

사용자 상호작용 서비스를 위한 다차원 실감미디어 기술

호요성 | 김성열
광주과학기술원

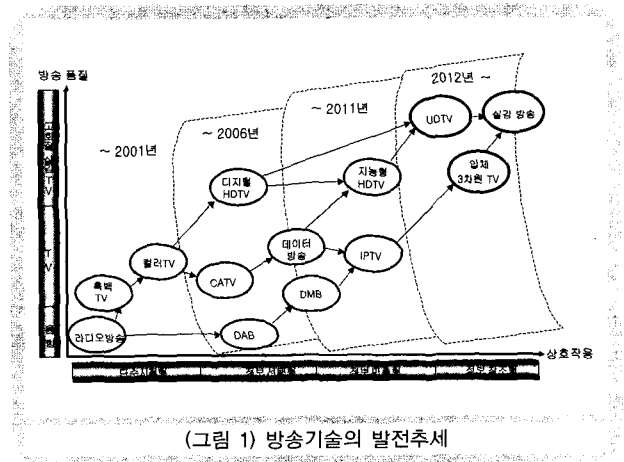
요약

차세대 방송은 시청자에게 고품질의 멀티미디어 서비스는 물론 다양한 상호작용 기능도 제공해야 한다. 사용자 상호작용은 시청자의 행동이 방송콘텐츠에 영향을 주거나 방송콘텐츠가 의도한 상황으로 시청자가 방송을 즐길 수 있게 한다. 차세대 방송은 이러한 사용자 상호작용 서비스를 통해서 보다 실감나는 방송을 시청자에게 제공할 수 있다. 요즘 관심을 끌고 있는 3차원 방송은 주로 자유시점 영상서비스에만 초점을 맞추고 있어서, 넓은 의미의 사용자 상호작용 서비스를 지원하기에는 부족하다. 본 논문에서는 방송기술의 발전 추세를 살펴보고, 사용자 상호작용 기술에 대한 국내의 상황을 분석해 본다.

1. 서론

디지털 정보화 시대를 맞이하여 초고속 네트워크가 널리 사용되고 고해상도를 지원하는 디스플레이 기술이 급속히 발전하고 있다. 대형 스크린과 입체 음향기기를 갖는 고성능 텔레비전을 통해 영화관에서의 감동을 그대로 느낄 수 있으며, 영상전화를 이용하여 멀리 떨어져 있는 사람들과 통화할 수 있다. 또한, 초고속 네트워크가 가정에 있는 고성능 PC에 연결이 되고 3차원 디스플레이 기술이 발전함에 따라, 3차원 게임과 같은 다차원 정보를 이용한 다양한 멀티미디어 응용들이 출현하고 있다. 디지털 시대의 핵심은 다양

한 멀티미디어 정보를 디지털 형태로 변환하여 전송하는 디지털 방송에 있다고 해도 과언이 아니다. 우리나라에서는 2002년도에 디지털 위성방송이 개시된 이후에 본격적인 디지털 방송 시대로 돌입하게 되었다. 2003년부터 일부 지상파 방송을 디지털화했으며, 현재는 디지털 멀티미디어 방송을 시행하고 있다. 2010년도에는 모든 방송시스템을 아날로그 형태에서 디지털 형태로 전환하는 계획을 세우고 있어서 어느 때보다도 디지털 방송에 대한 관심이 높다.



(그림 1) 방송기술의 발전추세

(그림 1)은 2003년에 만든 국가과학기술지도에서 발췌한 것으로, 상호작용과 방송품질 측면에서 방송기술의 발전 추세를 나타내고 있다[1]. 이러한 방송 기술의 발전 추세를 살펴보면, 방송은 좀더 실감나는 장면을 제공하는 방향으로 진화하고 있다. 방송은 시청자에게 좀더 현실감(presence) 있는 방송 콘텐츠를 제공하기 위해 흑백 TV에서 아날로그

컬러 TV로, 아날로그 컬러 TV에서 디지털 HD TV로 변화하였다. 최근에는 방송용 디스플레이 기술과 입체 음향기기 기술이 비약적으로 발전하여, 고품질의 오디오 비디오로 제작한 방송콘텐츠를 안방에서 편안히 감상하고 즐길 수 있다. 3차원 디스플레이 장치는 시청자의 시점 방향에 대응하는 장면을 재현하여 마치 시청자가 그 장면 안에 있는 것처럼 느끼게 한다.

또한, 다양한 멀티미디어 정보를 표현하고 처리하는 기술이 발달하여, 방송기술의 발전 추세가 단순히 시청자가 일방적으로 방송을 시청하는 단방향 형태에서 데이터 방송이나 실감방송[2]처럼 시청자가 정보를 선택하여 재창조할 수 있는 양방향 또는 대화형 방송으로 변하고 있다. 이와 같은 방송의 발전 추세에 맞춰, 차세대 방송은 시청자가 실제의 장면과 제작한 방송콘텐츠를 구별하기 힘들 정도의 고품질의 방송콘텐츠를 서비스할 것이다. 게다가, 차세대 방송은 시청자가 방송콘텐츠에 직간접적으로 참여하는 다양한 사용자 상호작용(user interactions) 기술을 제공할 것이다.

