스템을 동시에 사용하고 있으므로, 효율적인 스플라이싱을 위해서는 고려할 사항이 추가로 발생한다. 즉, MPEG-4와 MPEG-2 시스템을 동시에 사용하고 있는 지상파DMB에서의 미디어 전송스트림의 구조는 그림 3에서와 같이 구성된다. MPEG-2 시스템 계층은 하나의 프로그램을 위한 비디오, 오디오 및 부가 데이터를 다중화 하는 역할을 하며, 시스템의 동기화를 위해서 PCR을 사용한다. 더불어 MPEG-4 시스템 계층에서는 PCR과 더불어 OCR 및 CTS를 이용해서 각 ES들 간의 동기화를 제공한다. 또한, 비디오 서비스를 구성하는 ES들 간의 연결을 지원하고, 비디오 서비스 구성을 위한 장면 서술 정보를 사용한다. 그리고, SL 계층 패킷화는 사용하지만, 플렉스머크스(FlexMUX)를 이용한 다중화는 사용하지 않는다.

지상파DMB에서 사용하는 MPEG-4 over MPEG-2 시스템에서는 MPEG-4 스트림을 MPEG-2 시스템으로 전송하기 위한 것이며, 두 시스템간의 동기화를

위해 MPEG-4의 SL 패킷 하나를 하나의 MPEG-2 시스템의 PES를 통해 전송한다. 또한, 타이밍 동기를 위한 PTS는 SL패킷헤더에 OCR이 포함되어 있을 경우에만 PES 헤더에 포함되고 그렇지 않을 경우에는 PTS를 사용하지 않는다. 따라서 동일 패킷에 전송되는 PTS를 매개체로 MPEG-4 시스템과 MPEG-2 시스템의 동기화가 이루어진다. TS의 헤더에 삽입되는 PCR의 전송주기는 100ms 이내이며 그의 PTS, OCR 및 CTS는 700ms 이내의 주기로 전송된다.

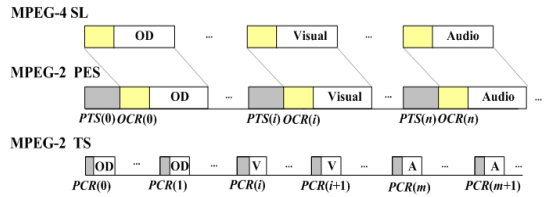


그림 3. 지상파DMB에서 MPEG-2 및 MPEG-4 시스템의 동기화

결론적으로 지상파DMB에서의 스플라이싱을 위해서는 기존의 MPEG-2 시스템에서 필요한 프로그램 및 타이밍 정보뿐만 아니라, MPEG-4 시스템에서 요구되는 SL 패킷과 관련된 정보들의 수정이 필요하다. 또한 스플라이싱하고자 하는 미디어 스트림이 현재 방송되고 있는 앙상블내의 미디어스트림과 서로 다른 전송률을 가질 경우 또는 현재 방송되는 앙상블내의 서비스를 자유롭게 변경하기 위해서 앙상블스트림에서 서비스 구성정보의 재구성 과정이 필요하다.

III. 제안하는 지상파DMB 스플라이싱 시스템

3.1 제안하는 지상파DMB 스플라이싱 시스템의 구성

본 논문에서는 지역방송국에서 지상파DMB 전송스트림의 스위칭시 발생할 수 있는 단말에서의 영상 및 음성의 왜곡현상을 최소화하기 위해 그림 4와 같은 지상파DMB 스플라이싱 시스템을 제안한다. 제안한 시스템의 전체 구성은 다음과 같다. 지상파DMB 스플라이싱 시스템은 중앙 방송국에서 현재 방송되고 있는 신호인 그림 1의 앙상블 다중화기에서 출력되는 다중화된 앙상블스트림과 지역방송국에서 필요한 미디어스트림을 미디어 인코더를 통해 입력받으며, 입력받은 앙상블스트림에서 미디어스트림을 파싱하여 지역방송국에서 필요한 미디어

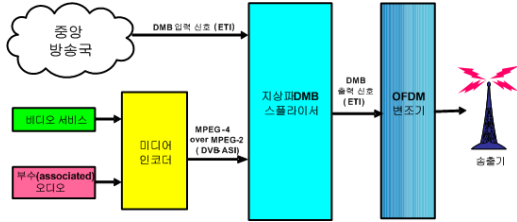


그림 4. 지상파DMB 스플라이싱 시스템 블록도

스트림과 스플라이싱을 한 후 다시 앙상블스트림을 재구성하여 출력한다. 출력된 앙상블스트림은 기존의 지상파DMB 송신 시스템과 같이 COFDM 변조기와 고풍력 증폭기를 통해 송출되는 시스템이다.

