

특집논문-06-11-4-10

## 디지털 TV기반 3차원 방송 시스템 설계 및 구현

윤 국 진<sup>a)</sup>, 조 숙 희<sup>a)</sup>, 허 남 호<sup>a)</sup>, 김 진 웅<sup>a)</sup>, 이 수 인<sup>a)</sup>, 안 치 득<sup>a)†</sup>

### Design and implementation of a three-dimensional broadcasting system based on DTV

Kugjin Yun<sup>a)</sup>, Sukhee Cho<sup>a)</sup>, Namho Hur<sup>a)</sup>, Jinwoong Kim<sup>a)</sup>, Soo In Lee<sup>a)</sup>, and Chietek Ahn<sup>a)†</sup>

#### 요 약

본 논문에서는 기존 디지털방송 시스템과의 호환성을 유지하면서 3차원 방송 서비스를 하기 위한 MPEG-2 시스템의 PSI(Program Specific Information) 구조를 제안하고, 이를 기반으로 3차원 방송 시스템을 설계 및 구현한다. 제안한 PSI 구조는 2차원 또는 3차원 콘텐츠를 구별하기 위한 디스크립터를 포함하고 있어 서비스 사업자에게 2차원 또는 3차원 콘텐츠를 임의로 구성할 수 있는 기능을 제공하며 기존 디지털 방송 수신기에서는 이를 무시하도록 설계하였다. 또한, 제안하는 시스템을 통해 전송되는 3차원 방송은 시청자의 인터랙션을 통하여 2차원 또는 3차원 모드로 선택하여 시청할 수 있는 기능이 가능하여 시청자의 시청 선호도 폭을 향상시킬 수 있다.

#### Abstract

In this paper, we propose a novel program specific information structure(PSI) in MPEG-2 system for a three-dimensional broadcasting system while guaranteeing compatibility with the conventional digital broadcasting system. The proposed PSI structure including a descriptor of contents type, 2D or 3D, provides service providers with a function of combining 2D and 3D contents freely. However the descriptor is ignored in the conventional digital broadcasting set-top box. With the proposed PSI structure, we designed and implemented a three-dimensional broadcasting system. The proposed system has 2D or 3D display mode for providing user's preference in a three-dimensional broadcasting environment.

Key Words : 3DTV, PSI, MPEG-2, Stereoscopic video

#### I. 서 론

본격적인 디지털방송 시대가 도래함에 따라, HDTV가

아날로그 TV를 대체하고 있으며 더 나아가 HDTV보다 더욱 인간의 감성에 호소하는 영상시스템으로서 3차원 입체 영상에 대한 요구가 고조되고 있다. 실제 우리가 눈으로 얻는 정보는 입체영상에 의한 시각정보이므로, 일상적으로 보고 있는 자연계의 정경에 보다 가깝고 자연스러운 입체 감 및 현실감을 제공할 수 있는 3DTV는 이러한 시청자의 요구를 만족시킬 수 있으며, 관련 산업 파급효과가 매우 커 이미 세계 선진 각국에서는 핵심기술을 선점하기 위하여

a) 한국전자통신연구원 방송시스템연구그룹  
Broadcasting System Research Group, Electronics and  
Telecommunications Research Institute

† 교신저자 : 안치득(ahnc@etri.re.kr)

※ 본 논문은 정보통신부의 연구사업인 "지능형 통합정보방송(SmarTV) 기술개발" 과제의 일환으로 수행한 결과로서 관련 연구원들의 노력에 감사드립니다.

국가 주력산업으로 육성하고 있다<sup>[1]</sup>.

유럽에서는 2차원 방송 매체를 대체할 새로운 3DTV를 개발하기 위해서 1992년부터 1995년까지 유럽연합 공동으로 RACE DISTIMA(Digital STereoscopic IMaging & Applications) 프로젝트를 추진하여 SD급 좌우 영상을 MPEG-2 기반으로 부호화하고 ATM을 통하여 실시간 전송하는 실험을 수행하였다<sup>[2]</sup>. 이어서 3차원 영상회의 시스템 개발을 목적으로 14개국에 있는 대학과 연구소들이 참여하여 1995년부터 1998년까지 ACTS PANORAMA (PAckage for New OpeRational Autostereoscopic Multiview systems and Applications) 프로젝트를 추진하여 무안경식 디스플레이를 기반으로 객체의 3차원 모델링을 통해 사용자의 시점에 따른 입체 영상을 제공하였다<sup>[3]</sup>. 그러나 이는 입체영상을 생성하기 위하여 변이(disparity) 정보를 이용함으로써 정확도 및 화질이 떨어지며 단순한 배경을 가진 실내 환경 등에서만 적용이 가능하기 때문에 보다 자연스러운 입체영상을 제공하지 못하는 문제점을 가진다.

2002년부터 2004년까지는 2D-to-3D 콘텐츠 변환, DVB(Digital Video Broadcasting)망을 이용한 3차원 방송서비스 기술개발 및 휴먼팩터 연구를 주된 내용으로 하는 ATTEST(Advanced Three-Dimensional Television System Technologies) 프로젝트가 수행되었다<sup>[4]</sup>. 그러나 이는 깊이(depth) 카메라를 이용함으로써 실내 및 제한된 거리 내에서만 3차원 영상 획득이 가능하여 다양한 장면의 콘텐츠를 제공하지 못하는 문제점을 가진다. 이후 후속 프로젝트로서 터키 Bilkent대학의 Levent Onural 교수 주도로 새로운 3DTV 프로젝트(Integrated 3-D Television - Capture, Transmission and Display)가 2004년 9월부터 시작되었으며, 약 4년간에 걸쳐 3차원 장면 획득, 표현, 압축, 전송 및 디스플레이까지 3DTV를 위한 전반적인 기술개발을 진행 중에 있다<sup>[5]</sup>.

일본에서는 3차원 영상 관련 연구로 1992년 10월에 시작된 TAO(Telecommunications Advancement Organization of Japan)에 의한 초다시점 3차원 영상시스템, 다중 통합 매체 가상실험실 프로젝트가 6년간 수행되었으며, NHK는 1998년 나가노 동계 올림픽 기간 동안 HD 좌우 영상을 MPEG-2로 각각 압축하여 통신위성을 통한 전송 실험을

수행하였다<sup>[6]</sup>. 그러나 두 개의 채널을 이용하여 각각 좌우 영상을 코딩하고 전송함으로써, 요구되는 동기화 및 시스템 복잡도가 높아지는 문제점을 가지고 있다. 한편, Sanyo, Sony, NTT Data 등 5개 회사를 중심으로 70개 회사가 참여한 3차원 컨소시엄이 2003년에 구성되어 스테레오스코픽 타입의 3D 비즈니스 실현을 위한 입출력기기의 보급 확대 및 3차원 콘텐츠의 확대 촉진과 유통 향상을 꾀하기 위해 노력하고 있다<sup>[7]</sup>.

