

기술 특 집

다차원 실감미디어를 이용한 실감방송 기술

호요성, 윤승욱, 김성열 (광주과학기술원 실감방송연구센터)

요 약

실감방송이란 다차원 실감미디어를 이용하여 사용자에게 몰입감을 줄 수 있는 미래형 방송서비스를 일컫는다. 여기서 다차원 실감미디어란 공간과 시간의 제약을 극복하는 다양한 형태의 요소정보로 인간의 오감을 통해서 보고 듣고 느낄 수 있는 정보를 의미한다. 본 논문에서는 다차원 실감미디어를 이용하여 현재 실감방송연구센터(RBRC)에서 개발하고 있는 실감방송 시스템에 사용되는 다양한 요소기술들을 살펴보고자 한다.

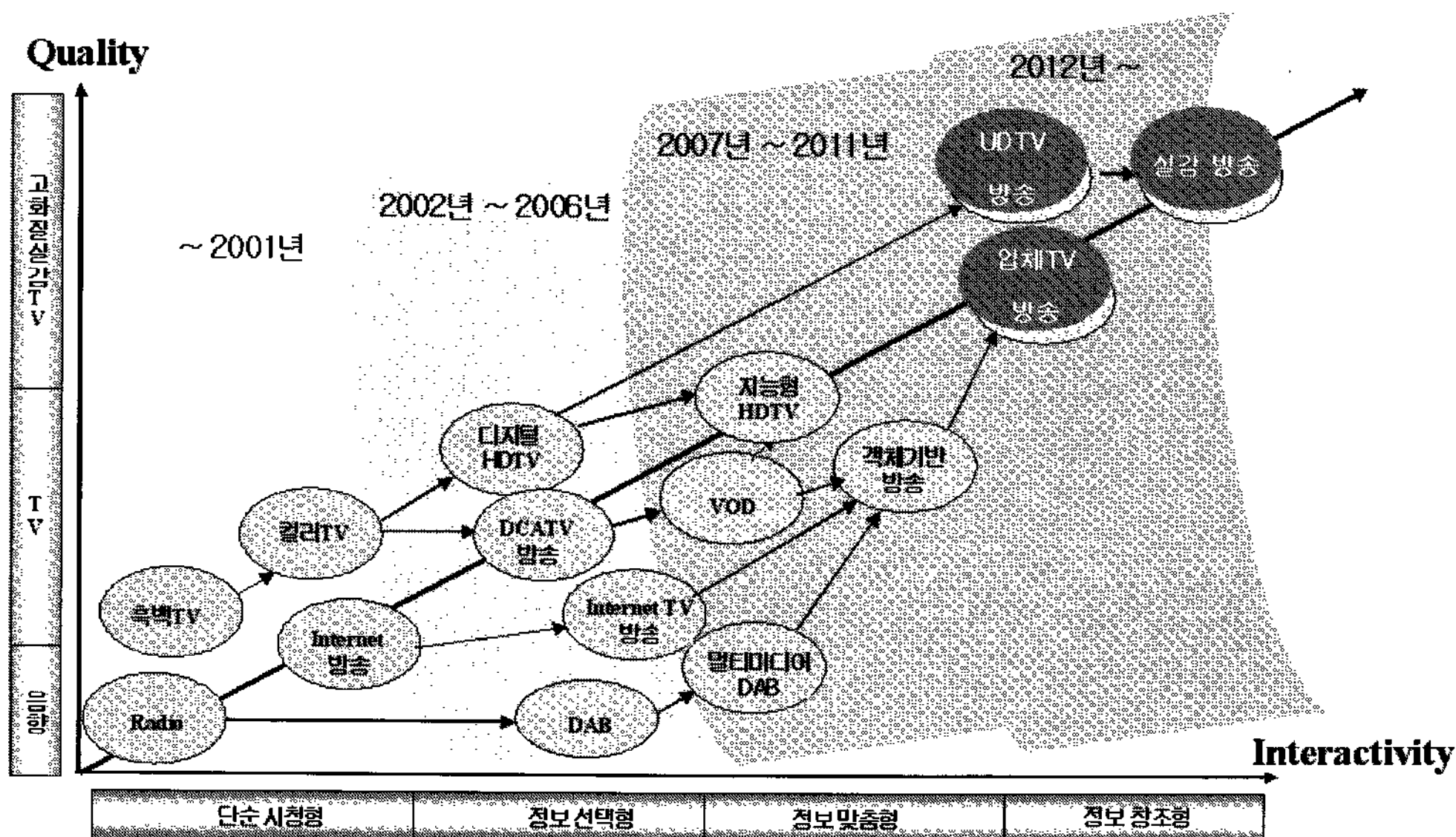
어 인터넷으로 인간생활에 필요한 정보와 지식을 습득한다. 거실에서는 대형 스크린과 입체 음향기기를 갖춘 홈시어터를 통해 영화관에서의 감동을 그대로 느낄 수 있으며, TV 화면을 보면서 상품을 직접 구매한다. 또한, 은행 결제도 집에서 수행할 수 있으며, 더 나아가서는 재택 근무까지도 가능하다 [1].

이러한 디지털 시대의 핵심은 다양한 멀티미디어 정보를 디지털 형태로 변환하여 전송하는 디지털 방송에 있다고 해도 과언이 아니다. 최근에는 디지털 TV와 고선명 TV를 포함한 고품질 방송서비스가 등장하면서, 정보의 질적 향상에 더 많은 관심을 가지게 되었다. [그림 1]은 2003년에 만든 국가과학기술지도(National Technology Road Map)에서 발췌한 것으로, 상호작용과 방송품질 측면에서 방송기술의 발전 추세를 나타내고 있다[1].

I. 디지털 방송의 발전 추세

우리는 정보 혁명과 디지털 시대로 대변되는 21세기에 살고 있다. 정보고속도로가 가정에 있는 고성능 PC에 연결되

[그림 1]에서 보는 것과 같이, 방송기술의 발전 추세는 시청자가 일방적으로 방송을 시청하는 단순시청형에서 디지털 TV, 입체TV, 실감방송처럼 시청자가 정보를 선택하여



[그림 1] 방송기술의 발전추세

재창조할 수 있는 정보창조형 방송으로 변하고 있다. 한편, 방송품질 면에서도 단순히 보고 듣는 2차원 시청각 TV 측면에서의 방송이 고화질의 실감형 입체TV 형태로 변하고 있다. 특히, 입체TV와 실감방송은 디지털 HDTV 이후의 차세대 방송기술로 등장하고 있다. 이미 일부 선진국에서는 위성을 통해 입체TV와 실감방송을 시험하는 단계에 이르렀으며, 국내에서도 입체TV에 대한 연구가 진행되고 있다. 2010년도의 세계 입체TV 수상기 시장이 약 31억 달러의 규모로 예상되고 있으며, 국내의 3차원 입체방송 산업규모는 2005년에 약 1000억 원의 시장을 형성할 것으로 예측되고 있다^[2]. 본 논문에서는 이러한 방송기술의 발전추세에 발맞춰 실감미디어를 정의하고, 실감방송 시스템에 사용되는 다양한 기술들에 대해 살펴본다.

II. 실감미디어와 실감방송

기존의 미디어는 기술적인 제약 때문에 단순히 1차원인 소리와 2차원 영상을 표현하는 데 중점을 두었다. 이러한 소리와 영상 데이터만으로는 인간의 오감을 자극하여 생생한 현장감을 전달하기가 어렵다. 그러나 최근에는 컴퓨터 하드웨어와 소프트웨어 기술이 급속도로 발달하여 사용자에게 몰입감을 줄 수 있는 다차원 실감미디어의 표현 및 처리가 가능하게 되었다^[3].