3.2 지상파DMB 스플라이서 설계

제안하고 있는 지상파DMB 스플라이서의 구조는 그림 5에서와 같이 크게 하드웨어로 설계한 부분과 소프트웨어로 설계한 부분으로 나뉜다. 하드웨어로 설계한 부분은 주로 인터페이스 기능을 위해 설계되어 있으며 앙상블스트림 입력부, 미디어스트림 입력부, 앙상블스트림 출력부로 나눌 수 있다. 또한, 소프트웨어로 설계한 부분에 해당되는 외복호기(outer decoder), 미디어스트림 분석부, 미디어스트림 스플라이서, 외부호화기(outer coder), 앙상블 재구성부, 시스템 제어부는 주로 스플라이싱 처리를 위한 기능을 위해 설계 되었다.

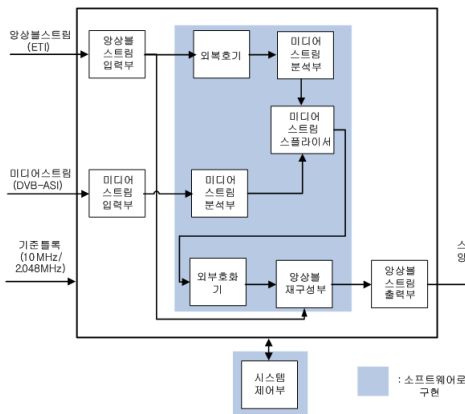


그림 5. 지상파DMB 스플라이서 구조

3.1.1 지상파DMB 스플라이서의 동작 및 신호의 흐름
지상파DMB 스플라이서의 일반적인 동작은 다음과 같다. 중앙방송국으로부터 입력되는 앙상블스트림이 정상적인 앙상블프레임(Frame) 인지를 판별하고, 정상적인 프레임내에서 필드의 위치를 구분하여 앙상블 재구성부로 프레임 정보를 보내며, 프레임내

의 서브채널(sub-channel) 정보를 분석하여 미디어스트림을 포함하고 있을 경우 미디어스트림의 위치와 동기 정보를 분석하여 외복호기로 보낸다. 외복호부에서는 입력되는 미디어스트림을 RS 복호화 및 길쌈 디인터리빙을 한 후, MPEG-2 TS로 바꾸어 미디어스트림 분석부로 보낸다. 미디어스트림 분석부에서는 MPEG-2 TS형태로 입력되는 스트림의 헤더정보를 분석하여 스플라이싱을 위한 정보를 추출한 후, 미디어스트림 스플라이서로 보낸다.

한편 지역방송국에 존재하는 미디어 인코더로부터 입력되는 AV스트림은 미디어스트림 입력부로 입력된 후 정상적인 MPEG-2 TS형태의 미디어스트림인지를 판별한 후, 미디어스트림 분석부로 보내어진다. 미디어스트림 분석부에서는 MPEG-2 TS의 헤더 정보를 분석한 후, 그 정보를 마찬가지로 미디어스트림 스플라이서로 보내게 된다. 미디어스트림 스플라이서는 각각 입력되는 두 종류의 미디어스트림 즉, MPEG-2 TS와 추출된 헤더정보를 이용하여 스플라이싱 기능을 수행한다. 미디어스트림 스플라이서에서 스플라이싱된 MPEG-2 TS는 다시 외부호화된 후, 변경된 미디어스트림 정보를 고려하여 새로운 앙상블프레임으로 재구성되어 출력되는 것을 특징으로 한다. 특히 제안한 지상파DMB 스플라이서의 설계에 있어서 핵심적인 역할을 수행하게 되는 미디어스트림 스플라이서의 스플라이싱 알고리즘과, 앙상블 재구성부의 설계 및 알고리즘에 대해 다음절에서 자세히 소개하겠다.