국내에서는 2002년에는 3차원 영상협회가 설립되어 3차원 관련 업체 간의 시장동향 분석, 지적재산권 교류, 국내 산업체들의 공동 기술 개발 등의 여러 활동을 하고 있다<sup>[8]</sup>. 또한, ETRI주도로 월드컵 기간 동안 HD 좌우 영상을 side-by-side 영상으로 다중화하여 MPEG-2로 압축, 전송하는 3DTV 방송중계 시범서비스를 실시하였다<sup>[9]</sup>. 그러나 입체 카메라로부터 입력되는 좌우 영상을 side-by-side 영상으로 다중화하여 전송함으로써 종래의 디지털방송 수신기와 호환성이 없다는 문제점을 가지고 있다.

상기 문제점들을 해결하기 위하여, 본 논문에서는 기존 디지털방송 시스템과의 호환성을 유지하면서 HD급 화질의 양안식 입체영상을 서비스하기 위한 PSI 구조 및 이를 기반으로 한 3차원 방송 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 양안식 입체영상 부호화 기능, 다중화 기능 및 MPEG-2 TS(Transport Stream) 스트림을 수신 받아 사용자 인터랙션을 통하여 2차원 또는 3차원 모드로 감상할 수 있는 기능이 가능하도록 설계하였다. 또한 다양한 장면의 3차원 콘텐츠를 제공할 수 있으며 3차원 방송 서비스를 위한 PSI 구조를 제시함으로써 디지털방송 매체를 통해 향후 표준화 및 서비스될 3DTV 시스템의 참고모델로서 사용될 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 양안식 입체영상의 원리, 카메라, 부호화 방식 및 디스플레이에 대해 간략하게 설명한다. III장에서는 제안하는 PSI구조 및 3DTV 시스템에 대하여 설명한다. 그리고 IV장에서는 제안한 시스템을 이용한 실험결과를 기술하고, V장에서 결론을 맺는다.

## II. 양안식 입체 영상(stereoscopic video)의 원리

일반적으로 인간이 입체감을 느끼는 가장 큰 요인은 좌우 눈이 서로 다른 방향에서 물체를 봄으로서 좌우 망막사이의 공간적 차이에서 발생하는 효과에 의한 것이다. 이 효과를 이용하여 좌우 양안에 각각 서로 다른 영상이 보여질 수 있도록 디스플레이 하는 방법이 사용되었으며 이러한 디스플레이 방법은 입체영상을 깊이감과 현실감을 표현하는 가장 간단한 방법이다<sup>[10]</sup>.

### 1. 양안식 입체영상 카메라

현재 양안식 입체영상을 획득할 수 있는 카메라는 그림 1 (a)와 같이 두 카메라의 시점을 3차원 공간의 동일점상에 일치시키는 주시각 제어(convergence control) 방식에 따라 교차축 및 수평축 방식의 입체 카메라, 그림 1(b)와 같이 1개의 렌즈와 바이프리즘을 이용한 단안식 3차원 카메라 및 그림 1(c)와 같이 한 대의 카메라에 깊이 센서를 부착한 깊이 카메라로 분류할 수 있다.

교차축 방식의 입체 카메라는 비교적 제작 및 촬영이 용이하나 주시각이 클 경우, 수평축에 비해 키스톤(keyston)에 의한 영상왜곡이 심하다. 반면 수평축 방식은 키스톤에 의한 영상왜곡은 적지만 카메라 헤드와 줌렌즈 분리에 따른 제작상 어려움과 주시각 조절에 한계성을 가지고 있다.

단안식 3차원 카메라는 한 대의 카메라에 좌우 영상간의 변이를 조절하기 위한 바이프리즘 어댑터를 add-on시킨 것

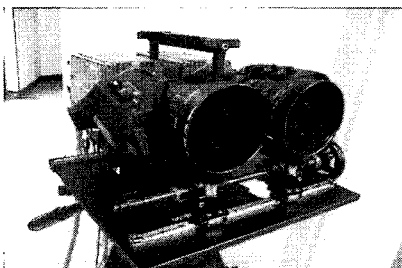
으로 양안식에서 발생하는 카메라의 동기 및 줌에 따른 좌우 영상의 동기문제를 자연스럽게 해결할 수 있으나 바이프리즘 어댑터로 인하여 좌우 영상의 경계부에 화질 저하 및 색수차(chromatic aberration)문제로 인한 화질 열화가 발생한다는 단점이 있다<sup>[11]</sup>.

깊이 카메라는 한 대의 카메라에 깊이 센서를 add-on시켜 대상 물체에 대해 각 프레임당 동일 위치의 색 정보와 깊이맵(depth map)을 실시간으로 획득할 수 있는 방식으로, 대상 물체와 배경의 실시간 분리가 용이하나 부착되는 깊이 센서의 특성으로 인하여 촬영조건이 상당히 제한적이다.

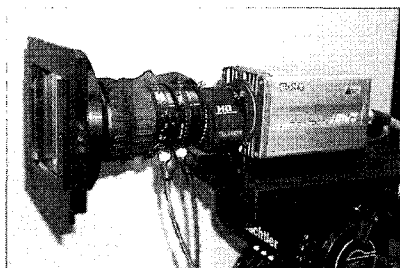
### 2. 양안식 입체영상 부호화

일반적으로 양안식 입체영상 부호화 방식은 크게 3가지로 분류할 수 있다. 첫번째는 좌우 영상을 각각 독립적으로 부호화하는 방식이 있으며, 두번째는 좌우 영상의 상관정보를 이용하는 방식으로, 좌우 영상 중 한쪽 영상을 먼저 부호화하고 다른 쪽 영상은 먼저 부호화한 영상을 이용하여 부호화하는 방식이 있다. 그리고 세 번째로 좌우 영상을 결합하여 한 프레임 내에 좌우 영상이 포함되도록 한 다음 부호화하는 방식이 있다. 첫 번째 방식은 좌우 영상 각각이 움직임 정보만을 이용하여 부호화하며, 두 번째 방식은 일반적으로 이용되고 있는 부호화 방식으로, 움직임 정보와 함께 좌우 영상사이에 존재하는 상관정보로서 변이정보를 이용한다<sup>[12]</sup>.