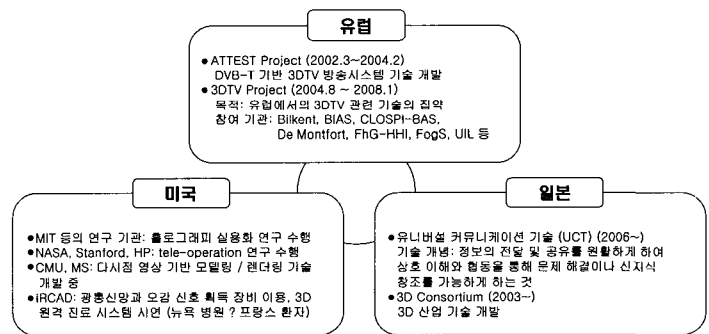
세계적으로 많은 연구기관과 대학에서 차세대 방송에 사용될 핵심기술을 개발하기 위해 노력하고 있다. 유럽에서는 ATTEST (advanced three-dimensional television system technologies)[3] 과제를 통해 2002년 3월부터 2년 동안 3차원 TV에 관한 기초 기술을 연구했으며, 2004년 9월부터는 20여개 기관이 컨소시엄을 구성하여 3DTV 과제를 수행하고 있다[4]. 3DTV 과제는 3차원 장면의 획득, 표현, 부호화, 전송, 디스플레이까지 모두 포함하고 있으며, 다시점 비디오를 획득하는 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 수십여 개의 3차원 영화관을 운영하고 있으며, 자유시점 TV 시험방송을 할 정도로 관련 기술에 대한 관심이 높다[5]. 특히, 2003년부터 3D 컨소시엄을 만들어 3D 산업에 대한 전반적인 기술을 개발하고 있으며, 유니버설 커뮤니케이션 기술 그

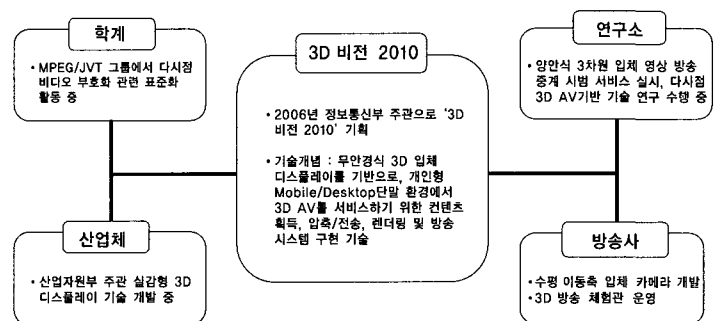
룹을 통해 실감미디어 기술을 개발한다. (그림 2)는 차세대 방송과 관련한 국외의 기술 동향을 보여준다.

차세대 방송에 관련하여 국내의 경우, 한국전자통신연구원(ETRI)에서는 2002년 월드컵에서 이미 개발된 디지털 TV 시스템을 이용하여 3차원 TV 시범방송 서비스를 제공했으며, 한국과학기술연구원(KIST)에서도 3차원 디스플레이 장치를 연구하였다. 한국방송공사(KBS)에서는 실감방송에 관련된 다양한 연구를 진행하고 있으며, 삼성전자와 LG전자에서도 3차원 카메라, 3차원 TV, 무안경식 스테레오 LCD 모니터를 연구개발하고 있다.

그 밖에 광주과학기술원, 강원대학교, 광운대학교, 고려대학교, 연세대학교를 포함한 일부 대학에서 실감영상 압축과 전송 기술을 연구하고 있으며, 다안식 입체영상 신호처리 및 홀로그램 기반의 디스플레이 기술도 지속적으로 연구하고 있다. 2006년에 정보통신부 주관으로 '3D 비전 2010'을 기획하여 개인형 모바일 및 데스크 탑 단말 환경에서 3차원 오디오 비디오를 전송하고 재현하는 종합적인 계획을 발표



(그림 2) 차세대 방송과 관련된 국외 기술 동향



(그림 3) 차세대 방송과 관련된 국내 기술 동향

하였다. (그림 3)은 차세대 방송과 관련한 국내의 기술동향을 보여준다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 2장에서는 차세대 방송으로 대두되고 있는 3차원 방송의 개념을 설명하고, 사용자 상호작용의 개념과 종류에 대해 살펴본다. 3장에서는 다차원 실감미디어를 이용하여 상호작용 기능을 지원하는 방송콘텐츠를 제작하는 과정을 설명한다. 4장에서는 사용자 상호작용 서비스를 제공할 수 있는 3차원 방송 시스템을 소개하고, 5장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 3차원 방송과 상호작용

3차원 방송은 고품질의 영상 서비스와 다양한 상호작용을 제공하는 차세대 방송으로 대두되고 있다. 3차원 방송은 시청자의 시점에 따라 방송콘텐츠를 3차원 디스플레이 장치로 재현하는 방송서비스이다. 사실 양안식 입체 TV (stereoscopic TV)에 대한 기술적 이론이 1920년대에 이미 정립되었음에도 불구하고, 아직까지 3차원 방송에 대한 개념 정립은 숙제로 남아 있었다. 그러나 최근에 3차원 방송을 지원할 수 있는 핵심 기술들이 급속히 발전함에 따라, 지금까지 3차원 방송이 성공하지 못하게 했던 여러 가지 문제들이 점차 해결되어 가고 있다.

3차원 방송을 가속화할 수 있는 기술의 발전 요소[6]들은 다음과 같다. 3차원 방송의 발전 요소의 첫 번째는 유럽, 아시아, 미국을 중심으로 아날로그 방송이 디지털 방송으로 전환되어 고화질 방송, 다채널 방송, 데이터 방송이 가능하

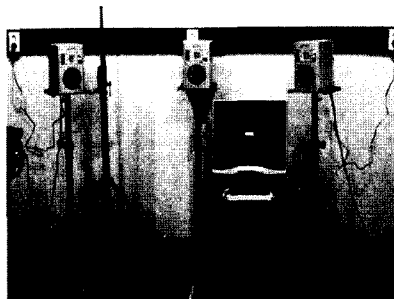
게 되었으며, 주파수 대역도 효율적으로 활용될 수 있다. 두 번째는 서로 독립적으로 발전해 오던 TV와 PC의 기술적 수렴을 들 수 있는데, 초고속 인터넷 기술이 발전하여 인터넷 방송과 같은 네트워크 기반의 방송서비스가 출현하면서 TV와 PC의 구별이 모호해졌다. 또한 광대역 IP 네트워크 기술의 괄목할만한 성장은 3차원 방송에 대한 관심을 더욱 증대시켰다.