3.1.2 미디어스트림 스플라이싱 알고리즘

미디어스트림 스플라이서에서 수행되는 스플라이싱 알고리즘은 그림 6과 같다. 각 미디어스트림 분석부로부터 분석되어 입력되는 미디어스트림의 TS 패킷중에서 PAT(Program Association Table)와 PMT(Program Map Table)를 파싱하여 각 ES들(BIFS; Binary Format for Scene, OD; Object Descriptor, 비디오, 오디오)의 PID(Packet Identifier) 구성 정보인 PSI(Program Specific Information)를 추출한 후, 미디어스트림 입력부를 통해 입력된 스트림의 PSI와 다른 경우에는 이를 같도록 수정한다. 동일한 PID를 지닌 TS 패킷들(PAT, PMT, BIFS, OD, 비디오, 오디오 등)끼리 유료부하(Payload)의 도중에 잘려 나가지 않도록 유료부하별로 관리한다. 즉, 유료부하 단위 시작 지시자(payload_unit_start_indicator)가 '1'인 TS 패킷부터 수

정한다. 또한, 스플라이싱 된 직후에도 이전에 보내던 스트림과 연속 카운터(continuity_counter)값이 연속성을 갖도록 수정한다. 즉, 같은 PID를 갖는 TS 패킷에 있는 연속 카운터 값은 0~15까지 반복하여 연속성을 가지며 증가될 수 있도록 수정한다. 스플라이싱 할 시점은 그림 8에서와 같이 GUI를 통해 사용자가 입력한 스플라이싱 시점을 이용하거나, 적응필드(adaptation_field)내의 스플라이싱 시점 정보를 이용하거나 방송시간 또는 장비간에 미리 정해진 방식을 이용할 수 있다. 스플라이싱할 시점이 정해지면 스플라이싱할 시점 근처에서 스트림 데이터가 유료부하의 도중에 잘려 나가지 않도록 한다.

또한, 스플라이싱시 삽입할 스트림은 그림 7에서와 같이 I(Intra) 픽처부터 전송을 해야 한다. 가령 그림 7에서 스플라이싱시 스트림 B의 P(Inter)_{B-1} 또는 P_{B-2} 픽처로부터 스트림 A의 I_{B-3} 픽처에 삽입될 경우 스트림 B의 P_{B-1} 또는 P_{B-2} 픽처가 스트림

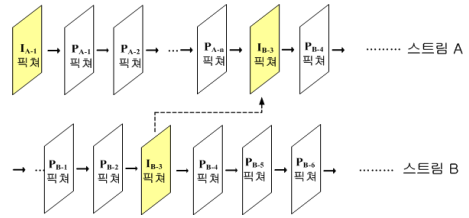


그림 7. 스플라이싱 시 I, P 픽처 삽입 방법

A의 P 픽처를 기준 픽처로 사용할 수 없으므로 영상이 끊어지는 현상이 발생한다. 따라서 스플라이싱된 직후의 비디오 스트림은 I 픽처부터 전송하여야 하므로, I 픽처부터 스플라이싱될 수 있도록 입력되는 스트림을 버퍼링한다. 이를 위해 적응 필드에서 랜덤 접근 지시자(random access indicator)가 '1'인 TS 패킷부터 스위칭되도록 버퍼링한다.

한편 스플라이싱 경계 부분에서 유료부하의 중간 스트림 데이터가 잘려 나가지 않도록 관리하고 시간 정보의 연속성을 보장하기 위해서, 스플라이싱된 직후에도 이전에 보내던 스트림과 ES별 PID의 할당, 시간정보(PCR; Program Clock Reference, OCR; Object Clock Reference, CTS; composition Time Stamp), continuity_counter, PacketSequence_Number, AU_sequenceNumber 등이 일관성을 가지도록 수정해야 한다.