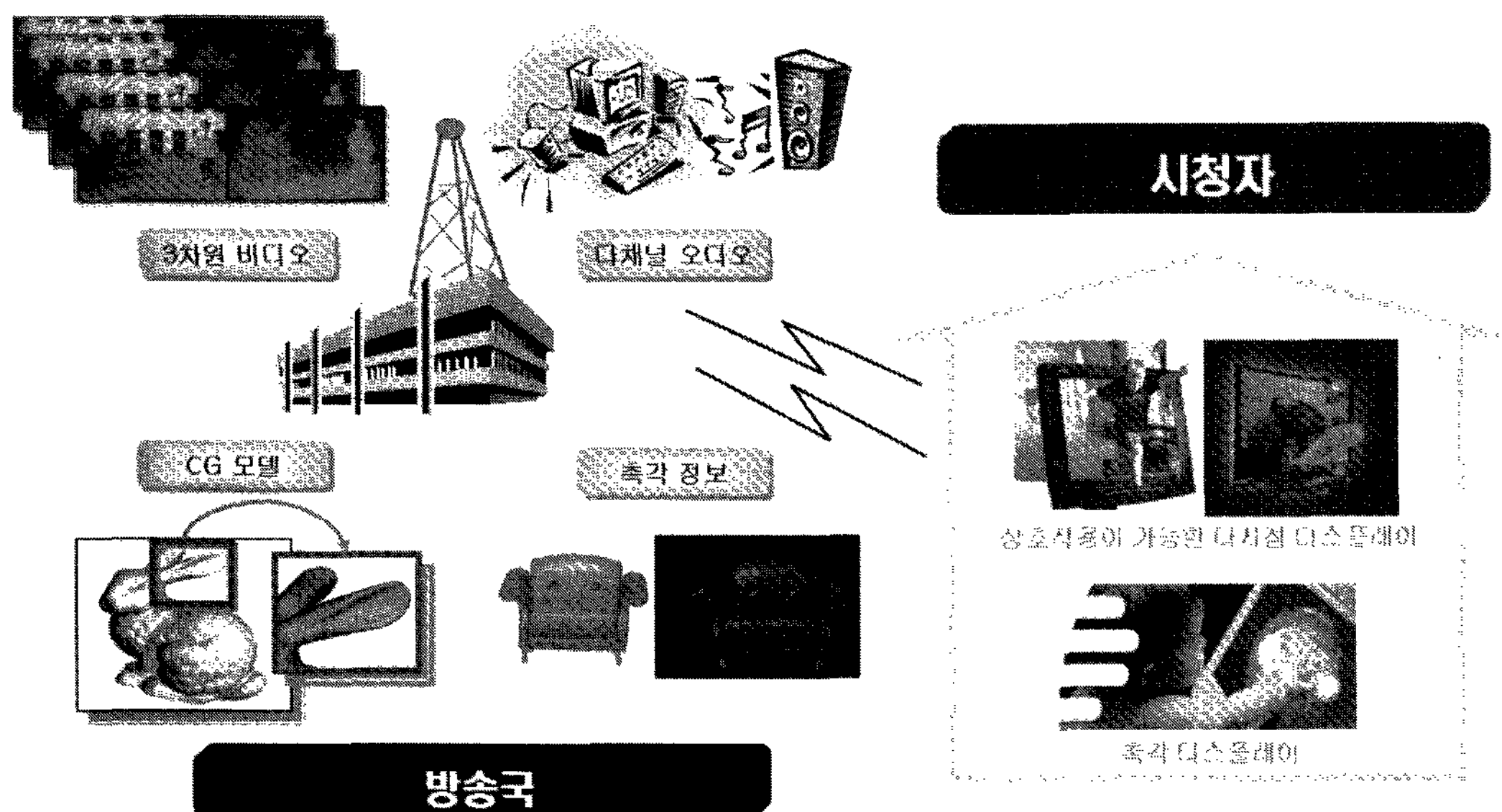
여기서 다차원 실감미디어란 공간과 시간의 제약을 극복하는 다양한 형태의 요소정보로 인간의 오감을 통해서 보고 듣고 느낄 수 있는 정보를 의미한다. 실감미디어의 구체적인 예로는, 컴퓨터 그래픽스 객체 정보, 다차원/다시점 비디오 정보, 다채널 오디오 정보, 촉각 정보, 후각 정보 등을 들 수 있다^[4].

실감방송은 사용자에게 몰입감을 주기 위해 다차원 실감

미디어를 이용하여 생성한 실감콘텐츠를 서비스하는 방송으로 정의할 수 있다. 실감콘텐츠는 다차원 실감미디어를 포함하고 있는 방송 콘텐츠를 일컫는다. [그림 2]는 실감방송 서비스의 개념도를 나타낸다.

세계적으로 많은 연구기관과 대학에서 실감방송에 사용될 핵심기술을 개발하기 위해 노력하고 있다. 유럽에서는 ATTEST(Advanced Three-Dimensional Television System Technologies) 과제를 통해 2002년 3월부터 2년 동안 3차원 TV에 관한 기초 기술을 연구하였으며^[5], 2004년 9월부터는 20여개 기관이 컨소시엄을 구성하여 3DTV 과제를 수행하고 있다^[6]. 3DTV 과제는 3차원 장면의 획득, 표현, 부호화, 전송, 디스플레이까지를 모두 포함하고 있으며, 다시점 비디오를 획득하는 부분도 주요 연구 분야 중 하나이다. 미국은 주로 NASA에서 3차원 영상과 관련된 연구를 수행하고 있으며, MIT 대학에서는 홀로그래픽 디스플레이 기술을 연구하고 있다. 일본의 NHK 연구센터에서는 3차원 디스플레이와 3차원 음향 기술을 개발하고 있다. 일본의 경우, 이미 수십여개의 3차원 영화관을 운영하고 있으며, 자유시점 TV(Free-viewpoint TV) 시험방송을 할 정도로 관련 기술에 대한 관심이 높다. O'Modhain과 Oakley는 미래형 방송에서 시청자의 몰입감을 증대시키는데 중요한 역할을 하는 촉각 정보의 중요성에 대해 언급하였다^[7]. 최근에는 다시점 비디오 부호화에 대한 관심이 높아지면서 MPEG 3차원 오디오 비주얼(3-D Audio and Visual, 3 DAV) 그룹에서 이에 대한 표준화 작업을 진행하고 있다^[8].

기존의 이러한 노력들은 대체로 연구기관이나 대학에서 개별적으로 이루어져 왔다. 그러나 실제 구현이 가능한 실감방송 시스템을 개발하기 위해서는 이렇게 개별적으로 개발된 기술들을 통합해야 할 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 하나의 실감방송 시스템을 구축하기 위한 통합된 기술들에 관해 설명한다.



[그림 2] 실감방송 서비스의 개념도

III. 실감방송 기술

실감방송 시스템은 크게 실감미디어 획득 과정, 실감콘텐츠 저작 과정, 실감미디어 재현 과정으로 나누어 생각할 수 있다¹⁴⁾. [그림 3]은 실감방송 시스템에 사용되는 핵심기술들을 보여주고 있다.

실감미디어 획득부분에서는 여러 대의 2차원 카메라 또는 깊이기반 카메라를 사용하여, 3차원 모델과 실사기반 3차원 배경을 생성한다. 이때, 여러 대의 2차원 카메라를 사용하는 경우에는 정확한 3차원 정보를 얻기 위해 카메라 보정이 필수적이다. 또한, 3차원 모델에 대응하는 3차원 오디오도 획득한다.

