

업도 매우 다양하다고 할 수 있다.

3D 산업은 2D 영상물이 필요한 분야는 대부분 적용될 수 있다고 본다. 하지만 3D가 2D를 모두 대체하게 되는 것은 결코 아니다. 아바타 영화도 감독의 말을 인용하면 3D가 추가됨으로 몰입 감을 얻을 수 있지만 3D만을 위해 영화를 만들지는 않았다고 하였다. 극장에서도 2D 아바타와 3D 아바타가 동시에 상영되었으며 선택은 관람객이 하였다. 방송 서비스도 마찬가지라는 생각이다. 안경이 필요한 불편한 형태의 스테레오스코픽 3D(S3D) 서비스는 24시간 방송개념으로 부적절하다는 생각에는 변함이 없다. 하지만 디지털 전환이 되면 가능해지는 프리미엄 서비스 개념으로 접근한다면 충분히 설득력이 있다. 영화도 그렇고 방송도 그렇고 3D는 디지털 환경에서 가능한 서비스이기 때문이다. 현재 시장에 출시된 3DTV 대부분도 기존의 2DTV에 3D 영상물을 재생할 수 있는 기능이 추가된 형태이지 3D만을 위한 전용 TV는 결코 아니다. 아날로그에서 디지털로 전환 되듯 2D에서 3D로 전환되는 것이 패러다임의 이동은 아니라는 것이다. 당분간은 2D와 3D가 공존해 가며 더 적절하고 효율적인 방향으로 선택적으로 적용되면 된다는 생각이다. 이것은 방송과 영화의 응용 분야에만 국한되는 사항이 아니다.

그래서 3D 콘텐츠의 중요성이 더 커지는 것이다. 모든 방송 프로그램을 3D로 제작할 필요는 없다. 영화도 마찬가지이다. 영상물이 가지는 정보의 전달을 극대화할 수 있는 형태가 되면 그것이 가장 최적이라는 생각이다. 요즘 3D 산업에 대한 관심이 매우 고조되고 있다. 일각에서는 우려의 목소리도 함께하고 있다. 2D인지 3D인지가 중요한 것이 아니고 현 시점에서 우리가 기술 경쟁을 선도할 수 있는 분야가 무엇인지를 찾아서 관련 원천 기술을 확보하는 것이 가장 중요하고 필요하다.

관련 표준화 작업도 마찬가지이다. 물론 기술의 일부는 이미 표준화가 완성되거나 진행 중에 있지만 상대적으로 기술력 우위를 선점할 수 있는 여지가 많은 분야이다. 특히 2010년 세계 최초로 시도하는 지상파 3DTV 실험방송은 실험방송으로서 갖는 의미보다는 관련 기술력 확보와 표준화 작업을 선도할 수 있는 기회의 측면에서 더 큰 의미를 두고 싶다. R&D 과제와 병행하며 실험방송의 문제점을 보완해 나간다면 3DTV 방송 분야에서도 세계 최고의 기술력을 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 기술의 진화는 이제 그 속도를 예측할 수 없을 만큼 빨리 진행되고 있다. 미래 기술을 먼저 예측하고 관련 기술을 먼저 확보하는 자만이 경쟁에서 살아남을 수 있는 시대가 온 것이다.

**참고 문헌**

- [1] 유지상, "3D영상시대의 전망", 한국통신사업자연합회 회보, 세상을 이어주는 통신연합, 2010년 봄호.
- [2] 김규현, 안충현, 김성규, 유지상, "3D 기술표준화 동향", 한국방송공학회 학회지 3월호, 2008년.
- [3] 정보통신중점기술 표준화로드맵, 한국정보통신기술협회, 2009년.
- [4] 유지상, "3DTV 표준화 동향", TTA 저널 제127호, 2010년 1월.

## 다시점 3차원 TV를 위한 영상 처리 기술



광주과학기술원 실감방송연구센터  
 호요성 교수

### I. 서론

올해 초에 제임스 캐머런 감독의 3차원 영화 '아바타'가 20억 달러에 육박하는 수입으로 역대 최고 흥행 수입을 기록하고, 국내에서도 역대 영화 흥행 순위 1위로 올라섰다. 국내 관람객중 절반 이상이 3차원 입체 상영관에서 이 영화를 관람한 것으로 조사되어 3차원 입체 영상에 대한 뜨거운 관심을 확인할 수 있다. '아바타'의 뒤를 이어 '이상한 나라의 앨리스', '하늘에서 음식이 내리면' 등 다양한 3차원 영화가 그 흥행 흐름을 이어가고 있다. 3차원 영상은 영화산업뿐만 아니라, 교육, 문화, 광고, 게임 등 다양한 분야에서 이슈로 떠오르고 있는데, 이러한 추세는 2차원 영상 시대에서 3차원 영상 시대로의 전환이 이루어지고 있는 것을 보여준다. 3차원 영상은 깊이 정보를 포함한 영상으로 기존의 평면적인 2차원 영상에서 느낄 수 없는 입체감을 제공하여 더 생생하고 현장감 있는 화면을 사용자에게 제공할 수 있는 차세대 영상이다 [1].