양안식 입체영상의 부호화를 위하여 MPEG-2는 MVP



(a) 입체 카메라



(b) 단안식 3차원 카메라



(c) 깊이 카메라

그림 1. 입체영상 카메라.  
Fig. 1. Stereoscopic cameras.

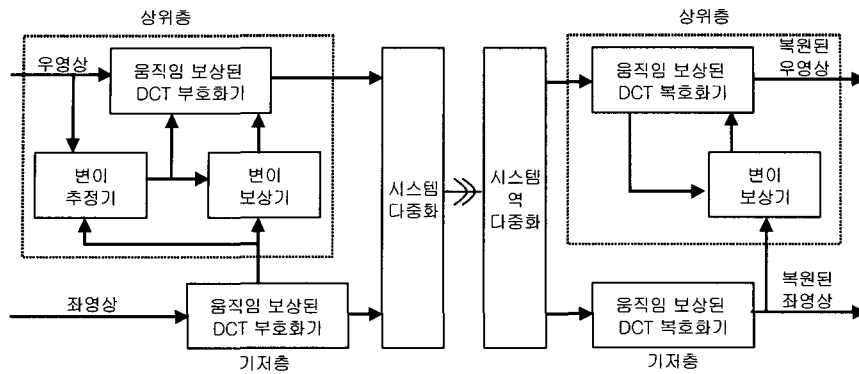


그림 2. MPEG-2 MVP 코덱 구조  
Fig. 2. MPEG-2 MVP codec structure

(Multi-View Profile)에 대한 확장 규약을 지정하여, 양안의 영상의 효율적인 부호화 및 전송을 위한 내용을 정의하고 있다<sup>[13]</sup>. MPEG-2 MVP는 상위층(enhancement layer)을 부호화하기 위하여 기저층(base layer)의 영상 데이터를 이용하여 변이 추정 및 보상을 수행한다. 기저층에서 좌영상(또는 우영상)을 부호화하고, 상위층에서 우영상(또는 좌영상)을 부호화한다. 기저층은 단일 계층의 MPEG-2와 동일한 예측 구조를 가지므로 일반 MPEG-2 시스템과 호환 가능하며, 상위층은 좌우 영상 사이의 변이정보를 이용하기 위하여 기저층의 영상 데이터에서 변이 추정 및 보상을 수행한다. 그림 2는 MPEG-2 MVP 코덱 구조도이다.

### 3. 양안식 입체영상 디스플레이

양안식 입체영상 디스플레이 방식은 크게 안경방식과 무안경방식이 있다. 안경방식은 두 개의 프로젝터에 서로 직교성이 있는 편광필터를 부착하여 좌우 영상을 각각 디스플레이하고, 사용자는 동일한 편광 특성을 갖는 편광안경을 통하여 양안식 입체영상을 볼 수 있는 편광방식과 좌우 영상을 양안에 주기적으로 반복시키고 이 주기에 동기 시킨 전자셔터가 설치된 안경을 착용하고 양안식 입체영상을 볼 수 있는 셔터링 방식이 있다<sup>[14]</sup>.

무안경식 방식은 단일 사용자 또는 소수 사용자가 정해져 있는 관람 위치에서 양안식 입체영상을 볼 수 있는 방법으로 패럴랙스 베리어(parallax barrier) 및 렌티큘러(lenticular

sheet) 방식이 있다. 일반적으로 좌영상에서 홀수번째 픽셀을, 우영상에서의 짝수번째 픽셀을 이용하여 생성된 양안식 입체영상을 디스플레이하는 pixel-by-pixel 방식 및 RGB 각각의 서브픽셀을 독립된 픽셀로 간주하여 좌영상의 홀수번째 서브픽셀을, 우영상의 짝수번째 서브픽셀을 이용하여 생성된 양안식 입체영상을 디스플레이하는 sub-pixel-by-subpixel 방식이 사용되어 진다. 그러나 무안경식 방식은 일반적으로 유효 시야가 상당히 좁고, 소수의 사람 밖에 이용하지 못하는 단점을 가지고 있다.

### Ⅲ. 디지털 TV기반 3차원 방송 시스템

그림 3은 본 논문에서 제안하는 3DTV 시스템 구성도로써 크게 양안식 입체영상 생성 및 저장을 위한 3DTV 콘텐츠 생성 시스템, 양안식 입체영상 부호화 및 다중화를 위한 3DTV 인코더, 전송된 TS 스트림 수신 및 디코딩을 위한 3DTV 수신기로 구성된다.

3DTV 콘텐츠 생성 시스템은 좌우 영상 및 오디오 데이터를 획득하기 위한 시스템으로, 입체 카메라를 통해 획득된 좌우 영상을 분류하고, 편집기를 이용하여 영상 사이즈 및 포맷 변환 기능을 수행한다.

3DTV 인코더는 생성된 좌우 영상에 대하여 각각의 부호화 방식을 적용하여 부호화하고, 기존 디지털방송 시스템과의 호환성을 유지하면서 3차원 방송 서비스를 하기 위하

여 본 논문에서 제안하는 프로그램 시스템 정보인 PSI를 포함하여 다중화 기능을 수행한다.

3DTV 수신기는 TS 송신기를 통하여 전송되는 MPEG-2 TS를 수신한 후, 역다중화 및 디코딩 후에 사용자 인터랙션을 통하여 2차원 또는 3차원 영상을 선택적으로 출력하는 기능을 수행한다.

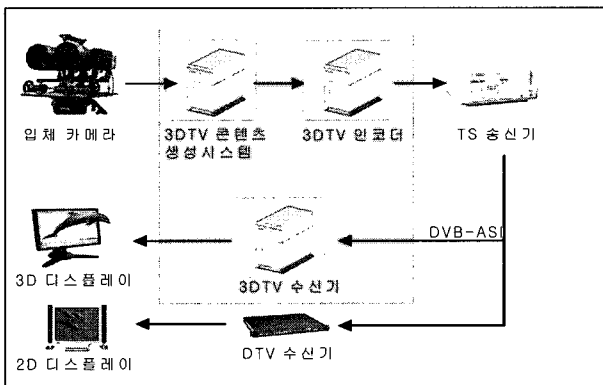


그림 3. 제안된 3DTV 시스템 구성도.  
Fig. 3. Configuration of proposed 3DTV system.

