

# 지상파 듀얼 스트림 3DTV 방송을 위한 2D와 3D 서비스 Seamless 전환 송출시스템

박 성 환<sup>°</sup>, 이 승 현<sup>\*</sup>

## Seamless 2D-3D Switching Transmission System for Dual-Stream 3D TV Terrestrial Broadcasting

Sung-hwan Park<sup>°</sup>, Seung-hyun Lee<sup>\*</sup>

### 요 약

EBS는 2011년 12월 21일에 제정된 듀얼스트림 방식의 국내 지상파 3DTV 송수신 정합 표준에 근거하여 듀얼 스트림 방식의 3DTV 1차 시범방송을 2012년 4월 실시하였다. 듀얼스트림 방식의 3DTV는 Service-compatible 방식으로 기존 2D HDTV와 Backward compatibility를 제공하여 2D용 HDTV를 가진 시청자는 그대로 2D 방송을 볼 수 있게 한다. 또한, 3DTV 수신기를 가진 시청자는 2D와 3D 방송을 선택적으로 볼 수 있다. 현재의 지상파 방송사의 콘텐츠 제작 여건으로 볼 때 3D 방송 도입 초기에는 대부분 2D 프로그램으로 서비스되고 혼합 편성을 통해 특정 시간대의 일부 프로그램만이 3D 방송으로 편성될 예정이다. 이에 대비하여 안정적으로 2D 시청자와 3D 시청자에게 서비스를 제공하는 방법에 대한 고려가 필요하다. 그래서 본 논문에서는 지상파 DTV 서비스에 듀얼스트림 방식 3D 서비스 도입의 경우에 기존 2D HDTV 시청 시 영상화면 깨짐과 같은 불완전한 현상을 막고 3DTV 서비스를 안정적으로 제공하기 위한 방송 송출 시스템 구성과 효과적인 전환 기법을 제안한다.

**Key Words** : 3DTV, Dual stream, Seamless, Stereoscopic, Transmission system

### ABSTRACT

The dual-stream based stereoscopic 3D broadcasting standard was developed in 2011. EBS broadcasted 3DTV experimental service according to this standard in April 2012. Dual-stream based 3DTV broadcasting is service-compatible and backward-compatible, so viewers who have legacy 2D HDTV can watch the broadcasting content as 2D. And 3DTV viewers can select watching 2D or 3D. Since 3D content production is not usual yet for terrestrial broadcasters, only some particular programs in specific periods will be broadcasted as 3D at the initiatory stage. For it, stable viewing condition is strongly required for both 2D viewers and 3D viewers. This paper suggests broadcasting transmission system structure and effective switching scheme for stable 2D and 3D viewing conditions in the case of dual-stream based terrestrial 3DTV broadcasting.

### I. 서 론

2009년 3D 영화 <아바타>의 성공으로 할리우드

를 중심으로 3D 콘텐츠 제작에 대한 붐이 일어났다. 이러한 영향으로 국내에서도 3D 콘텐츠 제작이 활성화 되었으며 서비스 측면에서도 지상파 방송을

<sup>°</sup> First Author and Corresponding Author : 한국교육방송공사 교육방송연구소/광운대학교 대학원 박사과정, parkslab@ebs.co.kr, 정회원

<sup>\*</sup> 광운대학교 정보콘텐츠대학원, shlee@kw.ac.kr, 정회원

논문번호 : KICS2013-08-333, 접수일자 : 2013년 8월 12일, 최종논문접수일자 : 2013년 10월 10일

통한 3D 시범방송을 기존 HDTV 방송 시스템과 호환성을 가진 듀얼 스트림 방식<sup>[1]</sup>으로 실시하였다. 2011년말 완성된 기존 채널 기반 국내 지상파 3DTV 방송 송수신정합 표준<sup>[2,3]</sup>에 따라 EBS는 2012년 4월 지상파 DTV 주파수에서 세계 최초로 2D/3D 혼용의 3D 시범방송<sup>[4]</sup>을 실시하였다. 이때 Encoder, Mux, PSIP으로 구성된 송출시스템 전환이 실시간으로 이루어져 DTV 화면상의 수신 스트림 깨짐 현상이 발생하지 않도록 하는 연구 결과를 적용하였다.

국내 표준은 3D 방송 서비스를 실시하더라도 기존의 2D용 DTV를 가진 시청자가 2D 방송 서비스 시청에 영향을 받지 않도록 하는 양립성을 보장하는 방식이다. 이것은 3D 방송용의 좌 영상을 2D용 DTV에서는 그대로 2D로 시청이 가능하도록 한 방식이다. 또한 3DTV를 가진 시청자도 Minor 채널 변경으로 2D와 3D를 선택적으로 시청할 수 있다.

표준 완성과 함께 지상파 방송사는 안정적인 서비스를 위하여 방송서비스 시스템 개선 연구를 통해서 고품질 서비스를 제공하게 되었다. 실질적으로 표준 안에서는 3D 방송 서비스를 기준으로 작성하여 2D 방송과 3D방송과의 전환 시에 대한 내용은 기술되지 않았다. 이에 지상파 방송 사업자는 2D 방송 서비스와 3D 방송 서비스를 안정적으로 할 수 있는 구현 방법이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 지상파 DTV 방송 사업자가 2D 방송시스템의 안정적 전환을 통해 2D/3D 양립형 방송서비스<sup>[5,6]</sup> 시스템 구성 및 Encoder, Mux, PSIP으로 구성된 송출시스템의 효율적 제어 방안을 제시 하고자 한다.

## II. 듀얼 스트림 기반 지상파 3DTV

### 2.1. 스테레오스코픽 3D의 원리

3DTV에서 말하는 3D입체란 양안(兩眼)식 3D(S3D, Stereoscopic 3D)를 의미하는 것으로, 인간이 두 눈을 이용하여 물체를 인식하는 것을 모방하여, 두 대의 카메라를 이용하여 좌/우 눈으로 보듯이 촬영하고, 이것을 3DTV와 같은 특수한 디스플레이 장치를 통하여 보여 주게 되며, 사람의 뇌에서는 양쪽 정보를 조합하여 입체적으로 인식<sup>[7]</sup>한다. 사람의 뇌는 입체감과 함께 실제 촬영현장에서 물체를 보는 것과 같은 현장감을 느끼게 된다.