그림 8은 시간 정보를 보정하기 위한 시스템의 구성을 나타낸다. 그림 8에서 알 수 있듯이 실시간으로 입력되는 전송스트림의 헤더 및 PCR값은 해석되어 계속 추출된다. 스플라이싱 시점은 사용자의 의해 미리 설정되지만, 스위칭 제어부에 의해 실제 스위칭되는 정확한 시점이 결정되는데 이는 현재 전송스트림의 랜덤 접근 지시자가 '1'로 설정되어 있는 전송 패킷이 입력되는 시점이다. 즉 다시 말하면 스위칭 제어부에서는 랜덤 접근 지시자 값이 '1'인 순간에 실제적인 전송스트림의 스위칭이 이루어지도록 스위칭 시점을 제어하며, 동시에 스위칭된 스트림에서 필요한 헤더들이 보정될 수 있도록 제어신호를 헤더 보정 단계로 보내게 된다. 또한, PCR 카운터는 스위칭 되기전의 전송스트림의 헤더에 PCR값이 있을 때마다 초기화되어 증가하게 된다. 연속계수기 등은 매 전송 패킷 마다 증가하는 계수기 값이므로 스위칭 후 이전의 값을 저장하고 있다가 단순히 증가시켜 대체하면 된다. 그러나, PCR은 약 0.1초, PTS, OCR 및 CTS는 약 0.7초의 간격으로 전송되므로 연속성을 보장하기 위해서는 세심한 고려가 필요하다.

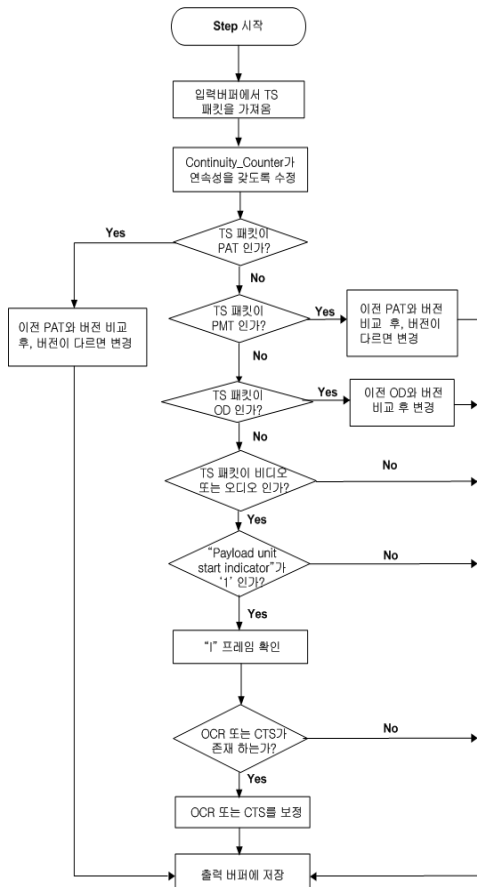


그림 6. 미디어스트림 스플라이싱 알고리즘의 순서도

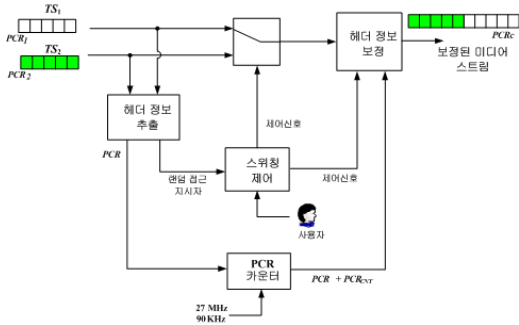


그림 8. 스플라이싱에서 시간정보를 보정하기 위한 시스템 블록도

그림 8에서 PCR를 연속되게 보정하기 위해서, 스위칭 된 후 첫번째 PCR 값인 PCR₂(0)는 스위칭 시점 근처의 PCR값의 증가치를 반영하기 위해 PCR 카운터에 의해 보정하고, 그 이후에는 PCR₂(0)의 보정값인 PCR을 동일하게 더해주면 된다. 즉 보정된 i 번째 PCR 값인 PCR_c(i)는 다음과 같이 결정된다.

$$PCR_c(i) = \begin{cases} PCR_1(m) + PCR_{CNT}, & \text{if } i = 0 \\ PCR_2(i) + \Delta PCR, & \text{if } i > 0 \end{cases} \quad (1)$$