세 번째는 영상기반 모델링 및 렌더링 기술이 급속히 발전해 그래픽으로 모델링하기 어려운 복잡한 장면을 쉽게 표현할 수 있게 되었다. 특히, 3차원 워핑 기술은 색상 영상과 동기화된 깊이 영상으로부터 다시점 영상을 생성할 수 있다. 네 번째는 3차원 디스플레이 기술의 괄목할만한 향상을 들 수 있다. 최근에 무안경식으로 입체영상을 즐길 수 있는 양안식 디스플레이가 출현하고, 여러 시점에 입체영상을 재현하는 기술도 개발되었다. 마지막 발전 요소는 시청자들의 삶의 질이 향상되면서 고품질 방송서비스에 대한 관심이 증가하고 기대치가 높아져 보다 실제와 같은 방송콘텐츠를 선호하게 되었다.

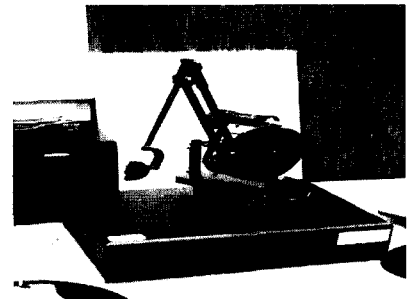
3차원 방송의 시초인 양안식 입체 TV는 여전히 시청자가 3차원 장면을 느낄 수 있는 효과적인 방법이다. 그러나 양안식 영상이 더 이상 3차원 공간정보를 표현하는 가장 좋은 방법이라고 생각하지 않는다. 오래전부터 3차원 정보를 효율적으로 표현하는 여러 다른 방법들이 계속 개발되어 왔다. 예를 들면, 컴퓨터 그래픽스 분야에서 주로 활용되는 3차원 메쉬 (mesh) 표현법은 3차원 공간 정보를 기하학, 연결성, 광학적 정보로 표현한다[7]. 또한, 체적 표현법은 복셀 (voxel)를 단위로 연속적인 3차원 장면을 체적으로 나타낸



(a) 자유시점 비디오 서비스



(b) 다채널 오디오 서비스



(c) 촉감 정보 서비스

(그림 4) 직접 상호작용

다[8]. 특히, 깊이 비디오는 체적 표현과 비슷한 개념으로, 영상의 화소 단위로 할당된 깊이 정보를 이용하여 사용자가 보는 방향에 따라 장면을 재생성할 수 있다[9]. 이러한 3차원 표현 방법은 양안식 영상과 달리 다양한 응용에 유연하고 사용자 상호작용을 지원한다.

사용자 상호작용은 차세대 방송에서 사용자에게 현실감을 높여주는 중요한 요소이다. 사용자 상호작용을 통해서 시청자가 방송콘텐츠에 영향을 미치거나, 방송콘텐츠가 포함하고 있는 시나리오에 따라 사용자들이 반응하게 된다. 사용자 상호작용은 크게 간접 상호작용(indirect interaction)과 직접 상호작용(direct interaction)으로 나눌 수 있다[10].

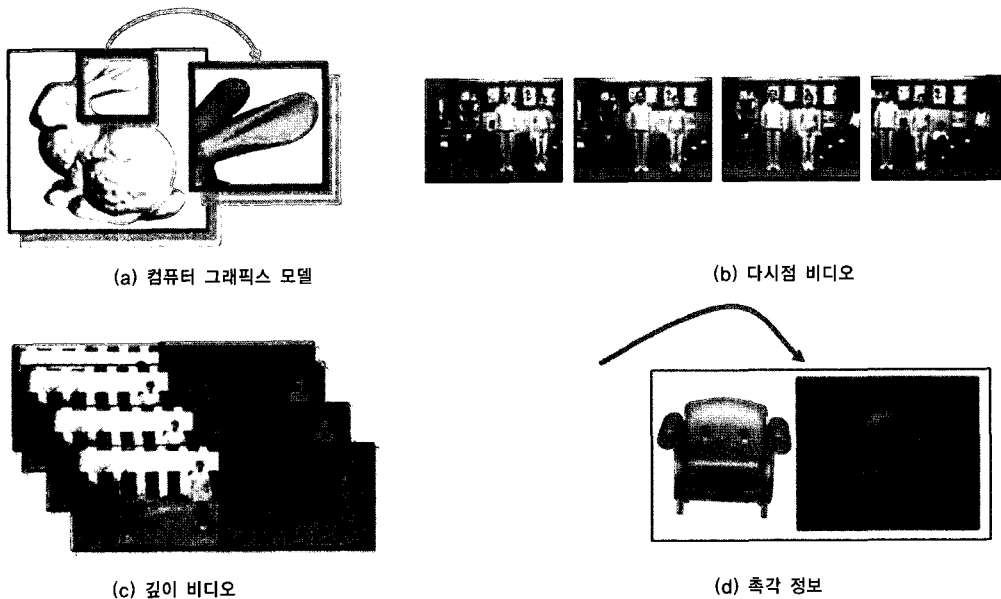
간접 상호작용은 방송콘텐츠 자체가 아닌 미리 정해진 방송콘텐츠의 시나리오에 따라 시청자가 반응하는 것이다. 시청자가 보려는 방송 채널을 선택하는 것은 간접 상호작용의 가장 일반적인 예이며, 사용자가 방송콘텐츠 외에 방송 채널로 전송된 추가적인 정보에 접근하거나 방송국에서 정해놓은 인터넷 사이트에 접속하여 방송 내용에 대한 소감을 적는 것도 간접 상호작용의 좋은 예이다.

직접 상호작용은 방송콘텐츠에 따라 사용자가 반응하게 하는 것이다. 즉, 직접 상호작용은 시청자의 오감을 자극하여 방송콘텐츠로부터 실제와 같은 느낌을 전달해 주는 것이

다. 직접 상호작용의 예로는 자유시점 비디오 서비스, 다채널 오디오 서비스, 촉각 정보 서비스 등이 있다.

자유시점 비디오 서비스는 사용자가 보는 시점에 따라 해당 장면을 재현하여 시청자가 실제의 3차원 장면을 보는 착각을 하게 한다. 다채널 오디오 서비스는 음원의 위치를 여러 채널로 나누어서 시청자가 실제와 같은 오디오를 청취하게 한다. 최근에 보는 방향으로 음원 위치를 조정하는 기술도 개발되었다. 촉각정보 서비스는 미래형 방송에서 시청자의 몰입감을 증대시키는데 중요한 역할을 할 것이다 [11].