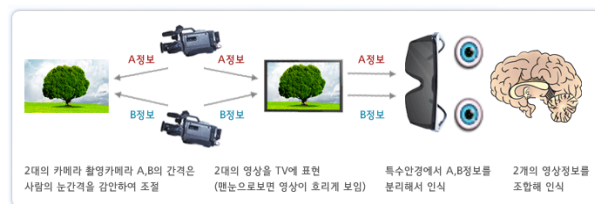


그림 1. 스테레오스코픽 3D 영상의 구현원리  
Fig. 1. Realization Concept of Stereoscopic Video

그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 동시에 2대의 카메라를 이용하여 촬영을 한 후, 특수 안경을 이용하여 좌/우 눈에 각 카메라에서 촬영된 영상을 좌안용 영상과 우안용 영상으로 녹화하여 2개의 스트림으로 서비스하고 기존의 DTV 시청자는 좌안 영상으로 2D 서비스를 이용하고 좌/우 영상을 동시에 수신하는 3DTV 보유 시청자는 3DTV 서비스 선택하여 이용하게 된다.

### 2.2. 한국의 지상파 3DTV 전송방식

3DTV 방송 방식은 서비스 시스템 측면에서 보면 크게 기존의 2D HDTV 와 호환성을 유지하는 방식과 호환성 유지와 무관하게 3DTV 서비스를 실시하는 방식으로 나눌 수 있다.

지상파 방송사업자가 본 방송의 원활한 도입을 위해서는 서비스 호환 방식이 가장 적합한 방법이므로 이러한 상황을 고려하여 표준화가 진행되었으며, Service-compatible 3DTV 방송방식<sup>[8,9]</sup>에 대한 시범방송 시스템을 구축하여 연구하였다.

지상파 3DTV 시범방송을 위한 다중화는 기존 HDTV 와 같은 MPEG-2 시스템 규격<sup>[10]</sup>에 따르는 것으로 기존 채널 기반 지상파 3DTV 방송 송수신 정합표준을 따라 실시하였다. 그림 2는 국내 표준에서 명기한 현재 지상파 방송에서 3DTV 서비스를 제공할 때 Transport Stream<sup>[11]</sup>의 신호 구성 방식 중 가상채널 시그널링을 보여준다. 지상파 기존 HDTV 서비스에서 사용하는 기준영상(V1, MPEG-2)과 Stereoscopic 3D 서비스를 위한 부가영상(V2, H.264)이 전송되고 시청자는 Virtual Channel 1을 선택하면 기준영상(V1), 오디오(A), 데이터(D)를 시청하고 Virtual Channel 2를 선택하면 기준영상(V1), 부가영상(V2), 오디오(A), 데이터(D)를 보여준다. 이때, 기준영상(V1)은 좌 영상을 전송하고 부가영상(V2)에서는 우 영상을 전송하는 방식으로 입체 영상 정보를 구현하게 된다.

예를 들면, 시청자가 DTV에서 10-1을 선택하면 좌 영상만으로 2D HDTV로 시청하고 10-2를 선택

택하면 좌 영상과 우 영상을 이용하여 3D 입체 영상을 시청하게 된다.

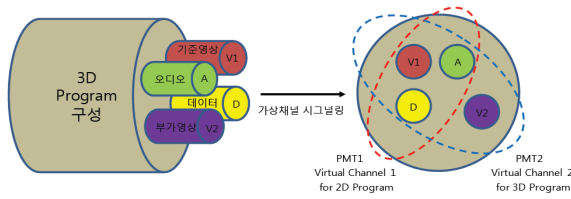


그림 2. 가상 채널 시그널링  
Fig. 2. Virtual Channel Signaling

2.3. 3D화면으로 전환 시 화면 깨짐 현상

한국에서 채택한 ATSC 방식의 지상파 DTV서비스는 MPEG-2 Video 및 Dolby-AC3 Audio 기반으로 2D방송을 하고 있다. 시범방송에서는 기존의 2D 방송서비스 중간에 2D/3D 양립 서비스 편성이 들어가는 형태이다. 이 때 가장 간단한 방법은 별도의 시스템을 두고 2D 시스템과 3D 시스템 간을 전환하는 방법이다. 하지만 이와 같은 시스템 전환은 ASI(Asynchronous Serial Interface) 신호의 스위칭이 필요하게 되어 서비스 중인 10-1 메인채널 화면의 비디오와 오디오 신호 단절로 화면 깨짐 및 오디오 끊김 현상이 나타난다. 이러한 현상은 Tektronix의 VQS1000<sup>[12]</sup>를 사용하여 분석하였다. 이때 설정값은 Block Size (16), Blockiness Gain (20), Sustain Blockiness (checked), Blockiness Display Threshold (9)을 사용하였다. 그림 3은 ASI 신호 스위칭 시 화면 깨짐을 분석한 화면이다. 첫 번째 피크 발생은 2D에서 3D로 전환 시 발생한 Blockiness 이며 두 번째 피크 발생은 3D에서 2D로 발생한 Blockiness 를 나타내며 이 때 화면 깨짐이 발생한다.

Blockiness 발생의 주된 원인은 현재 서비스 중인 지상파 2D 방송용 Transport Stream과 3D 서비스를 위한 Transport Stream 간의 절체를 ASI Switching 방법을 사용하는데서 기인한다.