여기서 i=0인 경우는 스위칭된 후 첫번째 PCR의 보정을 나타내고, 이때 PCR₁(m)은 스위칭되기 바로 직전 전송스트림(TS₁)의 PCR값이며 PCR_{CNT}는 PCR₁(m)로부터 증가하는 PCR 계수기에 의한 값이다. 또한, PCR₂(i)는 스위칭된 전송스트림(TS₂)의 보정되기 전 i 번째 PCR 값이며, 첫번째 PCR 이후에 (i>0) 이를 보정하기 위한 값은 첫번째 PCR의 보정값인

$$\Delta PCR = |PCR_c(0) - PCR_2(0)| \quad (2)$$

과 같이 계산된다. 여기서 보정된 PCR 값인 PCR는 90 KHz 클럭에 의한 PCR_{base} 및 27MHz에 의한 PCR_{ext}에 의해 다음과 같은 관계를 가진다.^[2]

$$\Delta PCR = \Delta PCR_{base} \times 300 + \Delta PCR_{ext} \quad (3)$$

이에 따른 MPEG-2 시스템의 i 번째 PTS는

$$PTS_c(i) = PTS(i) + \Delta PCR_{base} \quad (4)$$

와 같이 보정된다.

앞절에서 밝힌 것과 같이 MPEG-4 시스템은 MPEG-2 시스템과 동기화 되어 있으므로, MPEG-4

에서의 시간 정보는 다음과 같이 보정된다.

$$OCR_c(i) = OCR(i) + \Delta PCR_{base} \quad (5)$$

$$CTS_c(i) = CTS(i) + \Delta PCR_{base} \quad (6)$$

3.1.3 영상블 재구성부의 설계 및 알고리즘

앞에서 언급한 것과 같이 스플라이싱을 위한 다양한 환경을 지원하기 위해 마지막으로 고려해야 할 것은 전송프레임인 영상블의 재구성이다. 지상파 DMB의 전송프레임인 영상블에서의 채널은 크게 서비스 및 다중화 정보를 전송하기 위한 FIC(Fast Information Channel)와 다양한 서비스 데이터를 전송하기 위한 서브채널들의 모임인 MSC(Main Service Channel)로 구성된다. 따라서, 영상블 재구성부는 스플라이싱 후 스위칭된 미디어스트림을 서브 채널로 재구성한 후, 이에 따른 서비스 정보를 FIC에서 재구성하도록 설계하였다. 그림 9는 영상블 재구성부의 구조를 나타낸다.

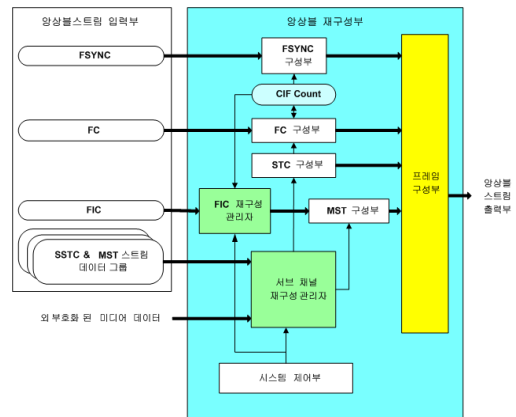


그림 9. 영상블 재구성부의 구조

본 논문에서는 영상블의 재구성을 위해서, 시스템 제어부의 설정에 따라 FIC 재구성 관리자와 서브 채널 재구성 관리자가 각 필드의 구성부와 상호 동작하며, 영상블 입력부에서 추출되는 ETI 프레임 데이터와 스플라이싱에 의해 스위칭된 후 외부호화 된 미디어스트림을 재조합하여 새로운 영상블을 재구성 하도록 하였다. 재구성된 영상블은 다른 시스템으로의 전송을 위해 인터페이스 규격인 ETI 형식으로 생성되며, 이를 위한 프레임의 구성 과정에서 수행되는 주요 알고리즘들은 아래와 같다.

CIF(Common Interleaved Frame) 카운터는 FSYNC(Frame Synchronization field)의 동기와 관

련되어 있으며 FSYNC 구성부에서는 CIF 카운터 값을 확인하여 짝수이면 FSYNC0를 홀수이면 FSYNC1을 FSYNC 값으로 사용한다. 또한 FC (Frame Characterization field) 구성부에서는 CIF 카운터를 250으로 나눈 나머지값을 FCT(Frame Count)로 설정하고 8로 나눈 나머지 값을 FP (Frame phase)로 설정한다.