다음으로 획득된 실감미디어로부터 시나리오와 스토리가 있는 실감콘텐츠를 생성하기 위해 실감콘텐츠 저작과정을

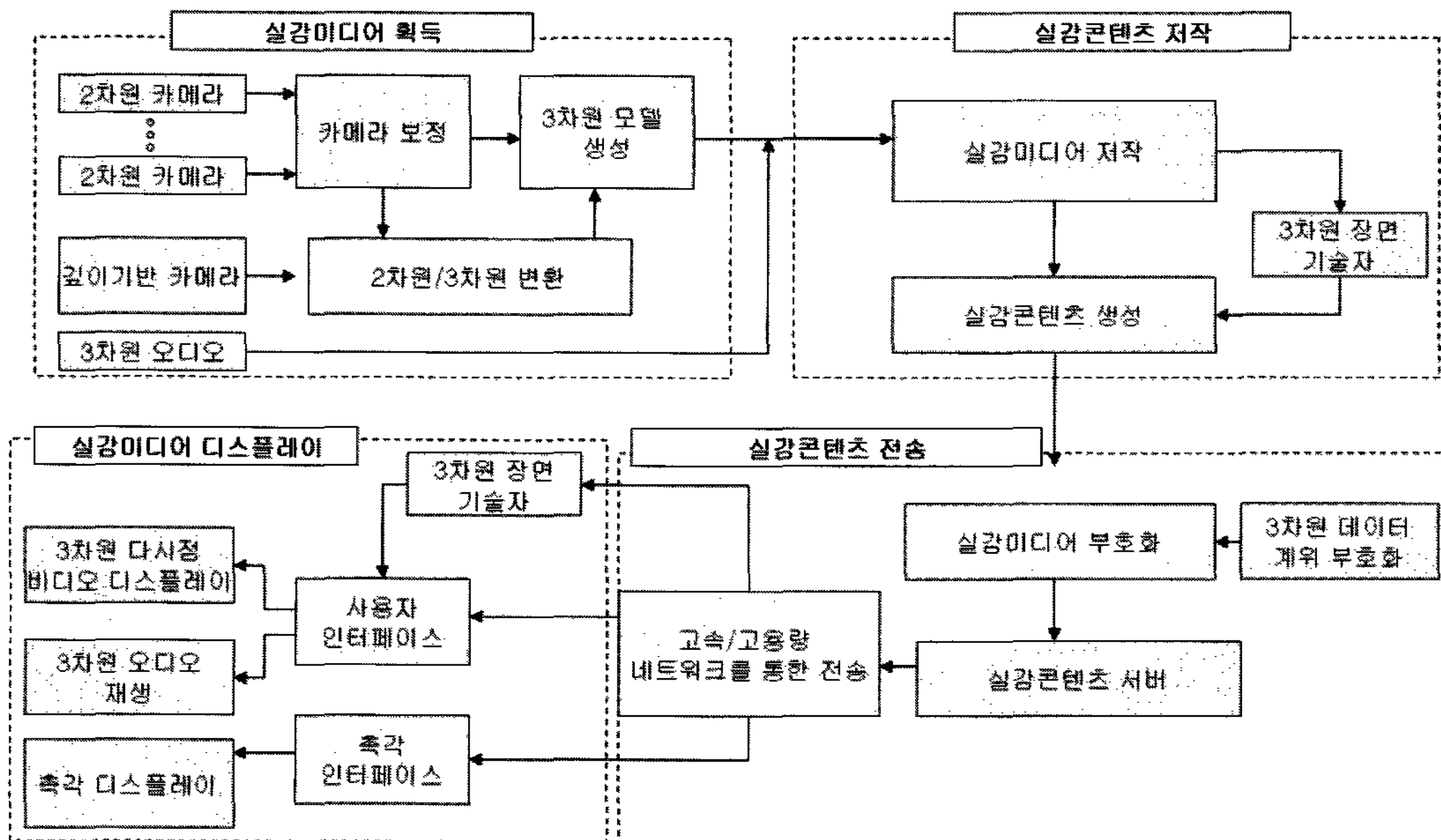
거친다. 여기서 3차원 모델, 3차원 오디오, 촉각 정보와 같은 기타 데이터들이 하나의 장면으로 합성된다.

기본적으로 실감콘텐츠는 엄청난 양의 데이터를 포함한다. 이렇게 생성된 실감콘텐츠를 저장하고 전송하기 위해 부호화 기술이 사용된다. 또한, 고용량 데이터 전송을 위해 이에 알맞은 네트워크 기술이 필요하다.

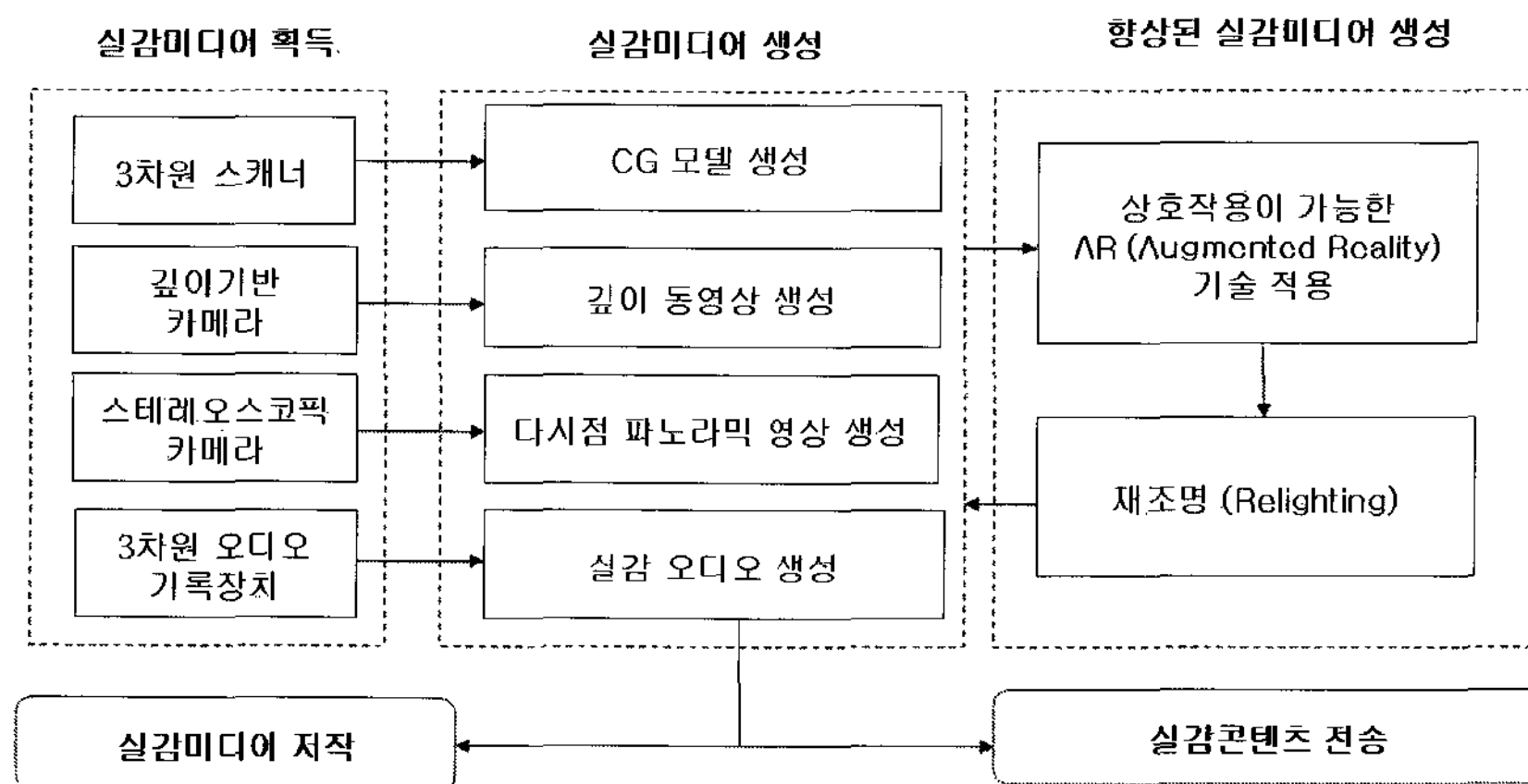
마지막으로, 시청자에게 전송된 실감콘텐츠는 다양한 디스플레이 장치를 통해 재생된다. 3차원 다시점 비디오 디스플레이, 3차원 오디오 재생 시스템, 촉각 디스플레이 등을 통해 시청자는 기존에 경험하지 못했던 상호작용을 경험하게 된다.