현재 TV 시스템은 제한된 형태의 간접 상호작용만 지원한다. 지금까지 지원한 상호작용 방송서비스는 시청자들이 방송콘텐츠에 관심을 갖도록 하거나 시청자의 의견이 간접적으로 방송콘텐츠에 영향이 미칠 수 있게 하는 정도이다. 따라서 지금의 상호작용 TV가 실감나는 방송이라 하기엔 여전히 부족한 면이 많다. 게다가 우리는 지금까지 방송에 이용할 수 있는 사용자 상호작용이 어떠한 것이 있는지 또 어떻게 사용자 상호작용 서비스를 실현할 수 있는지에 대한 이해와 연구가 부족한 상태이다. 본 논문에서는 다양한 사용자 상호작용기술과 상호작용을 지원할 수 있는 3차원 방송기술에 대해 소개하고자 한다.



(그림 5) 다차원 실감미디어의 예

III. 다차원 실감미디어와 상호작용을 위한 방송콘텐츠 제작

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

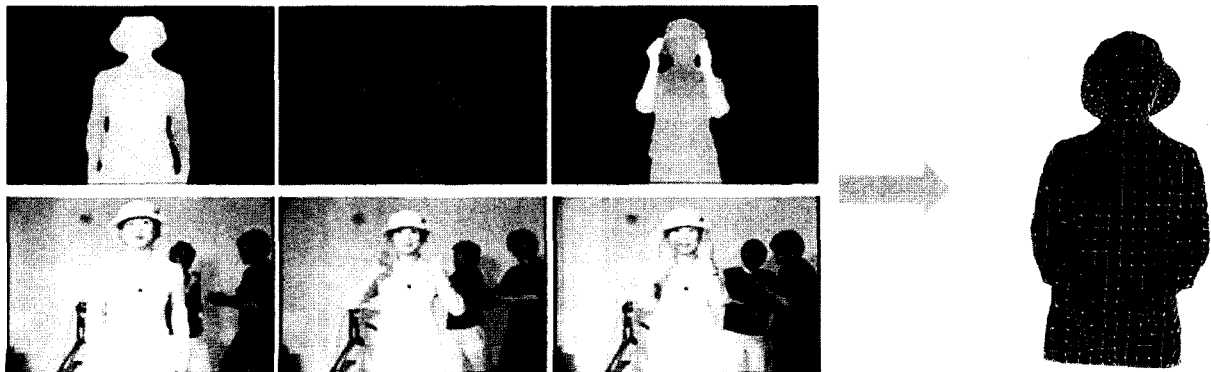
여기서 다차원 실감미디어란 공간과 시간의 제약을 극복하는 다양한 형태의 요소정보로 인간의 오감을 통해서 보고 들고 느낄 수 있는 정보를 의미한다[12]. 실감미디어의 구체적인 예로는, 컴퓨터 그래픽스 모델, 다시점 비디오, 깊이 비디오, 다채널 오디오, 촉각 정보 등을 들 수 있다.

컴퓨터 그래픽스 모델(computer graphics model)은 3차원 스캐너 및 그래픽스 소프트웨어 도구를 사용하여 획득한다. 기본적으로 컴퓨터 그래픽스 모델은 3차원 기하정보와 연결성 정보, 그리고 텍스처 정보로 구성된다. 컴퓨터 그래픽스 모델을 획득할 때는 주변 환경에 따라 획득된 모델의 색상 정보나 재질 정보가 균일하지 않기 때문에 이를 적절히 보정할 필요가 있다. 다시점 비디오(multi-view video)는 여러 시점에서 다수의 카메라로 한 장면을 촬영한 다중 동영상의 집합이다. 다시점 비디오를 이용하여 시청자에게 원하는 시점의 영상을 제공한다. 다시점 비디오의 응용 분야는 자유시점 TV, 3차원 방송, 감시 카메라 영상(surveillance), 파노라믹 영상, 홈 엔터테인먼트 등이 있다.

깊이 비디오(depth video)는 색상과 깊이 영상 시퀀스의 집합이다. 즉, 깊이 비디오는 2차원 비디오에 부가적으로 깊이 정보가 포함된 동영상을 말한다. 깊이 영상은 스테레오 및 다시점 카메라로부터 얻은 영상들 사이의 시차를 측정