미디어데이터의 스플라이싱 후 다른 미디어스트림 또는 다른 서비스를 서브 채널에 추가하거나 기존의 입력 프레임내의 서브 채널을 선택적으로 재구성 하기 위해서 서브 채널에 대한 정보를 시스템 제어부를 통해 받도록 되어 있다. STC(Stream Characterization field) 구성부는 서브 채널 재구성 관리자로부터 서브 채널 재구성 SSTC(Sub-channel Stream Characterization) 리스트를 받아 STC를 구성하며, 이때 SSTC내의 SAD(Sub-channel Start Address)는 스트림 데이터의 보호 수준에 따라 데이터가 앙상블 내에 연속적으로 배열되도록 자동으로 계산된다. 서브 채널이 추가되거나 삭제됨에 따라 채널의 수에 변화가 생긴다. 따라서 STC 구성부의 변화된 NST(Nuber of stream)의 값을 FC 구성부에게 통보하여 NST 값을 변경한다. 또한, 서브 채널이 재구성됨에 따라 이에 해당하는 FIC를 재구성하여야 한다. 국내 지상파DMB는 전송모드 I으로 서비스 하도록 정해져 있으므로 매 프레임마다 3개의 FIB(Fast Information Block)로 FIC가 구성되며, 이 FIB를 구성하는데 필요한 FIG는 시스템 제어부로부터 서브 채널 정보와 함께 전달된다. FIG(Fast Information Group)의 종류에 따라 일정한 형태로 반복적인 것도 있고 특정 프레임에 매번 변경되는 것도 있다.

MST(Main Stream Data) 구성부는 서브 채널 재구성 관리자의 서브 채널 재구성 SSTC 리스트와 매핑 관계에 있는 스트림 데이터를 FIC 재구성 관리자에서 재구성된 FIC와 결합하여 MST를 구성한다. 만일 매핑 관계를 찾지 못한 서브 채널의 경우 서브 채널의 크기 만큼 스트림 데이터를 FF₁₆ 값으로 채운다. 프레임 구성부에서는 앙상블스트림 입력부로부터 입력된 스트림 데이터 중에서 변경할 필요가 없는 필드의 데이터 및 서브채널 데이터와 같이, 앞에서 설명한 알고리즘에 의해 재구성된 FIC와 새롭게 스플라이싱된 서브채널의 미디어데이터를 다중화하여 새로운 앙상블프레임을 구성한다. 새로 구성된 앙상블프레임에 맞도록 EOH(End of Header)의 CRCh(Header Cyclic Redundancy Checksum)와

EOF(End of Frame)의 CRC(Cyclic Redundancy Checksum)를 계산하여 수정하고 6,144바이트의 크기인 하나의 앙상블프레임이 되도록 프레임의 나머지를 FRPD(Frame Padding) 필드로 채워져서 출력된다.^[4]

IV. 구현 및 실험 결과

본 논문에서 제안된 지상파DMB 스플라이서의 효율성을 검증하기 위해 아래의 표 1과 같은 입출력 인터페이스를 갖는 그림 10과 같은 PCI(Peripheral Component Interconnect) 카드를 구현하였다. 또한, 구현된 PCI 카드를 PC에 장착한 후 동작시켜 그 결과를 그림 12와 같이 확인해 보았다. 표 1에서 알 수 있듯이 재송신하기 위해 입력되는 앙상블스트림은 ETI와 스플라이싱하기 위한 미디어스트림은 DVB-ASI로 입력 받으며, 외부의 기준클럭에 동기시켜 동작될 수 있도록 하기 위해서 10MHz와 2.048MHz의 기준클럭신호를 입력 받는다. 또한, 스플라이싱 후 출력되는 앙상블스트림은 ETI형태로 출력되며, 외부에서도 지상파DMB 스플라이서의 동작상태를 제어하고 모니터링하기 위하여 TCP/IP 프로토콜을 사용하여 구현 하였다.

표 1. 지상파DMB 스플라이서의 입출력 인터페이스

종 류	용 도	규 격
입력신호	앙상블스트림 (중앙방송)	ETI (NI, G.703)
	미디어스트림 (지역방송)	DVB-ASI
	기준클럭	10 MHz Sine, 또는TTL Level
출력신호	스플라이싱 된 앙상블스트림	ETI (NI, G.703)
제어신호	시스템 제어및 모니터링	TCP/IP

그림 10은 본 논문에서 구현된 지상파DMB 스플라이서 모듈을 구현한 PCI 카드 사진이며, 그림 11은 스플라이싱을 위한 GUI(Graphical User Interface)를 나타낸 것이다. 이 GUI를 통하여 입출력 앙상블스트림과 미디어스트림의 상태를 모니터링할 수 있으며 스플라이싱 시점을 정할 수 있다.