1. 실감미디어 획득

실감방송 시스템의 첫 번째 구성요소는 실감미디어 획득이다. 실감콘텐츠를 생성하기 전에 우선 3차원 정보 획득 장



[그림 3] 실감방송 시스템에 사용되는 핵심기술



[그림 4] 실감미디어 획득

치로부터 실감미디어를 획득한다. [그림 4]는 실감미디어 획득 기술들을 나타낸다.

1) 3차원 CG 모델 생성

본 논문에서는 3차원 CG 모델을 획득하기 위해 3차원 스캐너 및 그래픽스 소프트웨어를 사용한다. 기본적으로 3차원 CG 모델은 3차원 기하정보와 연결성 정보, 그리고 텍스처 정보로 구성된다. 3차원 모델을 획득할 때는 주변 환경에 따라 획득된 모델의 색상 정보나 재질 정보가 균일하지 않기 때문에, 이의 보정이 필요하다. [그림 5]는 3차원 스캐너를 포함한 다양한 실감미디어 획득장치를 나타낸다.

2) 깊이 비디오 생성

본 논문에서는 색상과 깊이 영상의 시퀀스를 깊이 비디오로 정의한다. 즉, 2차원 비디오에 부가적으로 깊이정보가 포함된 비디오를 말한다. 실감방송 시스템의 구축을 위해서는 실시간으로 3차원 장면들을 생성해야 하며, 깊이기반 카메라와 다수의 스테레오 카메라를 사용하면 깊이 비디오에 기반한 3차원 장면들을 생성할 수 있다. 특히, 깊이기반 카메라를 사용하면 스테레오 정합 등의 연산과정 없이 깊이정보를 직접 획득할 수 있다.

3) 다시점 파노라믹 영상 생성

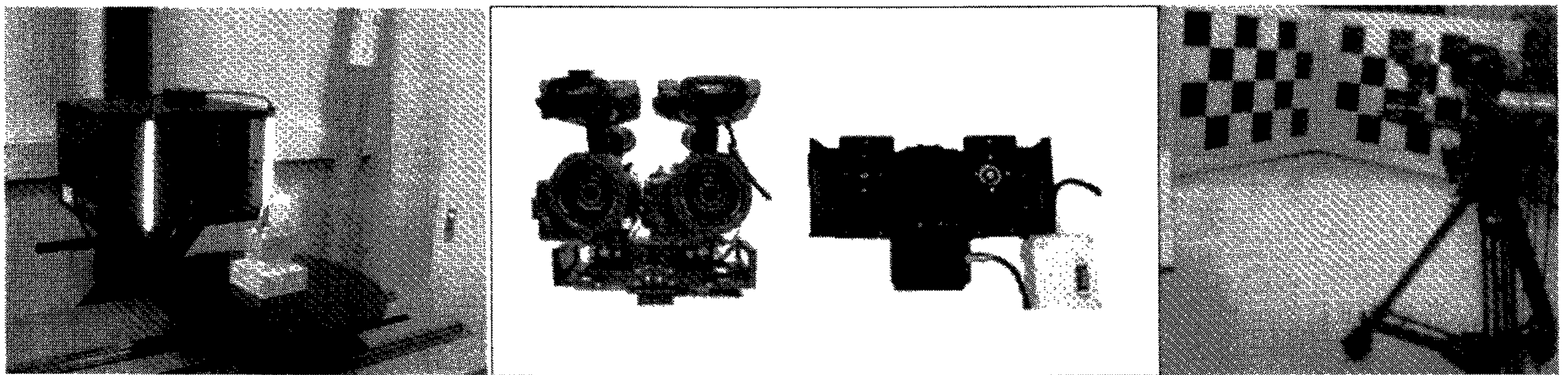
제안된 실감방송 시스템에서 다시점 파노라믹 영상은 3차원 배경으로 사용된다. 여러 대의 스테레오 카메라를 이용해 주변 환경의 영상을 획득한 후, 스티칭 과정을 통해 3차원 파노라믹 영상을 생성한다. 마지막으로 스티칭 과정에서 일어나는 오류를 보정하고, 3차원 기하 데이터를 최적화한다.

4) 재조명(Relighting)

3차원 모델을 실사 환경에 합성할 때, 보다 자연스러운 합성을 위해 실제 공간의 조명 조건을 계산하여 이를 합성되는 3차원 모델에 적용한다. [그림 6]은 High Dynamic Range(HDR) 영상을 이용하여 3차원 합성 장면에서 재조명 기법을 적용한 결과이다.

5) 실감오디오 생성

일반적으로 3차원 비디오 데이터는 3차원 오디오와 병행될 때 몰입감을 더 줄 수 있다. 따라서 실감오디오 생성은 실감미디어 생성의 중요한 부분이다. 실감오디오는 Head Related Transfer Function(HRTF) 예측을 통해 소리의 방향과 거리를 유추하여 생성한다.



(a) 3차원 스캐너

(b) 스테레오스코픽 카메라

(c) 깊이기반 카메라

[그림 5] 다양한 실감미디어 획득 장치



[그림 6] HDR 영상을 이용한 재조명

2. 실감콘텐츠 저작

실감미디어를 획득한 후에는, 획득한 실감미디어를 편집/저작하여 실감방송에 사용될 실감콘텐츠를 생성한다. [그림 7]은 실감콘텐츠 저작 과정을 나타낸다. 제안한 실감방송 시스템에서는 실감콘텐츠 저작을 위해 MPEG-21의 디지털 아이템 개념을 도입하였다.