### 1. 양안식 입체영상 생성

3차원 장면을 생성하기 위해서는 좌영상과 이와 연관된 3차원 부가정보가 요구된다. 3차원 부가정보는 양안식 입체영상을 생성할 수 있는 데이터로서 서비스 대상이 되는 목표 시스템 및 적용되는 3차원 디스플레이 방식에 따라 사용되는 타입이 달라질 수 있다.

본 논문에서는 기존 디지털방송과의 호환성을 유지하면서 양안식 입체영상을 생성하기 위하여 표 1과 같이 크게 변이맵(disparity map), 깊이맵(depth map) 및 영상(image)으로 분류한다. 변이맵 및 깊이맵은 각각 좌우 영상사이의 각 픽셀 대응점 간의 위치 차 및 영상의 각 픽셀의 깊이값을 의미하며 차영상(residual data)은 원영상과 깊이맵 또는 변이맵을 통하여 복원된 영상과의 차분을 나타낸다. 또한 영상은 다른 시점의 영상(우영상)을 나타낸다.

변이맵 및 깊이맵은 영상에 따라 약간의 차이가 있지만 일반적인 양안식 입체영상을 표현하기 위한 정확도 및 화질이 떨어지며, 제한된 환경에서만 획득이 가능하다. 이러

한 이유로 대부분의 양안식 입체영상을 생성하기 위해서 우영상을 이용하는 것이 보편적인 방법이다. 이에 본 논문에서는 양안식 입체영상을 생성하기 위한 3차원 부가정보로서 보다 다양한 장면 표현 및 우수한 화질을 제공할 수 있는 우영상 데이터를 고려한다.

또한 본 실험에서 사용된 3차원 디스플레이 방식의 경우 좌우 영상의 1/2크기의 영상 데이터만을 이용하고 있으며 지상파 디지털방송 대역폭 내에서 HD급 화질의 입체영상을 서비스를 검증하기 위하여 좌영상을 기준으로 가로/세로 절반 크기의 우영상 데이터를 사용한다. 반면 좌영상은 기존 디지털방송과의 호환성 유지 및 2차원 시청 모드 지원을 위하여 원래 크기의 영상을 유지한다.

표 1. 3차원 부가정보 타입  
Table 1. 3D additional information type

Value	Type
11000001	Disparity map
11000010	Disparity map+residual data
11000011	Depth map
11000100	Depth map + residual data
11000101	Image(동일크기영상)
11000110	Image(세로절반영상)
11000111	Image(가로절반영상)
11001000	Image(가로/세로절반영상)
11xxxxxx	Reserved

### 2. 양안식 입체영상 부호화 및 다중화

기존 디지털방송과의 호환성은 3DTV 시스템 개발 및 표준화에 있어 주요 이슈 중 하나로서 이를 지원하기 위해서는 반드시 코덱 및 시스템 구조를 동시에 고려해야 한다. 즉, MPEG-2 부호화 방식을 이용한 디지털방송과의 호환성을 만족하기 위하여 MVP 부호화 방식이나 좌우 영상에 대하여 각각 독립으로 부호화하는 방식을 적용해야 한다.

MVP 부호화 방식은 입체영상을 부호화하기 위한 기본적인 구조를 제시하고 있으나 동일 사이즈의 좌우 영상을 MPEG-2 부호화 방식을 적용함으로써 전송대역폭의 증가 및 알고리즘 복잡도로 인한 전체적인 시스템 복잡도가 증

가되는 문제점을 가지고 있다. 또한 표 1에서 분류된 3차원 부가정보 중 동일크기의 영상정보만을 이용할 수 있어 보다 다양한 3차원 부가정보를 이용한 3차원 방송 서비스에 한계성을 가지고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 좌우 영상에 대하여 각각 독립적으로 부호화 하는 방식을 적용한다. 그림 4는 본 논문에서 제안하는 3DTV 시스템을 위한 인코더 구조를 나타낸 것으로, 양안식 입체영상 부호화를 위한 입체영상 부호화 모듈, 오디오 데이터 부호화를 위한 오디오 부호화 모듈, 프로그램 구성정보를 제공하기 위한 PSI 생성 모듈 및 다중화를 위한 시스템 부호화 모듈로 구성된다.

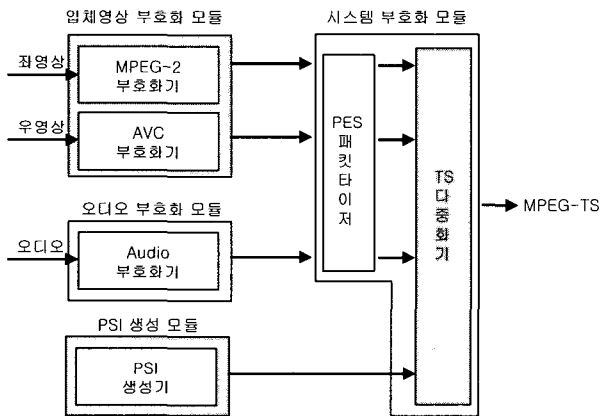


그림 4. 3DTV 인코더 구조  
Fig. 4. Structure of 3DTV encoder.

입체영상 부호화 모듈은 3DTV 콘텐츠 생성 시스템으로부터 생성된 좌우 영상을 MPEG-2 및 MPEG-4 Part 10을 이용하여 부호화하는 모듈로서, 좌영상은 기존 디지털방송 방식과 동일하게 MPEG-2를 이용하여 부호화하고, 좌영상을 기준으로 가로/세로 절반 크기의 우영상은 AVC(Advanced Video Coding)를 통하여 부호화한다. 이때, 우영상의 부호화 스트림은 디지털방송과의 호환성을 제공하기 위하여 본 논문에서 제안하는 PSI의 PMT 구조 내에서 3차원 부가정보로 정의된다. 오디오 부호화 모듈은 MPEG-2 규격의 AC-3을 이용하여 스테레오 채널의 오디오 데이터를 부호화하는 기능을 수행한다.

PSI 생성 모듈은 시스템 디코더가 프로그램을 디코딩 할

수 있도록 사용자가 정의해주는 프로그램 정보인 PSI를 제공하는 모듈로서, 3차원 방송을 위한 시스템 정보를 포함한다. 본 논문에서는 PSI를 구성하는 4개의 테이블 중 NIT(Network Information Table) 및 CAT(Conditional Access Table)에 대해서는 구체적으로 언급하지 않는다.