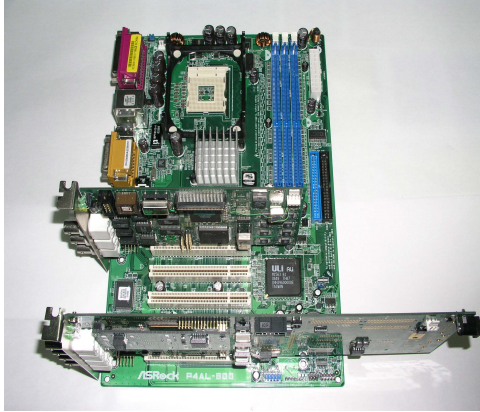


그림 10. PCI 카드 타입의 지상파DMB 스플라이서 모듈

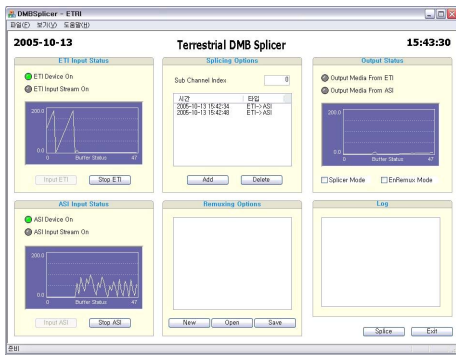
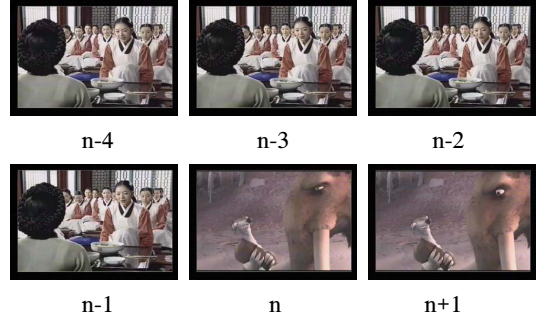
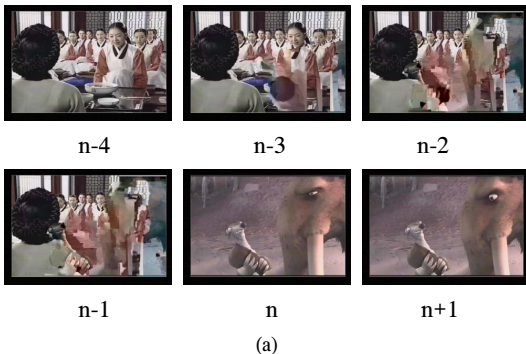


그림 11. 지상파DMB 스플라이서의 GUI

그림 12는 스플라이싱하여 송출된 후, 단말에서 디코딩한 영상의 출력 프레임의 비교 결과를 보여 준다. 그림 12(a)는 스플라이싱 및 영상불 재구성 알고리즘을 적용하지 않은 상태에서 스위칭한 결과로 스플라이싱 시점 근처에서 영상이 심하게 왜곡 되었음을 알 수 있으나, 본 논문에서 제안하는 스플라이싱 및 영상불 재구성 알고리즘을 적용한 상태에서 스위칭 한 결과인 그림 12(b)의 각 프레임에서는 영상의 끊김없이 스위칭되는 것을 알 수 있다.