(그림 6) 홈쇼핑 방송콘텐츠의 구성 요소

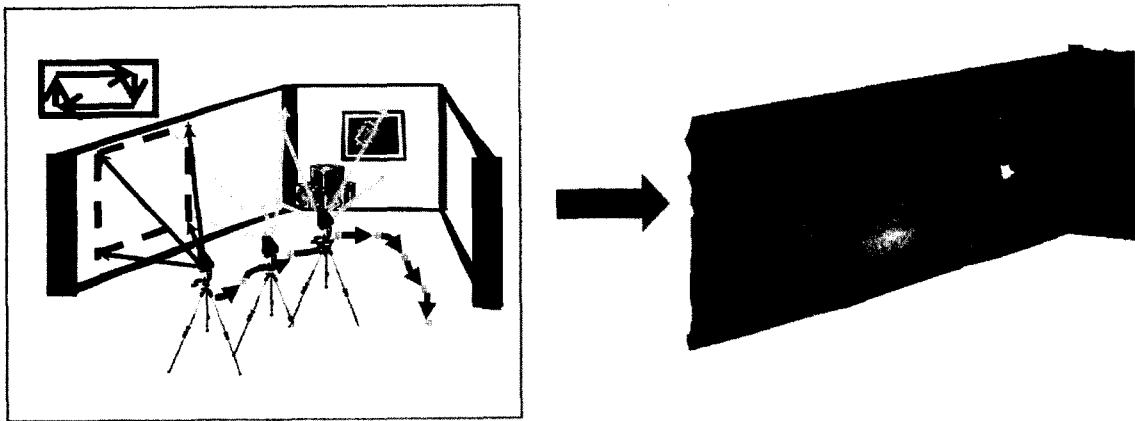


(그림 7) 동적 3차원 모델 생성

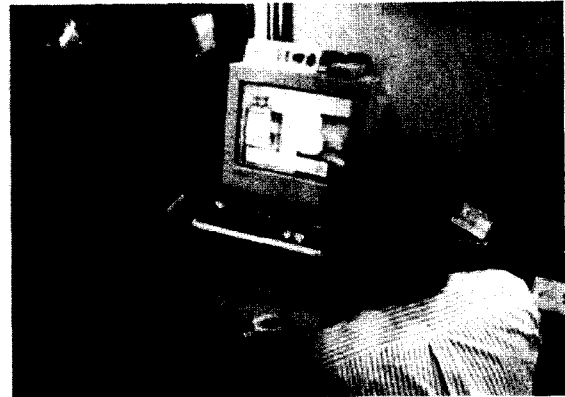
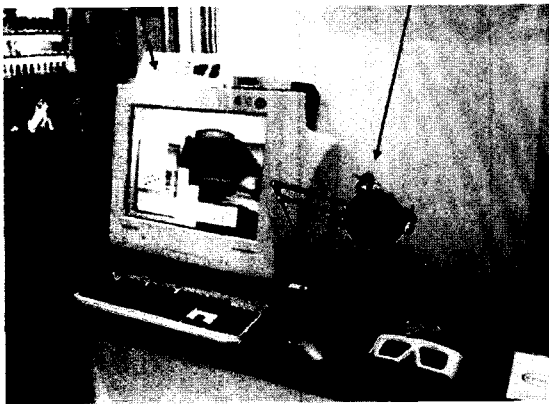
(disparity estimation)하여 생성하거나, 적외선 센서를 이용한 깊이 카메라로 직접 획득할 수 있다. 다채널 오디오(multi-channel audio)는 일반적으로 HRTF(head related transfer function) 예측을 통해 소리의 방향과 거리를 유추하여 생성한다. 다채널 오디오는 다시점 비디오와 접목하여 사용자에게 몰입감을 더 줄 수 있다.

촉각 정보(haptic data)는 인간이 근육과 피부를 통해 느끼는 감촉에 관한 정보이다. 촉각 정보는 3차원 방송에서 3차원 영상으로 보고 다채널 오디오로 듣는 것 뿐만 아니라, 방송콘텐츠를 직접 만져볼 수 있는 상호작용을 제공한다. 컴퓨터 그래픽스 모델의 촉감 정보는 일반적으로 범프맵(bump map)을 이용하여 표현할 수 있다.

광주과학기술원 실감방송연구센터[13]에서는 다차원 실감미디어 장치를 이용하여 방송콘텐츠를 제작했으며[14], 홈쇼핑 방송을 테마로 제작된 방송콘텐츠를 2004년 ITRC 포럼에 전시했다. 제작한 홈쇼핑 방송콘텐츠는 3차원 디스플레이, 다채널 오디오 재현, 촉각 정보 서비스가 가능하다. 일반적인 홈쇼핑 방송콘텐츠는 시청자가 상품과 상품정보를 수동적으로 보고 결정하지만, 이때 제작된 홈쇼핑 방송콘텐츠는 시청자가 상품을 3차원으로 보고 직접 만지거나 조작하여 상품의 특성을 쉽게 파악할 수 있다. 홈쇼핑 방송콘텐츠를 제작하기 위해서 다차원 실감미디어 중 컴퓨터 그래픽스 모델, 깊이 비디오, 다채널 오디오, 촉각 정보를 사용하였다. (그림 6)은 홈쇼핑 방송콘텐츠의 구성 요소를 보여준다.



(그림 8) 실사기반의 3차원 배경



(그림 9) 실감 방송콘텐츠를 이용한 사용자 상호작용

쇼핑호스트는 깊이 카메라로부터 획득한 깊이 비디오를 이용하여 표현했다[15]. 깊이 카메라를 이용하여 동기화된 깊이 영상과 색상 영상을 얻은 후, 깊이 영상 정보를 이용하여 연속적인 3차원 표면을 생성한다. 깊이 카메라로 얻은 초기 깊이 영상은 광학적 잡음과 왜곡을 포함하고 있어, 저역 통과 필터 및 3차원 평탄화 기법을 활용하여 깊이 영상의 품질을 향상시킨다. 3차원 표면을 생성하기 위해, 깊이 영상의 화소 위치와 화소 값을 3차원 정보로 간주하여 매쉬 삼각화(mesh triangulation)를 이용한다. 그런 다음, 색상 영상을 생성된 3차원 표면에 텍스처 매핑(texture mapping)하여 최종 3차원 장면을 만든다. (그림 7)은 깊이 비디오를 이용하여 동적 3차원 모델을 생성하는 장면을 보여준다.