PAT(Program Association Table)는 전송되는 TS 스트림이 어떠한 프로그램들로 구성되어 있는지를 나타내는 프로그램 번호와 해당하는 PMT(Program Map Table) PID값을 포함하고 있어, 시스템 디코더는 PAT 정보를 시작으로 프로그램에 대한 서비스를 시작한다. 또한, PMT는 한 프로그램에 포함되어 있는 미디어 부호화 스트림들에 대한 구성요소, PID 및 디스크립터를 나타냄으로서, 실제적으로 프로그램을 구성하고 있는 미디어 부호화 스트림들의 구조를 제공한다<sup>[15]</sup>.

본 논문에서는 기존 디지털방송과의 호환성을 유지하면서 3차원 방송을 서비스하기 위한 PSI의 PMT 구조를 표 2와 같이 제안한다. 일반적으로, 시청자들은 프로그램 가이드를 통하여 2차원 및 3차원 콘텐츠에 대한 정보를 인식할 수 있으나, 기존 디지털방송 수신기 및 3DTV 수신기는 실제로 전송되는 콘텐츠가 2차원인지 3차원인지 알 수 없다. 이에 3DTV 수신기가 수신되는 방송 콘텐츠 타입 및 3차원 방송의 경우 사용되는 3차원 부가정보에 대한 타입을 인식할 수 있는 새로운 디스크립터가 요구되며, 본 논문에서는 "Contents\_type\_descriptor" 및 "3D\_information\_descriptor"를 제안한다. 또한 2차원 콘텐츠 및 3차원 콘텐츠를 이용하여 임의적으로 프로그램을 구성할 경우에 있어, 이를 지원하기 위한 PMT 구조를 제시한다.

"Contents\_type\_descriptor"는 방송 콘텐츠 타입 디스크립터를 나타내기 위한 "Descriptor\_tag", 이후 정보의 길이를 나타내기 위한 "Descriptor\_length", 그리고 각 콘텐츠를 구별하기 위한 "Contents\_format"으로 구성된다. 또한, "Descriptor\_tag" 값을 user private로 설정하고 PMT내 "Program\_info\_length" 다음에 위치함으로써 종래의 디지털방송 수신기와 호환성을 유지하게 된다. 즉, 기존 방송일 경우 "version\_number=0", "Contents\_type\_descriptor"내 "Contents\_format=2D"으로 설정하고, 일정 시간이 경과한 후, 3차원 방송일 경우는 "version\_number=1", "Contents\_type\_descriptor"내 "Contents\_format=3D"로 변경함으로

표 2. 3차원 방송을 서비스하기 위한 PMT 구조

Table 2. PMT structure for 3D broadcasting service

Syntax	Bits	Value	Description
Table_ID	8	0x02	PMT table_id
Section_syntax_indicator	1	1	
'0'	1	0	
Reserved	2	3	reserved
Section_length	12	50(byte)	CRC까지 포함한 길이정보
Program_number	16	0x100	PMT_id
Reserved	2	3(11)	Reserved
Version_number	5	1	PMT 버전
Current_next_indicator	1	1	Currently applicable
Section_number	8	0	
Last_section_number	8	0	Section 1
Reserved	3	7	Reserved
PCR_PID	13	17(0x11)	유효 PCR
Reserved	4	15	Reserved
Program_info_length	12	3(byte)	
Content_type_descriptor			
Descriptor_tag			Tag id
Descriptor_length	8	0x36	
Contents_format	8	2(byte)	3D contents(stereoscopic)
Reserved	8	20	
<b>좌영상</b>			
Stream_type	8	0x02	좌영상 (MPEG-2)
reserved	3	7	Reserved
Elementary_PID	13	0x11	TS 패킷 id
reserved	4	15	Reserved
ES_info_length	12	3(byte)	이후 descriptor 길이정보
Data_stream_alignm ent_descriptor	24		PES 헤더의 data alignment_indicator='1'
<b>3차원 부가 정보</b>			
Stream_type	8	0x1B	우영상(AVC)
reserved	3	7	Reserved
Elementary_PID	13	0x12	TS 패킷 id
reserved	4	15	Reserved
ES_info_length	12	7(byte)	
AVC video descriptor			AVC 디스크립터
Descriptor_tag	8	0x40	Tag id
Descriptor_length	8	2(byte)	
AVC_Profile	8	77	main profile
AVC_Level	8	3.0	SD
3D_information_ descriptor			3D 부가 정보 디스크립터
Descriptor_tag	8	0x64	Tag id
Descriptor_length	8	1(byte)	
3D_additional_ information_type	8	0xC8	가로/세로 절반 영상
<b>오디오</b>			
Stream_type	8	0x81	오디오(AC-3)
reserved	3	7	Reserved
Elementary_PID	13	0x14	TS 패킷 id
reserved	4	15	Reserved
ES_info_length	12	11(byte)	이후 descriptor 길이 정보
AC-3_descriptor	40		샘플링 레이트 등 정의
ISO_639_language descriptor	48		Language_code 등 정의
CRC_32	32	0xdf4f6586	CRC ok

서, 3DTV 수신기는 수신된 콘텐츠가 2차원 콘텐츠 인지 3차원 콘텐츠인지 인식하게 된다. 또한 3차원 방송 시작을 미리 3차원 수신 단말에게 알려주기 위하여 PMT내 “Current\_next\_indicator”를 이용한다. 3차원 방송의 시작을 미리 알려줄 경우 “version\_number=1”, “Contents\_type\_descriptor”내 “Contents\_format=3D”, “Current\_next\_indicator=0”으로 설정하고, 실제 3차원 방송이 시작되면 “Current\_next\_indicator=1”로 변경한다.

“3D\_information\_descriptor”는 사용된 3차원 부가정보의 타입을 표현하기 위한 것으로, 3차원 부가정보 디스크립터를 나타내기 위한 “Descriptor\_tag”, 이후 정보의 길이를 나타내기 위한 “Descriptor\_length”, 다양한 3차원 부가정보 형태를 구별하기 위한 “3D\_additional\_information\_type”으로 구성된다. 이때, “3D\_additional\_information\_type”는 사용되는 3차원 부가정보에 따라 확장이 가능하다.

본 논문에서는 3차원 부가정보에 대하여 가로/세로 절반 크기의 우영상 및 AVC 코덱을 이용함으로써 표 1에 의거 “3D\_additional\_information\_type=0xC8”로 셋팅하고 부호화된 우영상 스트림에 대해서는 MPEG-2 시스템 규격의 “AVC video descriptor”를 이용하여 기술한다<sup>[16]</sup>.