1) 자동 객체분리 및 특수효과

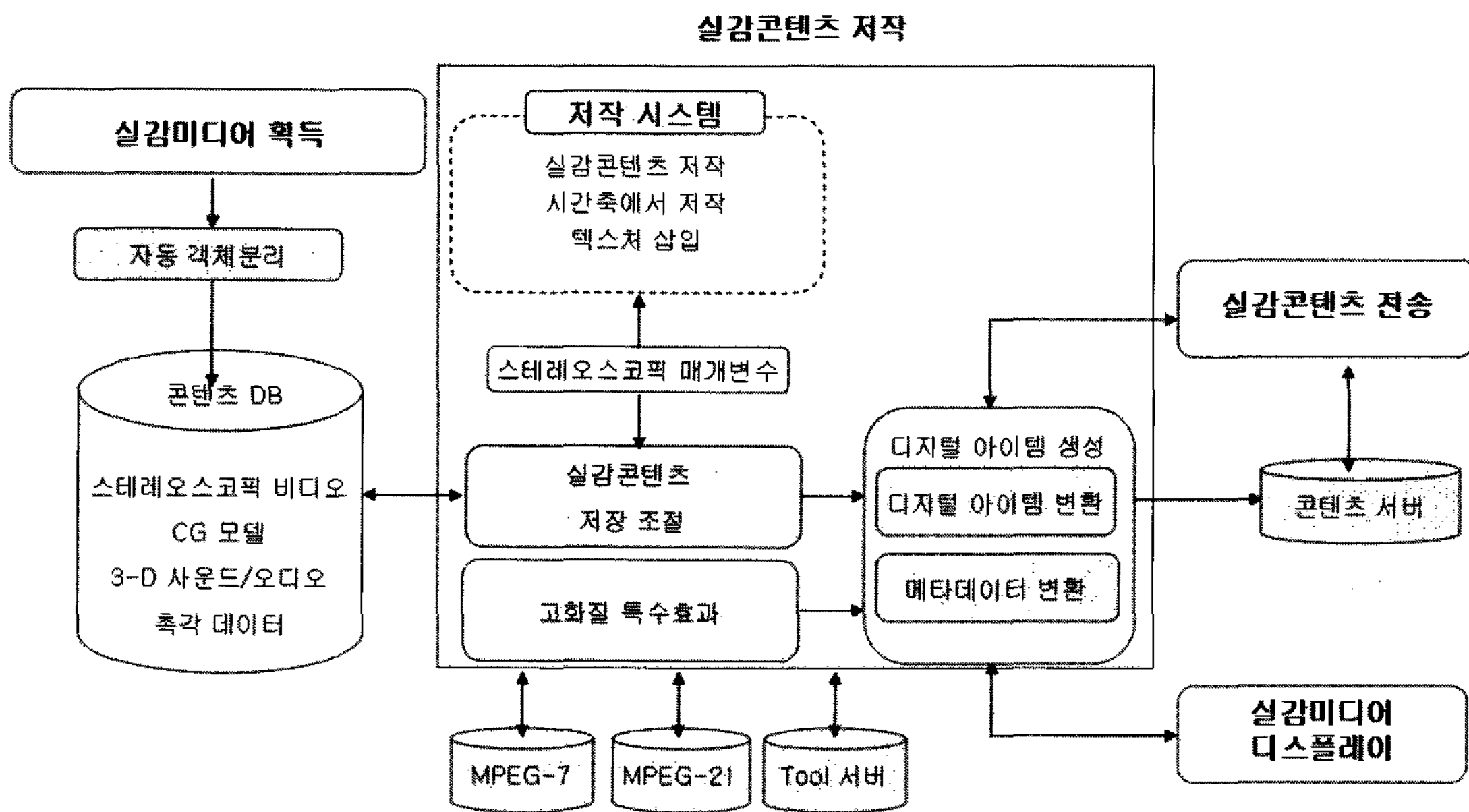
자동 객체분리 부분에서는 실감미디어를 하나의 객체로 취급하여 3차원 배경에서 객체를 분리해 낸다. 분리한 객체에 영상 워핑(warping), 모핑(morphing) 등의 특수효과를 적용한 후 새로운 배경에 이를 합성하여 실감콘텐츠를 생성한다.

2) 저작 시스템

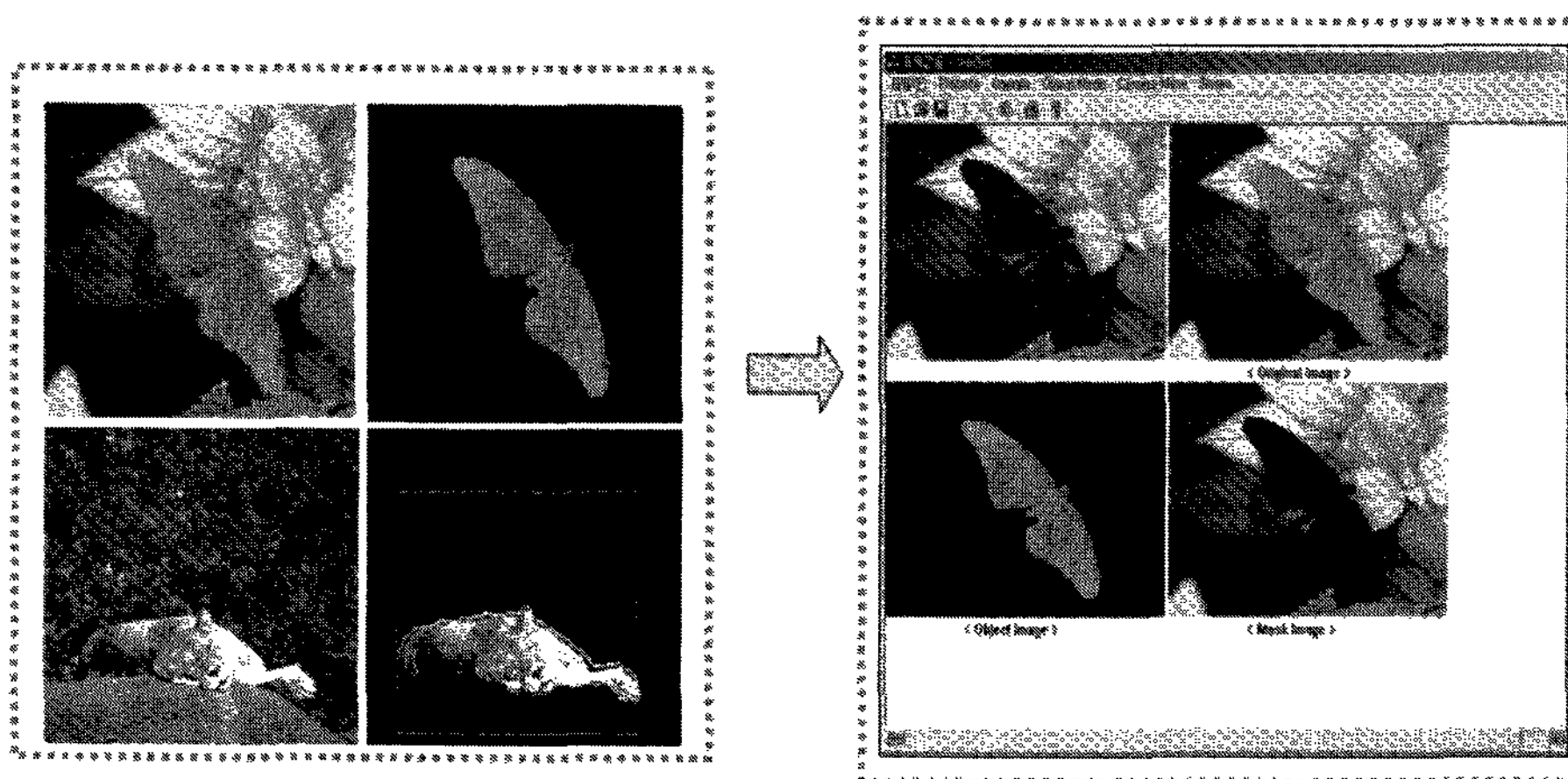
하나의 시간축 상에서 서로 다른 실감미디어 데이터를 합성하여 3차원 장면을 구성하기 위해, 3차원 장면 기술자가 필요하다. 3차원 장면 기술자는 주로 한 장면 내에서 CG 모델과 깊이 비디오간의 위치적 상관관계를 나타낸다. 이렇게 생성된 3차원 장면 기술자를 시청자단으로 전송하고 이를 분석함으로써 합성된 3차원 장면을 재현할 수 있다.