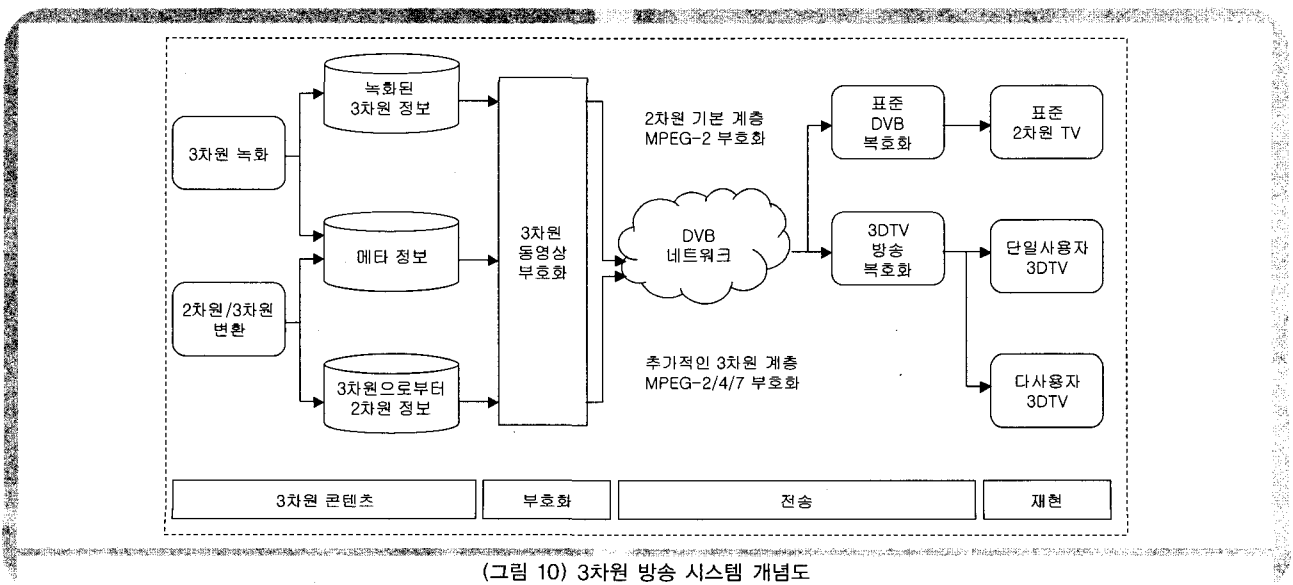
홈쇼핑 배경은 실시간 기반의 3차원 배경으로 제작하였다[16]. 실시간 기반의 3차원 배경은 사용자가 방송콘텐츠의 배경을 자유롭게 탐색할 수 있게 하고, 배경에 포함되어 있는 객체와 상호작용을 할 수 있다. 실시간 기반의 3차원 배경을 생성하기 위해, 스테레오 및 다시점 카메라를 배경 주위로 이동하면서 다시점 영상을 얻어낸다. 그런 다음, 시차 측정법을 이용하여 3차원 점단(3-D point cloud)을 추출하고 초기 깊이 영상을 얻는다. 3차원 점단과 초기 깊이 영상은 광학적 및 물리적 잡음을 포함하고 있기 때문에, 평탄화 기법을 이용해 정제된 깊이 정보를 얻어낸다. 마지막으로, 영상결합(stitching) 기술을 이용해 여러 개의 3차원 배경을 하나의 큰

3차원 배경으로 병합한다. (그림 8)은 실시간 기반 3차원 배경의 생성과정을 보여준다.

홈쇼핑 방송에서 사용한 상품은 컴퓨터 그래픽스 모델로 제작했다. 컴퓨터 그래픽스 모델은 그래픽 소프트웨어 도구를 이용하여 만들었다. 컴퓨터 그래픽스 모델로 표현한 상품은 동적 3차원 장면과 배경에 결합되어 홈쇼핑 방송콘텐츠를 완성했다. 특히, 범프맵을 컴퓨터 그래픽스 모델에 적용하여 사용자가 상품의 재질을 체험할 수 있도록 하였다. 또한, 쇼핑호스트를 표현한 깊이 영상의 깊이 정보를 3차원 기하학 정보로 가정하여 촉감 정보 서비스를 제공하였다[17]. 다차원 실감미디어를 이용하여 3차원 장면을 생성하려면 장면 기술자가 필요하다. 장면 기술자는 깊이 비디오의 프레임마다 그래픽스 기반의 3차원 모델이 움직이고 회전하는 정보를 기술한다. MPEG-4 BIFS는 VRML을 기반으로 독립적인 객체 정보를 이용하여 3차원 장면을 표현하는 국제 표준이다[21].

IV. 상호작용 서비스를 위한 3차원 방송 시스템

ATTEST 과제에서 3차원 방송 시스템은 3차원 정보 생성



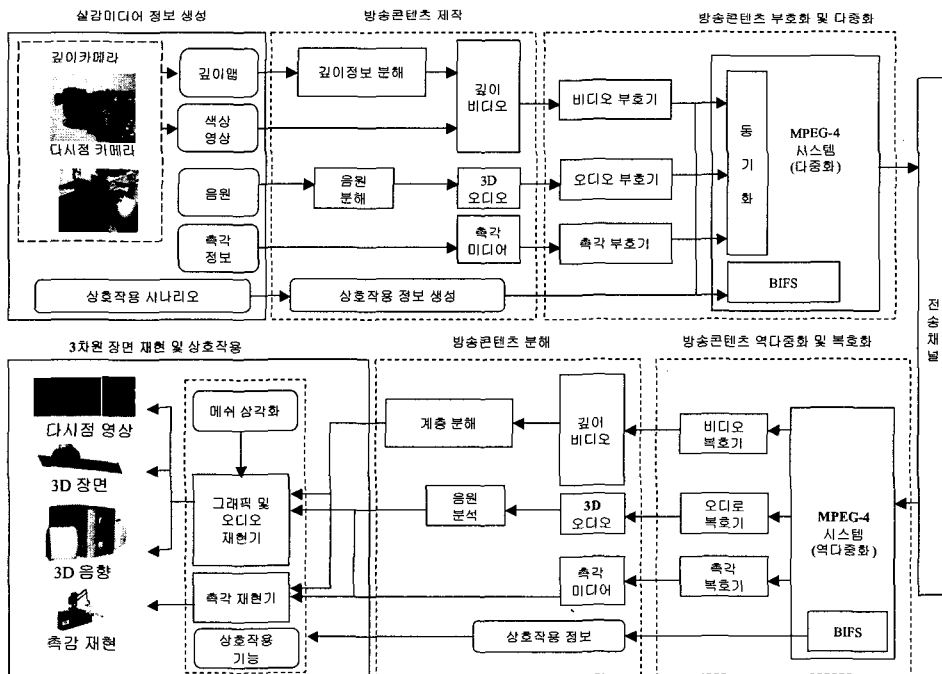
(그림 10) 3차원 방송 시스템 개념도

단계, 3차원 정보 부호화 단계, 전송 단계, 다시점 영상 재현 단계, 3차원 디스플레이 단계로 나누어진다. 3차원 정보 생성은 3DV System의 ZCam, NHK의 Axi-vision HDTV 카메라와 같은 깊이 카메라를 이용하여 깊이 비디오를 획득하였다. 깊이 카메라는 고속의 적외선 정보를 기존의 방송시스템과 결합한 것으로, 발산한 적외선과 반사된 적외선 시간을 양자화하여 깊이 정보를 추출한다. 깊이 카메라의 단점은 제한된 환경의 실내의 장면에 적합하고 깊이 정보를 추출하는 거리가 제한된다.