방송 서비스에서는 GOP 구조 중 “IBBPBBPBBPBBPBB” 방식을 주로 사용한다. 이 때, I, B, P는 각각 I frame, B frame, P frame을 의미한다. I프레임은 독립적으로 자기 자신의 이미지만을 압축하고 P프레임은 이전의 프레임과 비교하여 차이 값을 부호화 한다. B 프레임은 자신 앞의 I 또는 P 프레임과 자신 뒤의 I 또는 P 프레임의 차이 값을 부호화 하는 방식으로 임의 시간에 Transport Stream 전환 시 정상적으로

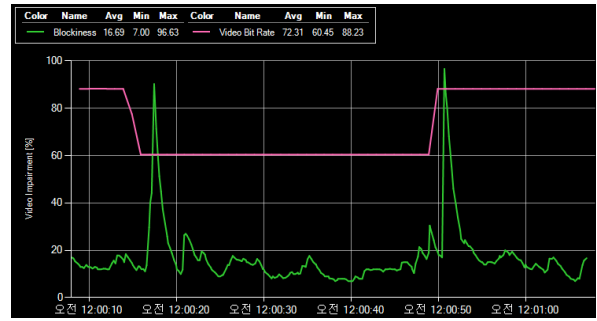


그림 3. ASI 신호 스위칭 시 분석 화면  
Fig. 3. Analysis screen in switching ASI

깨끗한 화면을 디코딩 해 낼 수 없게 된다. 이는 B와 P 프레임이 참조 프레임이고 MPEG-2 비디오 인코더의 인코딩 순서와 출력 순서가 다르기 때문이다. 그림 4는 MPEG-2 인코딩 시 입력 및 출력 순서를 보여준다.

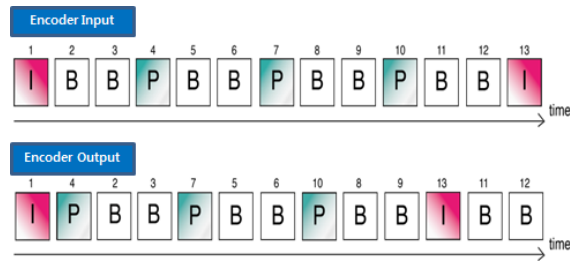


그림 4. MPEG-2 인코더의 입력 및 출력  
Fig. 4. Input and output of MPEG-2 Encoder

다행히 절체전의 Transport Stream에서 I 프레임에서 중단되고 다음 Transport Stream의 시작이 I 프레임에서 시작한다고 해도 11번과 12번 프레임을 잃어버려 정상적인 디코딩이 될 수 없다.

III. Seamless 전환 실험

본 연구에서는 2D 방송서비스 편성 사이사이에 3D 방송서비스를 실시할 경우 2D 시청자에게 화면 깨짐이 없이 시청이 가능하게 하도록 3D 방송 시작 전과 종료 후에 2D 방송의 Bit Rate가 2D 방송만 할 경우의 Bit Rate와 동일하게 변경되게 하면서 3D 방송 서비스가 안정적으로 이루어질 수 있게 하는 Seamless 전환 기법을 고안 실험 하였다.

3.1. 시간에 따른 Transport Stream 구성

그림 5는 2D 방송에서 3D 방송으로 Seamless 하게 전환하기 위한 최종 출력 Transport Stream 구성을 나타낸다.

PMT Table에서 2D PID는 0x10, 3D PID는

0x20으로 지정하였으며 시간에 따라 PSIP 변경이 원활함을 보여준다.

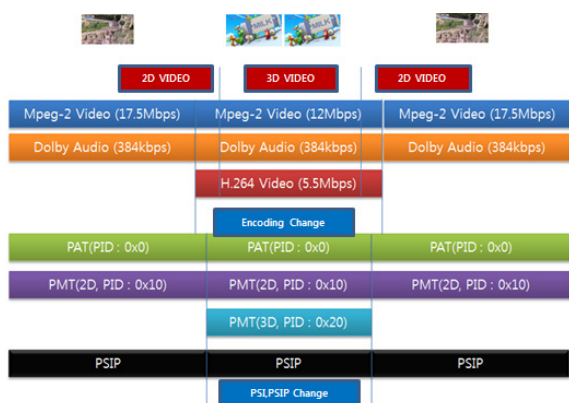


그림 5. 시간에 따른 Transport Stream 구성  
Fig. 5. Construction of Transport Stream in time

그림 5에서와 같이 2D 방송 사이에 3D 방송이 편성되어 있을 때 좌 영상을 전송하는 MPEG-2 Video 및 Dolby Audio Stream의 단절 없이 Bit Rate의 변화만 발생해야 한다. 그래야 2D 방송을 시청하는 시청자는 화면의 깨짐 없이 2D 방송 시청이 가능하다. 그리고 3D 방송 진입 전에 우 영상이 H.264 Video Stream이 먼저 들어가고 3D 방송과 관련된 PSIP, PSI 정보가 추가 및 갱신되어야 한다. 이렇게 해야만 3D 채널로 전환 시 우영상이 없어 3D 방송이 안 나오는 현상을 방지할 수 있다. 또한 3D 방송 종료 시 3D 방송과 관련된 PSIP, PSI 정보가 먼저 제거 및 갱신되고 우 영상을 전송하는 H.264 Stream이 빠져야 3D 방송 종료 후 3DTV에서 3D 방송 채널을 2D 방송 채널로 전환할 수 있는 시간을 제공한다.

### 3.2. 시스템 구성

본 연구 및 실제 방송에 적용한 Video Server는 Harmonic사의 Spectrum 모델이다. 이 장비는 일반적으로 HD Tape에서 인제스트한 파일을 출력하는 용도로 사용하는 것으로 본 연구에서는 3DTV 서비스를 위해 편집 완성된 좌 영상과 우 영상을 모두 저장하고 동시에 HD-SDI로 출력하는 용도로 사용하였다.

Multi-Channel Encoder(Harmonics Electra 8220)는 MPEG-2와 H.264 인코딩을 실시간으로 인코딩하는 역할을 하였다. ETRI ReMux는 ETRI에서 개발한 ReMux 장비로 MPEG-2와 H.264로 인코딩되어 들어오는 신호를

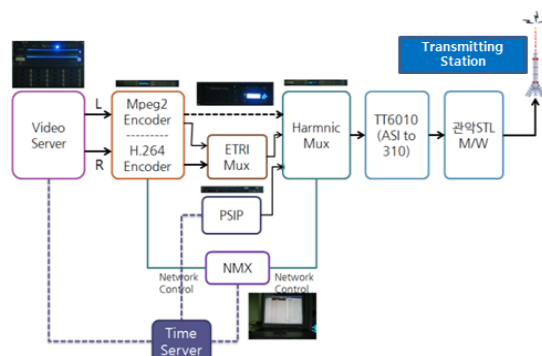


그림 6. Seamless 전환용 3D 송출시스템  
Fig. 6. Headend system of switching 2D and 3D seamlessly

조정하여 좌·우화면의 출력 동기를 맞추어 주는 장비이다. Mux(Harmonics ProStream 1000)는 TS 신호를 섞어주는 장비로 ETRI에서 개발한 Remux와 PSIP에서 들어오는 신호를 섞어서 최종 TS 신호를 출력하는 역할을 한다.