제안한 PSI 구조를 통하여 기존의 디지털방송 수신기는 3차원 부가정보 스트림을 인식하지 못하고, 관련 TS 패킷을 버림으로서 3차원 콘텐츠에 대하여 2차원 콘텐츠로서

비스하게 된다.

시스템 부호화 모듈은 MPEG-2 시스템 규격에 따라 미디어 부호화 스트림 및 PSI 데이터를 입력받아 PES (Packetized Elementary Stream)/TS 다중화를 수행하는 모듈로서, 생성된 각 TS 패킷은 우선순위 및 다중화 주기에 따라 TS 스트림으로 다중화하여 출력하는 기능을 수행한다. 본 논문에서는 우선순위를 PSI→오디오→좌영상→우영상 순으로 할당하며 표 3과 같은 주기를 통하여 각 TS 패킷의 다중화를 수행한다.

표 3. 각 TS 패킷의 다중화 주기  
Table 3. Multiplexing cycle of TS packets

TS 패킷	다중화 주기	비고
PSI	500ms	초당패킷수 : 19.39Mbps/8byte/188bytes
오디오	초당패킷수 / (sampling rate/1024)	
좌영상	초당패킷수/ fps	
우영상		

### 3. 양안식 입체영상 수신 및 재생

그림 5는 제안하는 3DTV 시스템을 위한 수신기 구조를 나타낸 것으로, TS 송신기를 통하여 전송되는 MPEG-2 TS의 역다중화 및 프로그램 구성정보를 복호화하기 위한 시스템 복호화 모듈, 각 미디어 스트림의 복호화를 위한 입체

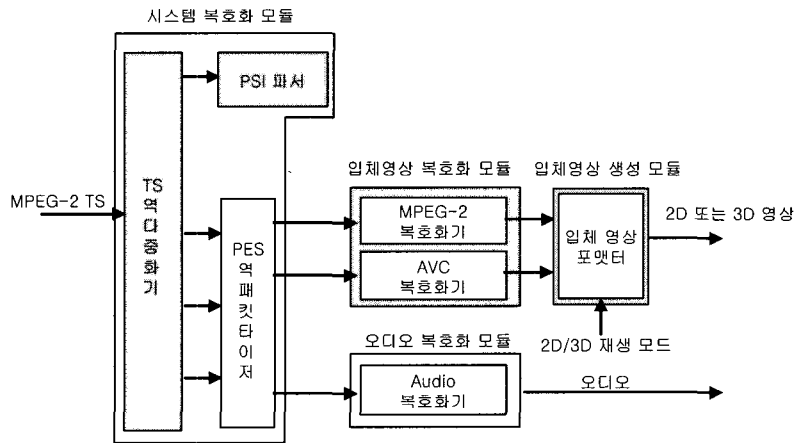


그림 5. 3DTV 수신기 구조.  
Fig. 5. Structure of 3DTV receiver



영상 복호화 모듈 및 오디오 복호화 모듈, 사용자 인터랙션을 통하여 2차원 또는 3차원 영상을 출력하기 위한 입체영상 생성 모듈로 구성된다.

시스템 복호화 모듈은 전송된 MPEG-2 TS를 입력받아 미디어 부호화 스트림 및 PSI 스트림을 디패킷타이징하는 모듈로서 우선 PID=0인 PAT정보를 찾아내어 PMT PID 및 PMT내 “version number” 및 “Contents\_type\_descriptor”를 체크한다. 수신되는 방송 콘텐츠 타입이 3차원 방송일 경우 프로그램에 포함된 좌우 영상 및 오디오 스트림에 대한 PID값을 이용하여 TS스트림에서 해당 스트림을 추출한 뒤 해당 디코더에 전송한다. 이때, 발생하는 좌우 영상의 동기문제를 해결하기 위하여 해당 디코더에서 디스플레이 되는 시간인 PTS(Presentation Time Stamp)를 비교하여 같은 PTS를 갖는 좌우 영상 스트림만을 해당 디코더에 전송한다. 또한, 수신되는 방송 콘텐츠 타입이 2차원 방송일 경우 프로그램에 포함된 좌영상 및 오디오 스트림에 대한 PID를 이용하여 TS 스트림에서 해당 스트림을 추출한 뒤 해당 디코더에 전송한다.

입체영상 복호화 및 오디오 복호화 모듈은 전송된 미디어 스트림을 복호화 하는 모듈로서, 입체영상은 각각 MPEG-2 및 AVC를 이용하여 복호화하고 오디오는 AC-3 코덱을 이용하여 복호화 한다.

입체영상 생성 모듈은 복호화된 좌우 영상에 대하여 사용자 인터랙션에 따라 2차원 또는 3차원 영상을 생성하여 출력하는 모듈로서, 2차원 재생 모드일 경우 좌영상만을 출력하며 3차원 재생 모드일 경우 입력되는 좌우 영상을 이용하여 line-by-line 인터레이스 영상을 생성한다. 이때, 본 논문에서 사용된 3차원 디스플레이 방식의 경우 좌우 영상의 1/2크기의 영상 데이터만을 사용함으로써 입체영상 생성 모듈은 우영상에 대하여 가로 방향으로 2배 확대하는 기능을 수행한다.

문에서 사용된 3차원 디스플레이 방식의 경우 좌우 영상의 1/2크기의 영상 데이터만을 사용함으로써 입체영상 생성 모듈은 우영상에 대하여 가로 방향으로 2배 확대하는 기능을 수행한다.

#### IV. 실험 결과

##### 1. 실험 환경

3DTV 인코더는 3DTV 콘텐츠 생성 시스템에 의해 제작된 좌우 영상에 대하여 MPEG-2 및 AVC 코덱을 이용하여 각각 부호화 하고, 다중화 프로그램을 통해 MPEG-2 TS를 저장하도록 구현되었으며 PC기반에서 비실시간으로 수행된다. 이때 본 논문에서 제안한 시스템은 지상파 디지털방송 대역폭 내에서 호환성을 유지하면서 3차원 방송 서비스를 검증하기 위한 것으로 약 19.39Mbps로 다중화한다.

3DTV 수신기는 DVB-ASI 규격에 따라 실시간으로 전송되는 MPEG-2 TS를 수신 및 복호화 하여 2차원 또는 3차원 영상을 출력하도록 구현되었으며 PC기반에서 실시간으로 수행된다. 디지털방송 시스템과의 호환성은 상용 DTV 수신기를 통하여 검증하였다. 표 4는 제안한 3차원 방송 시스템을 검증하기 위한 실험환경을 나타낸다.