다시점 카메라는 실의 장면을 위한 대안으로서, 다시점 카메라로 획득한 다시점 비디오에 스테레오 정합 기술을 적용하여 3차원 정보를 얻어낸다. 3차원 정보 부호화는 깊이 비디오를 2차원 부호기로 압축하는 것이다. 깊이 영상은 색상 영상의 명암 성분으로 간주하여 MPEG-2, MPEG-4, H.264/AVC와 같은 2차원 비디오 부호화기를 사용하여 부호화한다. 전송단계에서는 3차원 정보를 전송하고 기존의 2차원 디지털 방송과 호환성을 유지하기 위해, MPEG-2 전송스트림(transport stream, TS)을 이용한다.

다시점 영상 재현은 3차원 영상 워핑 기술을 이용하여 깊이 비디오로부터 사용자의 시점에 맞는 영상을 재현하는 것이다. 3차원 영상 워핑 기술은 3차원 공간으로 투영한 깊이 정보와 색상 정보를 가상 카메라의 위치로 다시 재 투영하여 다시점 영상을 얻어내는 방법이다. 3차원 영상 워핑의 단점은 폐색 영역이 존재할 경우 원하는 장면을 생성하기가 어렵다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 계층적 깊이 영상(layered depth images, LDI)[18]을 이용할 수 있다. 마지막으로, 3차원 디스플레이 단계는 사용자 시점에 따라 해당하는 장면을 재현하는 것이다. 사용자의 시점을 추적하기 위해 사용자 머리 추적 기술이나 시선 추적 기술이 이용된다.

(그림 10)은 ATTEST에서 제안한 3차원 방송 시스템을 보인 것인데, 이는 사용자 상호작용을 자유시점 비디오 서비스에 초점을 맞추었다. 따라서 기존의 3차원 방송 시스템은 폭넓은 의미의 사용자 상호작용 서비스를 제공하기에 부족하다. 3장에서 소개한 방송콘텐츠를 효과적으로 획득하고 전송하기 위해서는 기존의 3차원 방송 시스템을 수정할 필요가 있다. (그림 11)은 우리가 제안한 3차원 방송 시스템을



(그림 11) 다양한 상호작용을 지원하는 3차원 방송 시스템

보인 것인데, 이는 다양한 사용자 상호작용을 제공하고 방송서비스의 품질도 계층화한다.

송신 단계는 실감미디어 정보 생성, 방송콘텐츠 제작, 방송콘텐츠 부호화 및 다중화, 전송 과정으로 구성된다. 실감미디어 정보 생성은 기존의 3차원 시스템과 같이 깊이 카메라나 다시점 카메라를 이용하여 3차원 정보를 획득한다. 고품질의 깊이 영상을 생성하기 위해 깊이 카메라와 다시점 카메라의 결합도 가능하다[19]. 제공하고자 하는 방송콘텐츠에서 어떠한 상호작용을 지원할지를 결정하고, 상호작용 정보를 생성한다. 특히, 촉각 정보 서비스를 위해 촉각 정보를 설계하거나 수집한다. 방송콘텐츠 제작 단계에서는 깊이 정보를 분해하여 방송서비스의 품질을 계층화할 수 있다. 깊이 정보를 계층화하여 사용자의 수신기 성능에 따라 색상 영상만을 제공하거나 깊이 정보를 차별적으로 제공한다[20]. 색상 영상과 분해된 깊이 정보는 깊이 비디오의 형태로 변환된다.

수집한 오디오 신호와 촉각 정보는 분석하여 3차원 오디오와 촉각미디어로 변환한다. 방송콘텐츠 부호화 및 다중화 단계에서는 생성한 실감미디어를 해당 부호화기를 통해 부호화한다. 또한, MPEG-4 BIFS를 이용하여 3차원 장면에 포함된 실감미디어 정보를 기술한다. 부호화된 비트열은 MPEG-4 멀티미디어 프레임워크에 따라 동기화되어 하나의 비트열로 변환한다. 전송 과정에서는 IP 네트워크 및 대용량 네트워크를 통해서 고속 전송 기술을 이용하여 방송콘텐츠를 수신단에 전달한다.

수신 단계는 방송콘텐츠 역다중화 및 복호화, 방송콘텐츠 분해, 3차원 장면 재현 및 상호작용으로 나누어진다. 방송콘텐츠 역다중화 및 복호화는 MPEG-4 멀티미디어 프레임워크에 의해 생성된 비트열을 분해하여 개별적인 실감미디어로 변환한다. 방송콘텐츠 분해는 깊이 정보를 계층적으로 분해하여 사용자에게 전달되는 방송서비스의 품질을 차별화한다. 3차원 장면 재현 및 상호작용 단계에서는 다양한 다차원 실감미디어를 MPEG-4 BIFS에 의해 정의한 형태로 합성하여 3차원 장면을 생성한다. 다시점 비디오는 깊이 비디오를 3차원으로 워핑하여 생성하고, 3차원 장면은 GPU를 사용하여 실시간으로 그래픽 렌더링한다. 촉각 정보 서비스는 수신된 촉각 정보를 활용하여 촉각 디스플레이 장치로 재현한다.