NMX(Harmonics사, NMX)는 미국 Harmonics사의 Encoder와 Mux를 제어하는 장비로 본 연구에서 MPEG-2와 H.264의 비트레이트 조정 및 MUX의 출력을 제어하는 역할을 한다. PSIP(Program and System Information Protocol)은 디지털방송 서비스에서 가장 핵심이 되는 것으로 EBS에서 자체 개발한 장비를 사용하였다. 지상파 DTV 서비스에서 시청자가 느낄 수 있는 PSIP 시스템의 주요 역할은 10-1과 같은 가상채널을 제공하는 기능과 EPG(Electronic Program Guide) 정보이다. 하지만 PSIP 시스템은 이외 예도 GPS 시간 정보, 데이터방송 연동정보, 음성다중 서비스 정보 등을 제공하는 기능을 가지고 있으며 본 연구에서는 2D 채널구성과 3D 채널구성에 대한 시스템 정보를 시간에 맞추어 제공하는 역할을 한다. Seamless하게 채널을 전환하기 위해 NMX와 PSIP 장비가 가장 큰 역할을 한다. NMX는 Automation이라는 S/W를 통해 특정시간에 MPEG-2와 H.264의 인코딩 Bit Rate를 조정하고 MUX 출력 신호를 제어한다. 그리고 PSIP은 정해진 시간에 2D 방송과 3D 방송에 대한 채널 정보를 제공하여 시청자가 정해진 시간에 2D 방송과 3D 방송을 볼 수 있게 PMT Table을 통해 채널 정보를 제공한다. 그림 7은 NMX의 Automation Server 화면이고 그림 8은 EBS에서 자체 개발한 PSIP 시스템의 화면으로 시간에 따라 2D방송과 3D방송 정보를 스케줄하고 있음을 보여준다.



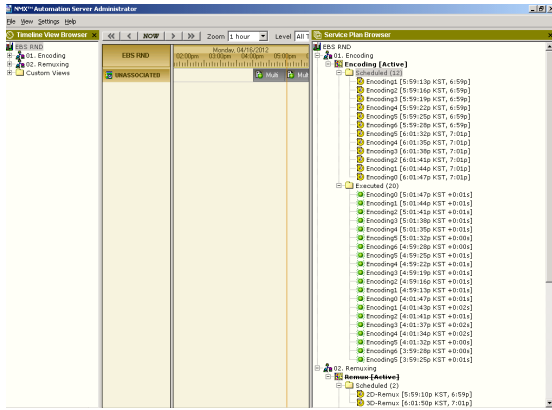


그림 7. Automation Server 화면  
Fig. 7. Screen of Automation Server

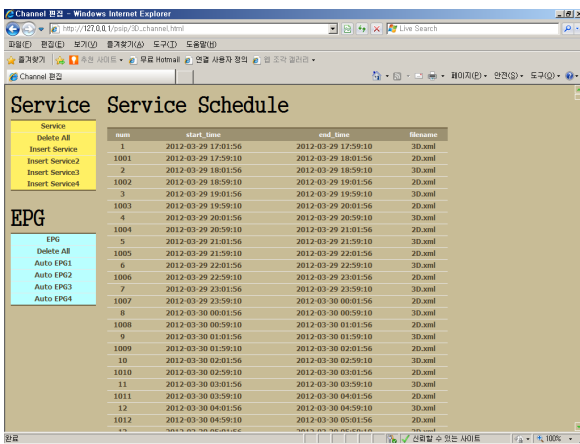


그림 8. 2D와 3D 방송이 설정된 PSIP 화면  
Fig. 8. Screen of PSIP in setting 2D and 3D

3.3. 송출시스템 동작 방법

방송시간 기준으로 02:02:00부터 02:59:00 까지 3D 프로그램이 방송될 때 2D 방송에서 3D 방송으로 Seamless하게 전환하기 위한 Encoder, Mux, PSIP 시스템의 동작 변경 시간을 나타낸다. 표 1은 2D 방송에서 3D 방송으로 전환 시 시간에 따른 Encoder, Mux, PSIP 시스템 동작을 나타낸다. 지상파 방송 서비스에 사용하는 ATSC 방식의 Transport Stream 구성은 총 19.39Mbps로 구성되어 있다. HD 영상 Bit Rate를 17.5Mbps에서 3D 서비스를 위하여 좌안 영상용으로 12Mbps로 변화하는 과정을 Seamless하게 변화하도록 하는 기법을 적용하였다.

2D 방송에서 3D 방송으로의 전환은 첫 번째로 좌 영상을 전송하는 MPEG-2 비디오의 Bit Rate를 단계적으로 줄이면서 우 영상을 전송하는 H.264 비디오의 Bit Rate를 단계적으로 늘리는 방식을 적용하였다. 그리고 MPEG-2 비디오가 12Mbps로

되고 H.264 비디오가 5.5Mbps가 되었을 때 MUX 시스템이 동작하여 최종 출력에 H.264 비디오 스트림을 추가하도록 자동화 하였다. 그다음 PSIP 시스템의 작동을 제어하여 TV의 10-2 채널에서 3D 방송을 시청할 수 있도록 실제 데이터를 전송한다. 인코더 Bit Rate 설정의 급격한 변경이 2D 방송의 Blockiness 현상을 초래할 가능성을 고려하여 3초단위로 MPEG-2 Encoder와 H.264 Encoder의 Bit Rate를 조정하도록 시스템 연동을 제어하였다.