3) 디지털 아이템 생성

실감방송을 위한 디지털 아이템 생성 부분은 시청자의 상호작용을 지원하기 위한 중요한 요소이다. 방송 서버와 클라이언트 사이에 통신을 위해 다양한 디지털 아이템과 메타데이터가 지원된다. 또한, MPEG-21 Digital Item Adaptation과 MPEG-7의 Stereoscopic 기술을 적용하여 생성된 디지털 아이템을 실감방송에 적합한 형태로 변환한다.



[그림 7] 실감콘텐츠 저작 기술



[그림 8] 자동 객체분리 및 특수효과

3. 실감콘텐츠 전송

실감방송 서비스를 위해서는 생성된 실감콘텐츠를 효율적으로 압축하여 고속 네트워크를 통해 전송해야 한다. 실감콘텐츠 전송 기술은 다시점 비디오 부호화, CG 모델 압축, 실감미디어 계위화(scalability), 고용량 전송, 실감콘텐츠 서버 기술을 포함한다. [그림 9]는 실감콘텐츠 전송 기술을 보여준다.

1) CG 모델 부호화

CG 모델은 기하정보, 연결성 정보, 법선 벡터, 텍스처 정보 등 많은 양의 정보를 담고 있으므로 부호화가 필요하다. CG 모델은 정적 CG 모델과 동적 CG 모델로 나눌 수 있으며, 각각 MPEG-4의 3차원 메쉬 부호화 기법과 보간자(interpolator) 압축 기법을 적용하여 부호화를 수행한다.

2) 다시점 비디오 부호화

실감방송은 자연스럽게 지속적인 3차원 비디오를 제공할 수 있어야 한다. 다시점 3차원 비디오는 여러 대의 카메라로부터 한 장면을 찍은 다시점 비디오를 3차원으로 시청할 수 있도록 만든 데이터이다. 하나의 장면에 대해 여러 비디오가 존재하므로 데이터 양이 매우 많다. 다시점 비디오 부호화를 위해 중간 시점 복원(Intermediate View Reconstruction, IVR) 기법과 계층적 깊이영상 기반 부호화 기법이 사용된다.

3) 실감미디어 계위화

실감미디어는 시청자의 수신 환경에 따라 계위화가 가능해야 한다. 계위성이 보장되면 어떤 환경에서도 실감 미디어

를 디스플레이 할 수 있다. 주요 기능으로는 관심영역(Region of Interest, ROI) 부분 복호, 시점 기반 콘텐츠 재현, 단말 기능에 적합한 모드 선택 등이 있다.

4) 고속/고용량 전송

실감콘텐츠를 고속으로 전송하기 위해서는 네트워크 상황과 프로토콜을 고려하여 전송하는 데이터의 양을 적응적으로 조절해야 한다. 이를 위해 변환부호화(transcoding) 기법과 실감미디어의 계층적 표현기법이 사용된다. 또한, 고용량 전송을 위해 패킷을 전송할 때 어떤 패킷을 먼저 보낼 것인가에 관한 우선순위 결정 기법도 사용된다.

4. 실감미디어 디스플레이

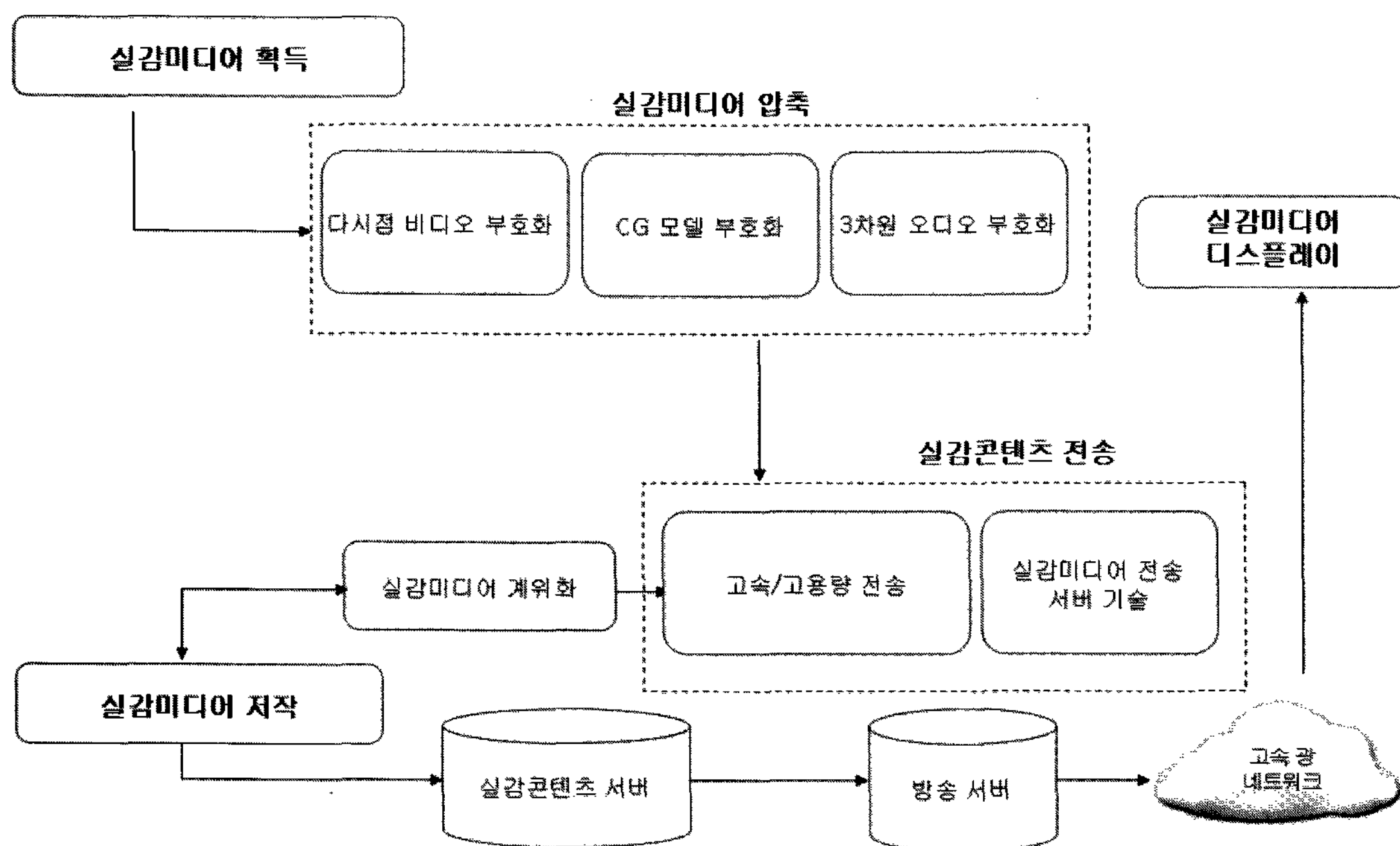
시청자가 전송된 실감콘텐츠를 즐기기 위해서는 3차원 디스플레이, 3차원 오디오 재생 시스템, 촉각 디스플레이 기술이 필요하다. [그림 10]은 실감미디어 디스플레이 기술을 나타낸다.