##### 2. 실험 결과

그림 6은 본 논문에서 제안한 PSI 구조 및 3차원 방송

표 4. 실험 환경  
Table 4. Experiment environment

타입		입력포맷	인코딩	다중화 및 전송	디스플레이
입체 영상	좌영상	-사이즈 : 1280x736 -포맷: YUV420 -fps : 30	9M (MPEG-2 MP@HL)	-다중화 : 19.39Mbps (MPEG-2 TS)  -전송 : DVB-ASI	-3DTV 수신기 + 3차원 디스플레이 (안경식)  -상용 DTV 수신기+2차원 디스플레이
	우영상	-사이즈 : 640x368 -포맷: YUV420 -fps : 30	2M (AVC MP@3.0)		
오디오		-채널 : Stereo -포맷 : wav -sampling rate : 44.1khz	128kbps (AC-3)		

서비스를 검증하기 위한 다중화 프로그램의 제어 화면을 나타낸 것으로 Program number, PMT\_PID, PAT/PMT duration, TS rate 설정 및 미디어 스트림에 대한 입출력에 대한 사용자 설정이 가능하다. 또한 프로그램에 따라 2차원 또는 3차원 방송 서비스를 지원하기 위한 프로그램 스케줄링도 가능하도록 설계하였다.

그림 7은 TS 송신기를 통하여 실시간으로 전송되는 MPEG-2 TS에 대하여 제안하는 3DTV 시스템을 위한 수신기의 출력화면의 예를 나타낸다. 그림 7(a)와 (b)는 3차원 방송 시청 중 사용자 인터랙션을 통한 실시간 재생모

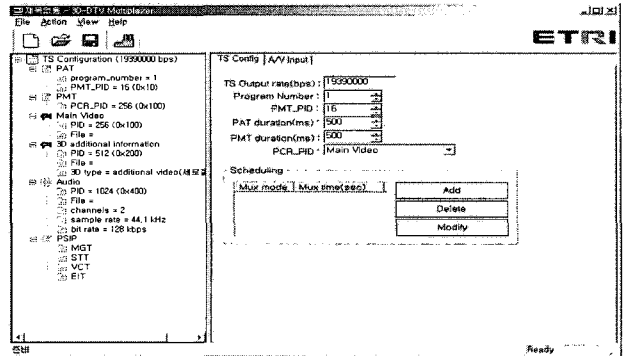


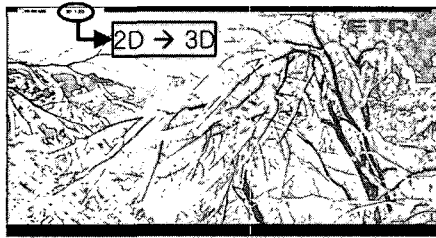
그림 6. 다중화 프로그램의 제어화면.  
Fig. 6. Control interface of multiplexing program.



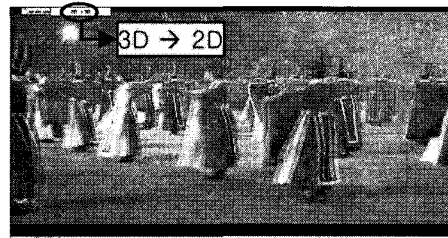
(a) 사용자 인터랙션에 따른 2차원 화면



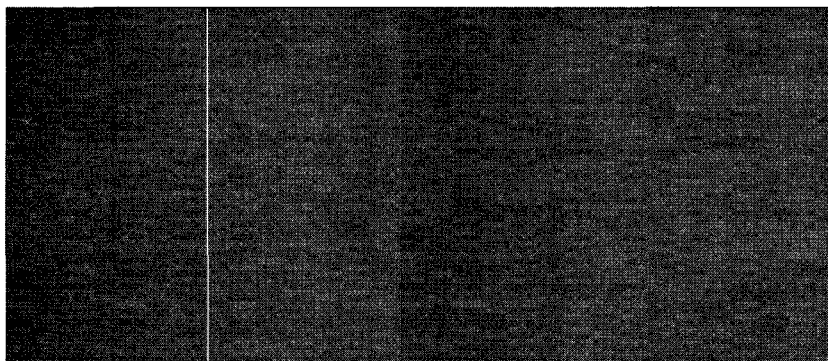
(b) 사용자 인터랙션에 따른 3차원 화면



(c) 방송 스케줄링에 따른 2차원 방송  
→3차원 방송 전환 구분



(d) 방송 스케줄링에 따른 3차원 방송  
→2차원 방송 전환 구분



(e) 디지털방송과의 호환성 검증

그림 7. 3DTV 수신기 출력화면 예.  
Fig. 7. Example of screen shot in 3DTV receiver.

드 변환을 나타낸 것으로 사용자는 원하는 장면 및 시간에 따라 선택적으로 감상할 수 있다. 그림 7(c)와 (d)는 프로그램 스케줄링을 통해 2차원 방송에서 3차원 방송으로 또는 3차원 방송에서 2차원 방송으로의 전환 시 수신되는 방송 콘텐츠의 구분을 나타낸 것으로 본 논문에서 제안한 PSI 구조를 검증한 것이다. 이를 통하여 서비스 사업자는 2차원 또는 3차원 콘텐츠를 이용하여 임의적으로 프로그램을 구성할 수 있으며 사용자는 실제 방송되는 콘텐츠를 실시간으로 확인할 수 있는 장점을 가진다. 그림 7(e)는 디지털방송 시스템과의 호환성을 검증한 결과를 나타낸다.

실험결과 제안한 시스템을 통하여 지상파 디지털방송 대역폭 내에서 HD급 화질의 양안식 입체영상 화질을 서비스 할 수 있는 가능성을 확인하였다. 또한 본 논문에서 제시한 양안식 입체영상 부호화 및 PSI 구조는 디지털케이블방송에서도 그대로 적용할 수 있어 실제 대역폭을 고려했을 경우 고화질의 HD 양안식 입체영상 서비스가 가능함을 확인하였다.

## V. 결 론

기존의 디지털방송에 비해 3DTV는 깊이정보를 부가함으로써 시청자들에게 보다 자연스러운 현실감 및 입체감을 제공할 뿐만 아니라 HDTV이후 차세대 방송기술의 하나로 주목받고 있다. 이에 본 논문은 기존 디지털방송 시스템과 호환성을 유지하면서 HD급 화질의 양안식 입체영상 서비스를 위한 PSI 구조 및 이를 기반으로 한 3DTV 시스템을 제안한다.