표 1은 2D에서 3D로 전환 시 MPEG-2 인코딩 비율을 1Mbps 이하에서 3초 단위로 감소시키고 H.264 인코딩 비율도 1Mbps 이하에서 3초 단위로 증가시킨 것을 보여준다. 그리고 2D 서비스 상태에서는 H.264의 전송율을 0.5Mbps로 유지하고 Mux에서 신호 출력을 제외시켰다가 3D 서비스로 전환 시 MPEG-2 전송율을 낮추고 H.264 전송율을 높은 상태에서 Mux는 H.264 스트림을 추가한 것을 보여준다. 이후 PSIP 정보가 3D 서비스 정보로 갱신된 것을 보여준다.

표 1. 2D에서 3D로 전환의 경우  
Table 1. Case of switching from 2D to 3D

| Time       | 2D Service Status | 2D Service Status | 2D Service Status | 2D Service Status | 2D Service Status | 2D Service Status | 2D Service Status | 2D Service Status | 2D-3D Change      |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|            | ~ 02:01:32        | 02:01:32          | 02:01:35          | 02:01:38          | 02:01:41          | 02:01:44          | 02:01:47          | 02:01:50          | 02:01:50~02:02:00 |
| Encoder    |                   | Batch Action      | Batch Action      | Batch Action      | Batch Action      | Batch Action      | Batch Action      |                   |                   |
| MPEG-2     | 17.5 Mbps         | 17.0 Mbps         | 16.0 Mbps         | 15.0 Mbps         | 14.0 Mbps         | 13.0 Mbps         | 12.0 Mbps         | 12.0 Mbps         | 12.0 Mbps         |
| MPEG-2 감소량 |                   | 0.5 Mbps          | 1 Mbps            | 1 Mbps            | 1 Mbps            | 1 Mbps            | 1 Mbps            |                   |                   |
| H.264      | 0.5 Mbps          | 0.5 Mbps          | 1.5 Mbps          | 2.5 Mbps          | 3.5 Mbps          | 4.5 Mbps          | 5.5 Mbps          | 5.5 Mbps          | 5.5 Mbps          |
| H.264 증가량  |                   | 0 Mbps            | 1 Mbps            | 1 Mbps            | 1 Mbps            | 1 Mbps            | 1 Mbps            |                   |                   |
| Mux        | 2D-Mux            | 2D-Mux            | 2D-Mux            | 2D-Mux            | 2D-Mux            | 2D-Mux            | 2D-Mux            | 3D-Mux            | 3D-Mux            |
|            |                   | H.264 Out         |                   |                   |                   |                   |                   | H.264 In          |                   |
| PSIP       |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | 3D Change Op      |
|            |                   | PSIP (2D)         | PSIP (2D)         | PSIP (2D)         | PSIP (2D)         | PSIP (2D)         | PSIP (2D)         | PSIP (2D)         | PSIP (3D)         |

표 2는 3D 방송에서 2D 방송으로 전환 시 시간에 따른 Encoder, Mux, PSIP 시스템 동작을 나타낸다. 총 전환 시간은 28초를 적용하였다.

표 2는 3D에서 2D로 전환 시 우선 PSIP 정보 가 2D서비스 정보로 갱신된다. MPEG-2 인코딩 비율을 1Mbps 이하에서 3초 단위로 증가시키고 H.264 인코딩 비율을 1Mbps 이하에서 3초 단위로 감소시킨 것을 보여준다. 그리고 최종 2D 상태에 H.264 스트림은 Mux에서 제외시킨 상태를 유지한다.

표 2. 3D에서 2D로 전환의 경우  
Table 2. Case of switching from 3D to 2D

| Time       | 2D Service Status         |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|------------|---------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|            | 2D-3D Change              | 2D Service Status   | 2D Service Status | 2D Service Status | 2D Service Status | 2D Service Status | 2D Service Status | 2D Service Status | 2D Service Status |
| Equipment  | 02:59:00~02:59:10         | 02:59:10            | 02:59:13          | 02:59:16          | 02:59:19          | 02:59:22          | 02:59:25          | 02:59:28          | 02:59:28 ~        |
| Encoder    |                           | Batch Action        | Batch Action      | Batch Action      | Batch Action      | Batch Action      | Batch Action      | Batch Action      |                   |
| MPEG-2     | 12.0M bps                 | 12.0 Mbps           | 13.0 Mbps         | 14.0 Mbps         | 15.0 Mbps         | 16.0 Mbps         | 17.0 Mbps         | 17.5 Mbps         | 17.5M pbs         |
| MPEG-2 증가량 |                           |                     | 1Mbps             | 1Mbps             | 1Mbps             | 1Mbps             | 1Mbps             | 0.5Mbps           |                   |
| H.264      | 5.5M bps                  | 5.5M bps            | 4.5M bps          | 3.5M bps          | 2.5M bps          | 1.5M bps          | 0.5M bps          | 0.5M bps          | 0.5M bps          |
| H.264 감소량  |                           |                     | 1Mbps             | 1Mbps             | 1Mbps             | 1Mbps             | 1Mbps             | 0Mbps             |                   |
| Mux        | 3D-Mux<br>H.264 In        | 2D-Mux<br>H.264 Out | 2D-Mux            | 2D-Mux            | 2D-Mux            | 2D-Mux            | 2D-Mux            | 2D-Mux            | 2D-Mux            |
| PSIP       | 2D Change Op<br>PSIP (2D) | PSIP (2D)           | PSIP (2D)         | PSIP (2D)         | PSIP (2D)         | PSIP (2D)         | PSIP (2D)         | PSIP (2D)         |                   |

### 3.4. PSIP System의 동작 방법

DTV 송출 시스템은 일반적으로 HD-Encoder, PSIP 시스템, MUX로 구성된다. 그림 9는 이에 해당하는 그림이다. 여기에 ACAP 데이터방송, SDDS, 3DTV 서비스를 할 경우 관련 시스템이 추가로 필요하게 된다. HD 인코더는 HD 영상소스를 입력받아 MPEG-2 비디오 인코딩과 Dolby-AC3 오디오 인코딩을 실시한다. PSIP System은 HD-Encoder에서 출력하는 인코딩된 비디오와 오디오 신호에 맞게 채널 구성정보를 생성하고 경우에 따라 추가 서비스에 대한 채널 구성정보도 포함한다. MUX는 HD-Encoder와 PSIP System으로부터 입력되는 신호를 섞어서 출력하는 역할을 한다.