(b)
그림 12. 스플라이싱 출력 프레임 비교 : (a) 스플라이싱 알고리즘을 적용하지 않은 경우 (b) 제한한 스플라이싱 알고리즘을 적용한 경우

IV. 결론

본 논문에서는 지상파DMB 송신 시스템에서 AV 스트림을 효율적으로 스위칭할 수 있는 지상파DMB 스플라이서의 구조와 알고리즘을 제시하였고, 실험을 통하여 성능을 확인하였다. 이로써, 제안된 스플라이싱 알고리즘은 TS 패킷 레벨에서 지상파DMB 프로그램을 스위칭할 경우 발생하는 화질 열화의 문제점을 해결할 수 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 향후 보완할 점으로 본 논문에서 사용된 방법을 기반으로 추후 AV 스트림간에 정확한 시점에서의 스플라이싱을 위하여 TS 패킷내에 스플라이싱 시점 정보를 자동적으로 삽입하는 방법 및 BIFS 데이터에 대한 스플라이싱 방법도 고려되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] “TTA, 초단파 디지털라디오방송 비디오 송신 시험기준”, TTAS.KO-07.0026, 2004년 8월.
- [2] ISO/IEC 13818-1/Fdam7, “Information technology-Generic coding of moving pictures and associated audio information : Systems, Amendment 7: Transport of ISO/IEC 14496 data over ISO/IEC 13818-1,” Final Draft Amendment, Jan. 2000.a.
- [3] ETSI EN 300 401 v1.3.3, “Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers,” September 2001.
- [4] ETSI EN 300 799, “Digital Audio Broadcasting(DAB);Distribution interface, Ensemble

- Transport Interface(ETI)” Sep. 1997.
- [5] 이진환, 함영권, 이수인 “전자통신동향분석”, ETRI, 제19권4호, pp.10~16, 2004년 8월.
 - [6] 김규현, 함영권, 김용한 “지상파 디지털멀티미디어방송 시스템 기술”, SKTelecom Review DMB 특집, 2003년 11월.
 - [7] 이광순, 양규태, 함영권, 안충현, 이수인 “양방향 지상파DMB 데이터 방송을 위한 DMB 단말의 설계”, 한국멀티미디어학회 춘계학술대회, 2005년 5월.
 - [8] 김동준, 최윤식 “MPEG-2 기반영상의 시스템 영역에서의 편집을 위한 PES 영역에서의 스트림 splicing에 관한 연구(비교, 분석)”, 대한전자공학회 하계종합학술대회, 제25권 1호, 2002년.
 - [9] 유시룡, 장규환, 이병욱, 김종일, 정해묵, “MPEG 시스템”, 대영사, 2000년 2월 10일
 - [10] 김용한, “지상파/위상 DMB 다중화 기술”, 한국방송공학회 DMB 특집, 제9권 4호, 2004년 12월.

이 용 훈 (Yong-hoon Lee) 정회원



2005년 2월 한밭대학교 전자공학과 학사
 2005년 3월~현재 충북대학교 대학원 정보통신공학과 석사과정
 2001년~현재 한국전자통신연구원 디지털방송연구단 방송시스템 연구그룹

<관심분야> DMB, DTV 시스템

이 진 환 (Jin-hwan Lee) 정회원



1987년 2월 한국항공대학교 통신공학과 학사
 2002년 2월 한국정보통신대학 통신공학과 석사
 1989년~현재 한국전자통신연구원 디지털방송연구단 선임연구원

<관심분야> DMB, DTV 시스템, 영상처리

이 광 순 (Gwang-soon Lee) 정회원



1993년 2월 경북대학교 전자공학과 학사
 1995년 2월 경북대학교 전자공학과 석사
 2004년 2월 경북대학교 전자공학과 박사
 2001년~현재 한국전자통신연구원

디지털방송연구단 선임연구원
 <관심분야> DMB, DTV 시스템, 영상신호처리

이 수 인 (Soo-in Lee) 정회원



1987년 2월 경북대학교 전자공학과 학사
 1989년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 석사
 1996년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 박사
 1990년~현재 한국전자통신연구원

디지털방송연구단 방송시스템연구그룹장
 <관심분야> DMB, DTV, CATV, 3DTV

김 남 (Nam Kim) 정회원



1981년 2월 연세대학교 전자공학과 공학사
 1983년 2월 연세대학교 전자공학과 공학석사
 1988년 8월 연세대학교 전자공학과 공학박사
 1992년 8월~1993년 8월 미

Stanford 대학 방문교수
 2000년 3월~2001년 2월 미 California Technology Institute(Caltech) 방문교수
 1989년~현재 충북대학교 전기전자공학부 교수, 컴퓨터 정보통신 연구소

<관심분야> 이동통신 및 전파전파, 마이크로파 전송선로 해석, EMI/EMC 및 전자파 인체보호 규격