제안한 시스템은 양안식 입체영상 부호화 기능, 2차원 또는 3차원 방송 프로그램 스케줄링을 지원하는 다중화 기능 및 사용자 인터랙션을 통하여 2차원 또는 3차원 모드로 선택하여 시청할 수 있는 기능을 포함하고 있어 서비스 사업자는 2차원 또는 3차원 콘텐츠를 이용하여 임의적으로 프로그램을 구성할 수 있고 시청자는 시청 선호도의 폭을 향상시킬 수 있다. 또한 본 논문에서 제시한 양안식 입체영상 부호화 및 PSI 구조는 지상파방송 뿐만 아니라 디지털 케이블방송에 적용가능하며 향후 서비스 및 표준화될 3DTV 시스템을 구성하기 위한 참고 모델로서 사용될 수

있다.

향후 본 연구내용을 토대로 시점간 상관정보를 이용한 양안식 입체영상의 부호화 방식 및 무안경식 디스플레이 상에서 다시점 입체영상 서비스를 위한 방법을 연구할 예정이다.

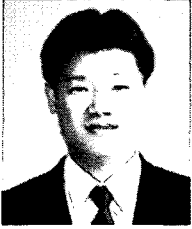
## 참 고 문 헌

- [1] 특허청, "2001 신기술동향조사 보고서 - 3차원 입체영상기술", 전기/전자분야 제1권, 2001.
- [2] DISTIMA, European RACE 2045 Project, <http://www.tnt.uni-hannover.de/project/eu/distima/>, 1992-1995.
- [3] PANORAMA, European ACTS AC092 Project, <http://www.tnt.uni-hannover.de/project/eu/panorama/>, 1995-1998.
- [4] Andre Redert, Marc Op de Beeck, "ATTEST:Advanced Three-dimensional Television System Technologies," Proc. of 3DPVT (3D Data Processing Visualization and Transmission), IEEE Computer Society, 2002.
- [5] Levent Onural, "An overview of a new european consortium integrated three-dimensional television-capture, transmission and display (3DTV)," <http://ftsu01.nuc.tu-berlin.de/elvera/files/07650nural2004.pdf>
- [6] Bahram Javidi and Fumio Okano, "Three-Dimensional Video and Display: Devices and Systems," Critical Review CR76, 2001.
- [7] [http://www.sle.sharp.co.uk/research/optical\\_imaging/downloads/consortium\\_announcement.pdf](http://www.sle.sharp.co.uk/research/optical_imaging/downloads/consortium_announcement.pdf), "3D Consortium Formed to Create 3D Display," March 2003.
- [8] <http://www.3dia.or.kr>
- [9] 한국전자통신연구원, "3차원 입체영상(3DTV) 방송중계 시범서비스 결과보고서," 2002.
- [10] Nikolaos D. Doulamis et al., "Efficient Summarization of Stereoscopic Video Sequences," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol.10, June 2000.
- [11] 조속희, 윤국진, "지상파 DMB기반 3차원 AV 서비스 시스템," Telecommunications Review, SK Telecom, vol.14, no.4, pp.652-663, 2004.
- [12] 최윤정, 조속희, "다중 디스플레이 방식을 고려한 필드기반 양안식 3차원 동영상 부호화에 관한 연구," 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, pp.217-220, 2002.
- [13] A. Puri and B. G. Haskell, "Multiview Profile Proposal for Discussion in MPEG-2 Multiview AdHoc," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 Doc. MPEG95/254, July 1995.
- [14] 김대희, 강훈중, "나안식 휴대단말을 위한 입체영상 렌더링," Telecommunications Review, SK Telecom, vol.14, no.4, pp.637-651, 2004.
- [15] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11. Text of ISO/IEC 13818-1: MPEG-2 Systems: WG 11 Document N0801, 1994.
- [16] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N5467, "Text of ISO/IEC 13818-1/2000/FPDAM-3," February 2003.

---

 저 자 소 개
 

---

**윤 국 진**

- 1999년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과 학사
- 2001년 2월 : 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사
- 2001년 3월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 전파방송연구단 방송시스템연구그룹 3DTV시스템연구팀
- 주관심분야 : MPEG-2/4 systems, 3DTV, 3D DMB

**조 속 회**

- 1993년 2월 : 부경대학교 전자계산학과 학사
- 1996년 2월 : 부경대학교 대학원 전자계산학과 석사
- 1999년 9월 : 요코하마국립대학교 대학원 전자정보공학과 박사
- 1999년 11월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 전파방송연구단 방송시스템연구그룹 3DTV시스템연구팀
- 주관심분야 : Multiview video coding, MPEG-2/4 systems, 3DTV

**허 남 호**

- 1992년 2월 : 포항공과대학교 전기전자공학과 학사
- 1994년 2월 : 포항공과대학교 대학원 전기전자공학과 석사
- 2000년 2월 : 포항공과대학교 대학원 전기전자공학과 박사
- 2000년 4월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 전파방송연구단 방송시스템연구그룹 3DTV시스템연구팀
- 주관심분야 : 3DTV, Free-viewpoint TV

**김 진 응**

- 1981년 2월 : 서울대학교 전자공학과 학사
- 1983년 2월 : 서울대학교 대학원 전자공학과 석사
- 1993년 2월 : 미국 Texas A&M 대학교 전기공학과 박사
- 1983년 3월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 전파방송연구단
- 주관심분야 : 3DTV, Free-viewpoint TV, MPEG-7, Image processing

**이 수 인**

- 1985년 2월 : 경북대학교 전자공학과 학사
- 1989년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 석사
- 1996년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 박사
- 1990년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 전파방송연구단 방송시스템연구그룹장
- 주관심분야 : T-DMB, Digital broadcasting system, Channel coding

**안 처 득**

- 1980년 2월 : 서울대학교 전자공학과 학사
- 1982년 2월 : 서울대학교 대학원 전자공학과 석사
- 1991년 8월 : 미국 Florida university 대학원 전기공학과 박사
- 1996년 7월 ~ 현재 : MPEG포럼 의장
- 1982년 12월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 전파방송연구단장
- 주관심분야 : T-DMB, Digital broadcasting system, MPEG Video Compression, 3DTV, Data broadcasting system