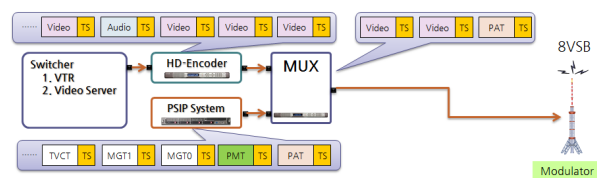


그림 9. DTV 송출 시스템 구성  
Fig. 9. Composition of DTV Head-End System

DTV에서는 일반적으로 채널 튜닝 등 채널에 대한 정보를 얻기 위해 PSIP 정보를 취득한다. 그리고 PISP 정보에는 여러 가지 테이블을 포함하고 있고 각 테이블은 version\_number 데이터를 가지고 있다. DTV는 PSIP 정보를 초기에 얻은 후에 채널 정보의 변화를 알기 위해 version\_number 값의 변화를 모니터링 한다. 그러나 2개의 분리된 PSIP 시스템을 사용하고 2개의 PSIP 테이블의 version\_number 값이 같은 값을 가지게 되는 경우가 발생하면 DTV는 채널 구성의 변경을 인식하지 못해 정상 동작을 하지 않을 가능성이 생기게 된다. 따라서 하나의 PSIP 시스템을 사용하여 채널 구성이 변경될 때는 version\_number를 하나씩 올려서 신호가 출력되게 version\_number를 관리해야 한다. 특히 3DTV의 경우 PSIP 테이블의 version\_number 값이 변경되지 않은 경우, 수신 TV에서는 2D 방송 정보만이 전송되는 것으로 인식할 수도 있다.

그림 10은 PSIP관련 모든 테이블이 version\_number가 0으로 같은 값을 가지는 극단적인 예시지만 DTV 수신기에 따라서는 PAT (Program Association Table : PMT 관련 PID 정보를 제공) 또는 MGT(Master Guide Table: PSIP 관련 다른 테이블의 버전, 사이즈, PID 정보를 제공)의 version\_number만 같을 경우도 방송 서비스의 변경을 인식 하지 못 하는 경우가 발생할 수 있다.

지상파 3DTV 서비스는 서비스 호환 (Service-Compatible) 방식으로 3DTV 방송 중 기존 2DTV 시청자는 2D를 볼 수 있고 3DTV 시청자는 지상파 DTV의 마이너채널 선택을 통해 2D와 3D를 선택적으로 볼 수 있다. 이와 같이 마이너 채널을 선택하여 시청 할 수 있기 위해서는 DTV 채널 정보 전체가 변경되어야 한다.

이와 같이 채널 구성이 변경되는 서비스를 위해 2개의 분리된 PSIP 시스템을 사용하고 2개의 PSIP 시스템이 같은 version\_number 값을 제공하는 경우 DTV가 서비스 변경을 인지하지 못할 수도 있다. 따

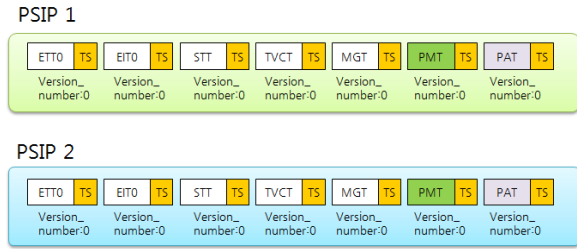


그림 10. 2개의 PSIP 테이블의 version\_number 값이 같을 경우의 예시  
 Fig. 10. Example of the same version\_number about PSIP Table

라서 1개의 PSIP 시스템에서 version\_number 값을 관리하여 서비스 변경을 알려주어야 한다. 이번 시험서비스를 위하여 채널 서비스 개발이 가능하도록 PSIP 시스템이 개발되었다.

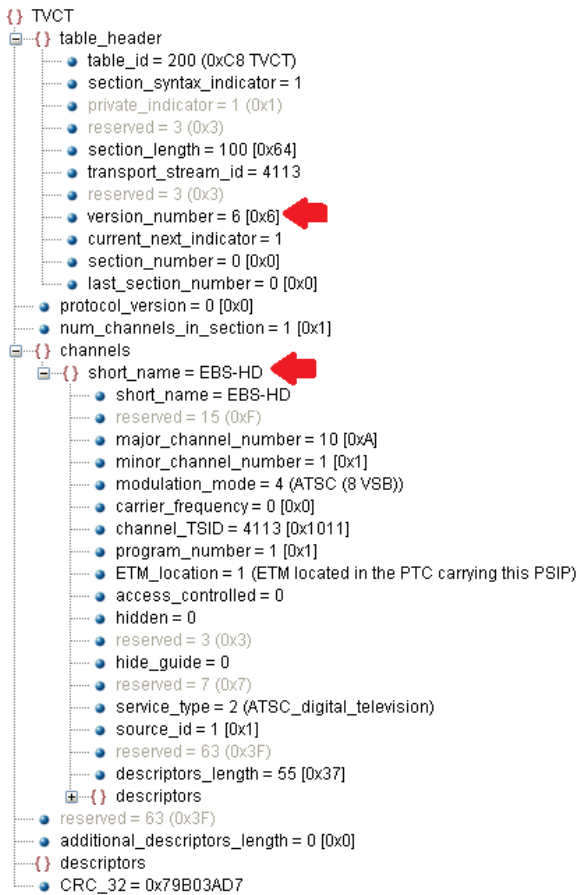


그림 11. 2D 서비스 시 TVCT Table  
 Fig. 11. TVCT Table of 2D Service

그림 11과 그림 12는 금번 서비스 호환 방송을 고려하여 개발한 PSIP을 사용하여 시험방송을 실시하고 이 때의 스트림을 Tektronix의 분석기인 TS Compliance Analyser로 확인한 것이다. 그림 11