V. 결 론

본 논문에서는 사용자 상호작용 서비스를 위한 3차원 방송 시스템과 다양한 다차원 실감미디어 기술을 대략적으로 살펴 보았다. 다시점 카메라와 깊이 카메라로부터 3차원 비디오를 위한 실감미디어를 획득하고, 획득한 실감미디어를 편집하고 저장하여 방송콘텐츠를 생성한다. 생성된 방송콘텐츠를 고속 및 고용량 네트워크를 통해 전송한 후, 3차원 및 촉각 디스플레이 장치를 통해 재현하여 다양한 사용자 상호작용 서비스를 제공할 수 있다. 상호작용을 지원하는 3차원 방송은 방송과 통신 기술의 융합으로 점점 늘어나는 시청자의 다양한 요구에 부응할 수 있는 미래형 방송으로, 다양한 실감미디어를 효과적으로 획득, 편집, 압축, 전송, 재현하여 시청자에게 보다 질 높은 방송서비스를 제공할 수 있다. 따라서 차세대 방송과 관련된 요소기술을 체계적으로 연구 개발하고 이에 대한 적극적인 국제 표준화 활동을 추진한다면 우리나라가 3차원 방송 분야의 세계 시장에서 유리한 고지를 차지할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 광주과학기술원(GIST) 실감방송연구센터(RBRC)를 통한 정보통신부 대학IT연구센터(ITRC)와 교육인적자원부 두뇌한국 21(BK21) 정보기술사업단의 지원에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

- [1] 한국과학기술부, 국가과학기술지도, 2003.
- [2] 호요성, 김성열, "다차원 실감미디어와 실감방송 기술의 이해," 방송과 기술, vol. 108, pp. 90-97, 2004.
- [3] A. Redert, M. op de Beeck, C. Fehn, W. Ijsselstein, M. Pollefeys, L. van Gool, E. Ofek, I. Sexton, and P. Surman, "ATTEST: Advanced Three-Dimensional Television System Technologies," Proc. of International Symposium on 3D Data Processing, pp. 313-319, 2002.

- [4] Integrated Three-Dimensional Television-Capture, Transmission, and Display, <http://3dtv.zcu.cz/>.
- [5] S.Y. Kim, S.U. Yoon, and Y.S. Ho, "Realistic Broadcasting Using Multi-modal Immersive Media," Lecture Notes in Computer Science, vol. 3768, pp. 164-175, 2005.
- [6] C. Fehn, R. Barre, and S. Pastoor, "Interactive 3DTV Concepts and Key Technologies," Proceedings of the IEEE, vol. 94, no. 3, pp. 524-538, 2006.
- [7] H. Hoppe, "Progressive Meshes," SIGGRAPH, pp.99-108, 1996.
- [8] T. Matsuyuma, X. Wu, T. Takai, and T. Wada, "Real-time Dynamic 3D Object Shape Reconstruction and High-fidelity Texture Mapping for 3D Video," IEEE Trans. on Circuit and System and Video Technology, vol. 14, no. 3, pp. 357-369, 2004.
- [9] C. Zitnick, S. Kang, M. Uyttendaele, S. Winder, and R. Szeliski, "High-quality Video View Interpolation Using a Layered Representation," SIGGRAPH, pp. 600-608, 2004.
- [10] J. Cha, B. Lee, S. Kim, and J. Ryu, "Smooth Haptic Interaction in Broadcasted Augmented Reality," Lecture Notes in Computer Science, vol. 3585, pp. 1046-1049, 2005.
- [11] S. O' Modhrain and I. Oakley, "Touch TV: Adding Feeling to Broadcast Media," Interactive Television: from Viewers to Actors, pp. 41-47, 2003.
- [12] 호요성, 윤승욱, 김성열, "실감방송과 차세대 실감형 미디어," TTA 저널, 제100호, pp. 107-114, 2005.
- [13] 실감방송연구센터, <http://rbrc.gist.ac.kr/>.
- [14] J. Cha, S.M. Kim, S.Y. Kim, S.U. Yoon, I. Oakley, J. Ryu, K.H. Lee, W. Woo, and Y.S. Ho, "Client System for Realistic Broadcasting: A First Prototype," Lecture Notes in Computer Science, vol. 3768, pp. 176-186, 2005.
- [15] S.M. Kim, J. Cha, J. Ryu, and K.H. Lee, "Depth Video Enhancement of Haptic Interaction Using a Smooth Surface Reconstruction," IEICE Trans. on Information and System, vol. E89-D, pp. 37-44, 2006.
- [16] S. Kim and W. Woo, "Registration of Partial 3D point Clouds Acquired from a Multi-view Camera for Indoor Scene Reconstruction," IEICE Trans. on Information and Systems, vol. E89-D, pp. 62-72, 2006.
- [17] J. Cha, S.Y. Kim, Y.S. Ho, and J. Ryu, "3D Video Player System with Haptic Interaction Based on Depth Image-Based Representation," IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol. 52, no. 2, pp. 477-484, 2006.
- [18] J. Shade, S.J. Gortler, and R. Szeliski, "Layered Depth Image," SIGGRAPH, pp. 291-198, 1998.
- [19] G.M. Um, K.Y. Kim, C. Ahn, and K.H. Lee, "Three-dimensional Scene Reconstruction Using Multi-view Images and Depth Camera," Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XII, vol. 5664, pp. 271-280, 2005.
- [20] S.Y. Kim, S.B. Lee, and Y.S. Ho, "Three-dimensional Natural Video System based on Layered Representation of Depth Maps," IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol. 52, no. 3, pp. 1035-1042, 2006.
- [21] F. Pereira and T. Ebrahimi, The MPEG-4 Book, Prentice Hall PTR, 2002.

약 력



호 요 성

1981년 서울대학교 전자공학과 (학사)
 1983년 서울대학교 전자공학과 (석사)
 1983년 ~ 1995년 한국전자통신연구소 선임연구원
 1989년 University of California, Santa Barbara Department of Electrical and Computer Engineering (박사)
 1990년 ~ 1993년 미국 Philips 연구소 Senior Research Member
 1995년 ~ 현재 광주과학기술원 정보통신공학과 교수
 관심분야: 디지털 신호처리, 영상신호처리 및 압축, 멀티미디어 시스템, 디지털 TV와 고선명 TV, MPEG 표준, 3차원 TV, 실감방송



김 성 열

2001년 강원대학교 정보통신공학과 (학사)
 2003년 광주과학기술원 정보통신공학과 (석사)
 2003년 ~ 현재 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정
 관심분야: 3차원 메쉬 모델링 및 압축, 디지털 신호처리, 멀티미디어 시스템, 3차원 TV, 실감방송