1) 주변환경 인식 서비스

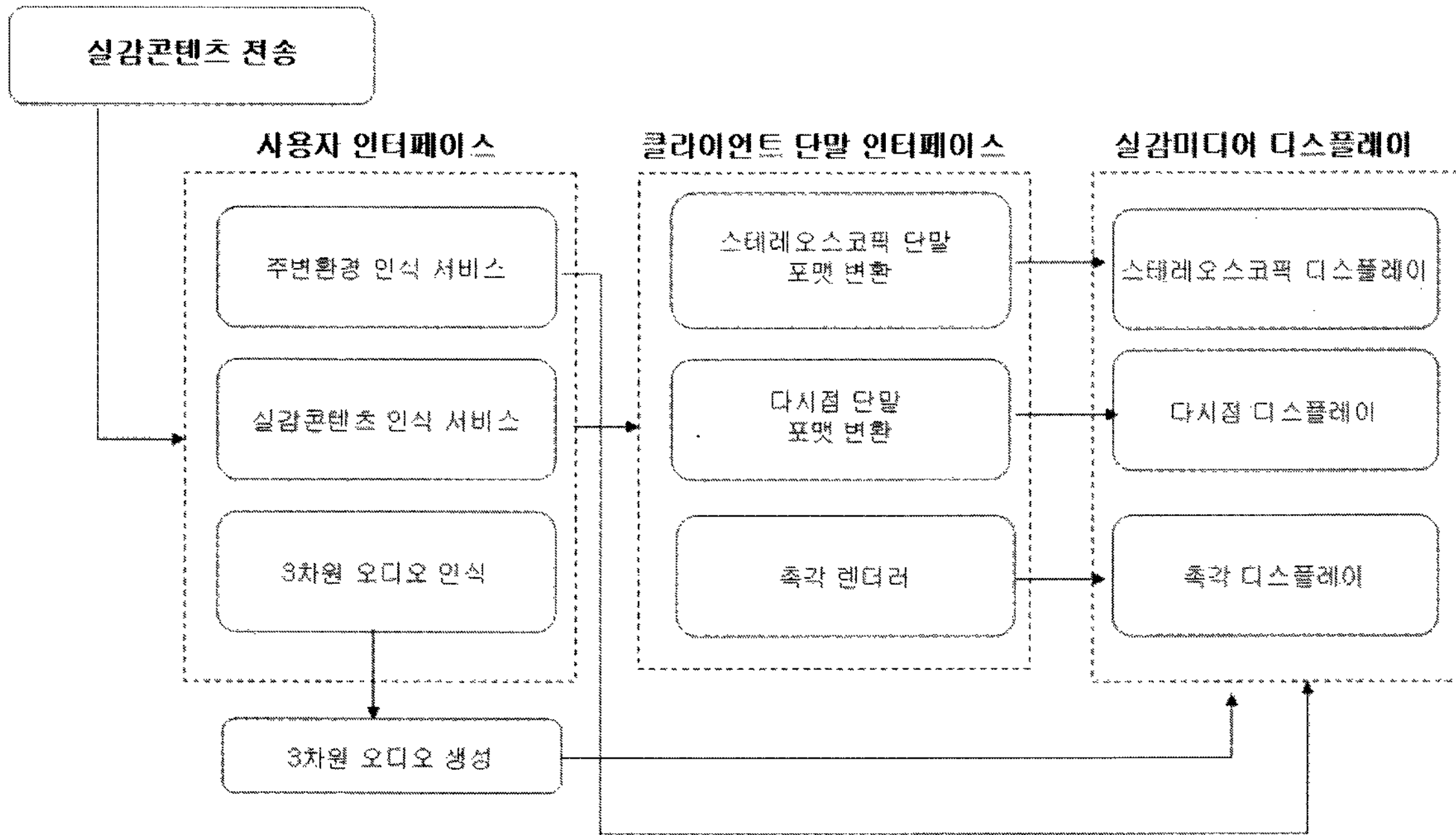
주변환경 인식 기술은 시청자의 눈을 추적하는데 사용된다. 시청자의 시점과 자세 등을 분석함으로써, 시점에 맞는 스테레오 영상을 디스플레이 할 수 있다.

2) Stereoscopic 포맷 변환

다양한 형태의 3차원 데이터를 스테레오 디스플레이 장치를 통해 재생하기 위해서는 포맷 변환 기술이 필수적이다. 입력 콘텐츠가 page-flip, interlace, top-down, side-by-side, 또는 sync double 형태로 들어오게 되면, 단말에서 디



[그림 9] 실감콘텐츠 전송 기술



[그림 10] 실감미디어 디스플레이 기술

스플레이가 가능한 형태로 콘텐츠의 포맷을 변환한다.

3) 촉각 디스플레이

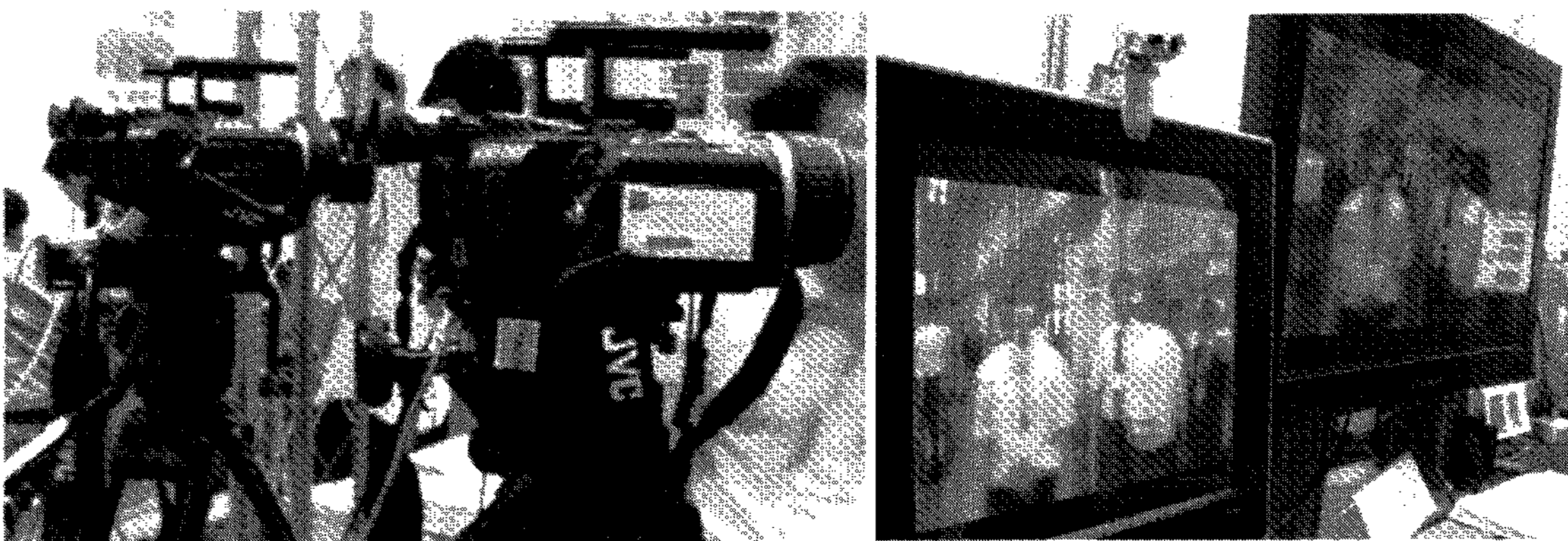
실감방송은 3차원으로 보고, 3차원으로 듣는 것뿐만 아니라 실감콘텐츠를 만져볼 수 있는 촉각 디스플레이를 지원한다. 촉각 정보는 인간이 근육과 피부를 통해 느끼는 감촉에 관한 정보이다. 주 응용분야는 교육 채널이나 과학 다큐멘터리, 홈쇼핑 등이다.