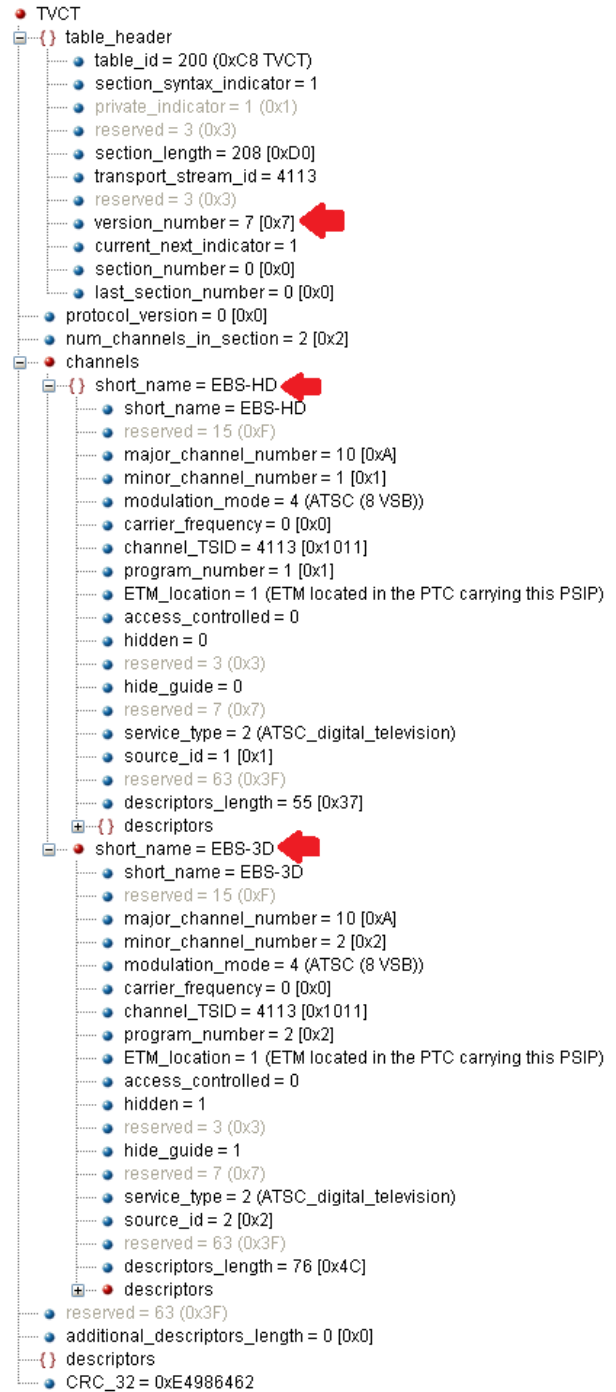


그림 12. 3D 서비스 시 TVCT Table  
 Fig. 12. TVCT Table of 3D Service

은 2D 서비스의 TVCT(Terrestrial Virtual Channel Table : 채널과 연관된 각각의 가상채널 정보를 제공) 테이블로 EBS-HD라는 한 개의 가상채널을 갖는다. 그리고 그림 12는 3D 서비스의 TVCT 테이블로 EBS-HD와 EBS-3D라는 두 개의 가상채널을 갖는다. 이와 같이 서비스 전체의 변화가 생기면 각 테이블 정보의 version\_number를 변경시켜주어

야 하는데 그림에서 볼 수 있듯이 2D일 때 version\_number의 값이 0x6이었던 것이 3D일 때 0x7로 업데이트가 된 것을 확인 할 수 있다.

이와 같이 안정적인 2D와 3D 양립서비스의 전환을 위해서는 방송국에서 단일 PSIP을 사용하여 수신 DTV에서 디코딩 시 문제가 생기는 것을 방지 할 수 있다. 또한 이번 시범방송에서는 편성 정보의 변경에 맞추어 서비스 변화가 정해진 시간에 자동적으로 변경 되도록 시스템을 개발하여 적용하였다.

#### IV. 실험 결과

TV 화면에서 3D 방송이 추가되는 동안 2D 방송만을 시청하는 경우 2D 방송의 화면 깨짐 현상이 발생하지 않았으며 3D 방송이 종료되는 시점에 2D 방송에서도 화면 깨짐은 발생하지 않았다. 또한 3D 방송 시작 전과 종료 후의 MPEG-2 Video의 Bit Rate는 현재 방송에서 설정한 17.5Mbps를 유지하였다.



그림 13. 2D에서 3D 방송로 전환 시 2D 방송화면  
Fig. 13. Screen of TV in switching from 2D to 3D

그림 14는 Tektronix의 콘텐츠 품질 분석 장비인 VQS1000으로 2D에서 3D 방송이 시작할 때 출력 스트림을 분석한 화면이다. 화면이 정상적으로 서비스되는 상태에서 그림 14의 분석화면 가운데 점선 타원 부분에서 MPEG-2 비디오의 Bit Rate가 감소하는 것을 확인할 수 있으며 또한 Bit Rate 변화 시에도 Blockiness의 큰 변화가 수치상 생기지 않음을 확인할 수 있었다.

이는 송출시스템에서 주로 사용하는 ASI(Asynchronous Serial Interface)신호의 절체를 통해 2D와 3D 서비스를 전환 할 경우 신호(MPEG-2 TS)의 단절이 발생하여 화면 깨짐 현상이 발생하지만, Encoder 및 Mux 제어를 통해 2D와 3D 서비스의 전환을 진행할 경우 신호의 단

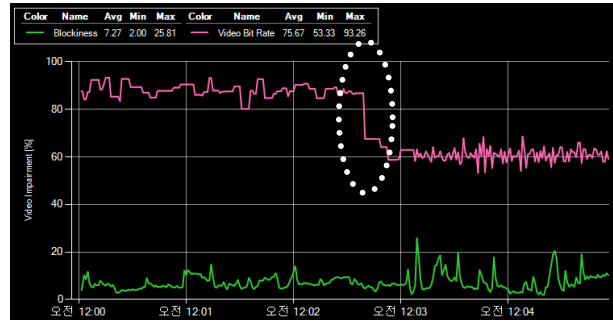


그림 14. 2D에서 3D 전환 시 분석 화면  
Fig. 14. Analysis screen in switching from 2D to 3D

절이 발생하지 않기 때문에 최종 송출 신호에서 Blockiness가 발생하지 않음을 확인 하였다.