4) 오디오 인식 및 3차원 오디오 생성

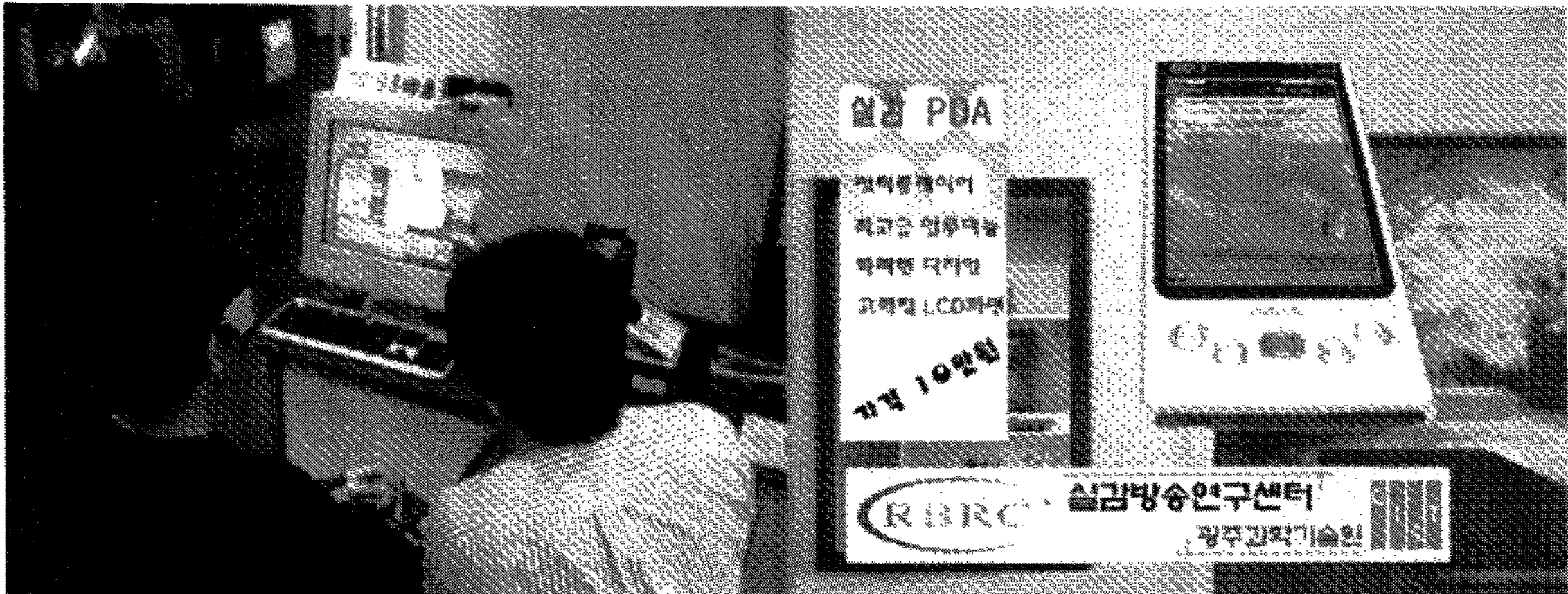
실감방송을 위해서는 시청자의 음성을 인식하는 기술이 필요하다. 오디오 인터페이스를 사용해 TV의 전원을 제어할 수도 있고 채널을 변경할 수도 있다. 또한, 획득된 실감 오디오와 사운드는 3차원 오디오 기술을 이용해 다채널 오디오로 재생성 된다.

IV. 실감방송 시스템 시연

본 논문에서 제안한 실감방송 시스템은 Information Technology Research Center(ITRC) 2005 포럼에서 시연되었고, 다양한 사용자가 이를 체험하였다. 실감방송의 가능성을 제시하기 위해 다시점 카메라와 깊이기반 카메라 기반으로 두 가지 형태의 시스템을 구축하고 이를 전시하였다. 다시점 카메라 기반 시스템은 주변환경 인식, 고속/고용량 전송, Stereoscopic 변환 기술을 포함하고 있으며, 깊이기반 카메라 기반 시스템은 3차원 데이터 모델링, Stereoscopic 디스플레이, 촉각 렌더링 기술을 포함한다. [그림 11]과 [그림 12]는 포럼에서의 시연장면을 나타낸다.



[그림 11] 다시점 카메라 기반 실감방송 시스템



[그림 12] 깊이기반 카메라 기반 실감방송 시스템

V. 결 론

지금까지 실감방송과 실감미디어의 정의와 실감방송 시스템에 사용되는 다양한 기술들에 관하여 대략적으로 살펴보았다. 다시점 카메라와 깊이기반 카메라로부터 실감미디어를 획득하였고, 획득한 실감미디어를 편집/저작해 실감콘텐츠를 생성하였다. 생성된 실감콘텐츠를 고속/고용량 네트워크를 통해 전송 한 후, 다양한 디스플레이 장치를 통해 재현함으로써 실제 시스템을 구현하였다. 실감방송은 방송과 통신 기술의 융합으로 점점 늘어가는 시청자의 다양한 요구에 부응할 수 있는 미래형 방송서비스이다. 다양한 실감미디어를 효과적으로 획득, 편집, 압축, 전송 및 재현함으로써 시청자에게 보다 질 높은 방송서비스를 제공할 수 있으며, 실감방송과 관련된 요소기술을 연구 개발하고 이에 대한 적극적인 국제 표준화 활동을 추진한다면 세계시장에서 우리나라가 유리한 고지를 선점할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] 호요성, 윤승욱, 김성열, “실감방송과 차세대 실감형 미디어”, TTA 저널, 제100호, pp.107-114, 2005년 7월.
 [2] 호요성, 김성열, “다차원 실감미디어와 실감방송 기술의 이해”, 방송과 기술, Vol.108, pp.90-97, 2004년 12월.
 [3] A. Redert, M.O. Beeck, C. Fehn, W. IJsselsteijn, M. Pollefeys, L. Gool, E. Ofek, I. Sexton, and P. Surman, “ATTEST, Advanced Three-Dimensional Television System Technologies”, Proc. of Inter-

national Symposium on 3D Data Processing Visualization Transmission, pp.313-319, June 2002.

[4] 3DTV, Integrated Three-Dimensional Television-Capture, Transmission, and Display, <http://3dtv.zcu.cz/>
 [5] S. O'Modhrain and I. Oakley, “Touch TV : Adding Feeling to Broadcast Media”, Proc. of the European Conference on Interactive Television, pp.41-47, April 2003.
 [6] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N7327, “Call for Proposals on Multi-view Video”, July 2005.

저 자 소 개



호 요 성 (扃堯盛)

1959년 1월 18일생, 1981년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업(학사), 1983년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업(석사), 1983년 3월~1995년 9월 : 한국전자통신연구소 선임연구원, 1989년 12월 미국 University of California, Santa Barbara Department of Electrical and Computer Engineering(박사), 1990년 1월~1993년 5월 : 미국 Philips 연구소 Senior Research Member, 1995년 9월~현재 : 광주과학기술원 정보통신공학과, 교수, 주관심분야 : 디지털 신호처리, 영상신호처리 및 압축, 초저속 영상통신, 디지털TV와 고선명 TV 방식, 멀티미디어 통신