본 연구에서 구성한 시스템은 2012년 지상파 3DTV 1차 시범방송(2012. 4. 3 ~ 2012. 5. 2)에 적용되었다. 이 시범방송은 02:00 ~ 03:00 시간대에 관악산 송신소에서 기존 2D HDTV 방송이 실시되는 동일 채널인 물리적 주파수 UHF 18번 채널, 가상채널 10-1번과 10-2번을 통하여 실시하였으며 시범방송은 성공적으로 이루어 졌다.

#### V. 결 론

기존의 2D 방송 중 특정 시간대에 3D 방송을 편성하는 경우에도 2D 방송을 시청하는 시청자에게 불편을 주지 않고, 3D 방송을 시청하는 시청자에게도 2D/3D 중 어떤 방법으로 시청하거나 변화를 느끼지 않도록 Seamless하게 전환되는 서비스를 위하여 그림 6과 같이 시스템을 구성하여 검증하였다. 이 실험에는 기존 HDTV 방송 송출에 사용하는 Headend 시스템과 동일한 규격의 Encoder(MPEG-2, H.264), Mux, PSIP을 사용하였으며, 시스템간의 연동을 정확한 시간에 맞추어 PSIP 시스템이 안정적으로 동작시키는 기법을 통해 수신 DTV에서 안정적으로 수신됨을 확인할 수 있었다.

지상파방송 사업자의 방송 서비스는 안정도를 중시하여 듀얼 스트림 3DTV 방송을 도입하면서도 기존 2D 방송에 어떠한 영향도 주지 않는 완벽한 호환성을 요구한다. 이러한 요구사항은 첫째, 3D 전환으로 인해 2D 영상의 화면 깨짐 현상이 발생하지 않아야 한다. 둘째, 3D 방송의 시작 전과 종료 후에는 2D 방송의 MPEG-2 Video Bit Rate가 17.5 Mbps로 기존 2D 방송만 할 때 사용했던 Bit Rate와 같아야 한다. 셋째, 2D 방송 서비스에 영향 없이 3D 방송 또한 안정적으로 이루어져야 한다.



첫째와 둘째 문제는 Encoder, Mux, Encoder와 Mux 제어장비를 통해 안정적으로 Video의 Bit Rate 변경, 출력 스트림 구성 변경으로 해결할 수 있음을 확인하였다. 그리고 세 번째 문제는 Encoder, Mux, Encoder와 Mux 제어장비에 추가적으로 EBS에서 자체 개발한 PSIP 시스템을 시간 변화에 따라 유기적으로 동작 하도록 하는 기법을 고안하여 2D/3D 시범방송 서비스를 성공적으로 실시하였다.

References

[1] G. Lee, K. Jung, W. Cheong, N. Hur, and K. Pyo, "Development of high-definition 3DTV experimental system based on dual stream method," *J. Korean Soc. Broadcast Eng. (KOSBE)*, vol. 16, no. 3, pp. 471-482, May 2011.

[2] TTA, *Transmission and Reception for Terrestrial 3DTV Broadcasting - Part I : Legacy Channel*, TTA.KO-07.0100-Cor1, May 2012.

[3] TTA, *Transmission and Reception for Terrestrial 3DTV Broadcasting - Part II : Dedicated Channel*, TTA.KO-07.0101, Dec. 2011.

[4] B.-J. Park, J.-W. Jung, and S.-H. Park, "Stereoscopic depth fidelity: new reference for making effective and natural stereoscopic 3D content," in *Proc. Korean. Soc. Broadcast Eng. (KOSBE) Autumn Conf.*, pp. 92-95, Seoul, Korea, Nov. 2012.

[5] N. Hur, H. Lee, G. Lee, S. Lee, and S. Park, "3DTV broadcasting and distribution systems," *IEEE Trans. Broadcast.*, vol. 57, no. 2, pp. 395-407, June 2011.

[6] ATSC, *3D-TV Terrestrial Broadcasting, Part 2 - Service Compatible Hybrid Coding Using Real-Time Delivery*, ATSC Standard A/104:2012, 2012.

[7] 3DTV Broadcasting Promotion Center, *Introduction of 3DTV*. retrieved July, 12, 2013, from <http://www.3dtkorea.or.kr/3dvtv/intro.html>.

[8] K. Yun, B. Lee, J. Lee, W. Cheong, N. Hur, and K. Kim, "Signaling and multiplexing for service-compatible 3DTV broadcasting," *J. Korean Soc. Broadcast Eng. (KOSBE)*, vol. 16, no. 6, pp. 951-955, Nov. 2011.

[9] TTA, *Technical specification of stereoscopic video over MPEG-2 TS for 3DTV service*, TTA.KO-07.0090, June 2011.

[10] ISO, *Information technology-Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video*, ISO/IEC 13818-2:2000 2nd Ed., Dec. 2000.

[11] ISO, *Information technology-Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems*, ISO/IEC 13818-1:2007 3rd Ed., Oct. 2007.

[12] Tektronix, *VQS 1000 Video Quality Software Quick Start User Manual(2010)*, retrieved Feb., 10, 2012, from <http://www.tek.com>.

박 성 환 (Sung-hwan Park)



1991년 2월 한양대학교 학사  
 2012년 8월 단국대학교 석사  
 2012년 9월~현재 광운대학교 대학원 박사과정  
 1991년 5월~현재 한국교육방송공사 기술연구소장, 스마트 서비스센터장, 연구위원

<관심분야> 디지털방송, 3DTV 시스템, 디지털 홀로그래피

이 승 현 (Seung-hyun Lee)



1984년 2월 광운대학교 전자공학과 공학사  
 1986년 2월 광운대학교 대학원 전자공학과 공학석사  
 1993년 2월 광운대학교 대학원 전자공학과 공학박사  
 1992년 3월~현재 광운대학교

정보콘텐츠대학원 교수  
 <관심분야> 3D 융합기술, 디지털 홀로그래피