[그림 1] 최근 흥행에 성공한 3차원 입체 영화들

이러한 3차원 영상의 흐름은 TV 방송 분야에까지 확대되고 있다. 3차원 TV는 고품질의 방송 콘텐츠 및 사용자와의 상호작용을 제공할 수 있는 방송 기술로서, 실제 시청자가 화면 내 공간에 있다는 느낌을 줄 수 있을 정도의 거리감을 포함하는 영상 정보와 소리 정

보를 제공한다. 최근 서로 독립적으로 발전해 오던 TV와 컴퓨터 기술의 융합과 영상기반 모델링 및 렌더링과 같은 기술의 효율적인 접목, 그리고 3차원 디스플레이 기술의 발전이 3차원 방송의 상용화에 대한 기대를 높이고 있다. 최근 양안식(stereoscopic) 영상 서비스를 목표로 하는 현 단계에서 한 걸음 더 나아가 보다 넓은 시야로 다양한 시점의 영상을 서비스할 수 있는 다시점 3차원 TV에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[2].

본 논문에서는 다시점 영상을 획득하고 이를 처리하여 3차원 영상을 생성하고 재생하는 방법을 소개한다. 제2장에서 다시점 3차원 영상의 원리와 연구 동향에 대해 살펴보고, 제3장에서 이에 관련된 다양한 영상처리 기술을 소개한다. 마지막으로, 제4장에서 결론을 맺는다.

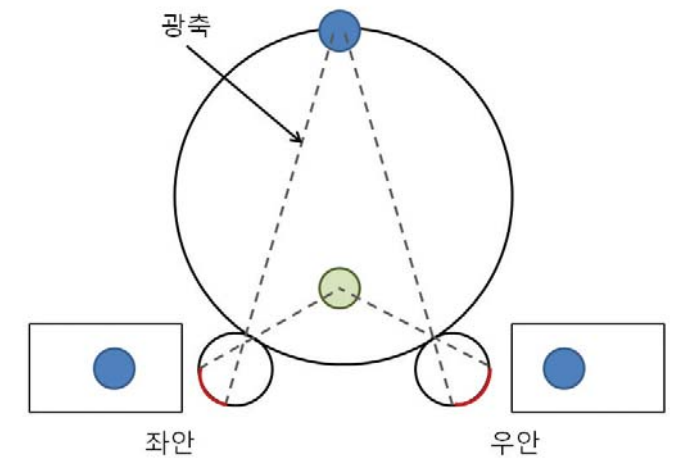
## II. 다시점 3차원 영상과 연구 동향

다시점 3차원 TV 방송 서비스를 구현하기 위해 일부 기술 선진국의 연구기관과 대학 및 기업체에서는 오랜 기간 관련된 기술을 연구하고 개발해 왔다. 본 장에서는 다시점 3차원 TV의 원리와 연구 동향, 그리고 안정성 문제에 대해 살펴본다.

### 1. 3차원 영상과 인간 시각 시스템

현재 서비스되고 있는 입체 영상은 인간 시각 시스템을 기반으로 2차원 영상의 조합을 통해 사람이 깊이감을 인지할 수 있도록 제작되었다. 우리가 3차원 물체를 관측할 때 2차원 곡면인 망막을 통해 그 형태를 획득하기 때문에, 뇌로 전달된 영상은 이미 3차원 정보를 잃어버린 상태가 된다. 소실된 3차원 정보를 복원하기 위해, 뇌는 경험적 요인과 생리적인 요인으로 대변되는 3차원 정보 복원 시스템을 이용하여 두 영상을 서로 융합시켜 본래의 3차원 장면을 재구성한다. 특히 양안 깊이 단서를 이용하는 생리적인 요인의 경우, 큰 입체감을 제공하기 때문에 3차원 콘텐츠를 제작할 때 가장 먼저 고려된다.

[그림 2]와 같이, 생리적인 요인에는 양안의 초점 조절과 시차가 있다. 그 중 양안의 초점 조절은 사람이 주로 가까운 사물에 초점을 맞추고 먼 사물을 볼 때보다 동공이 더 물리는 현상을 의미한다. 결과적으로 동공의 수축 및 움직임 정도가 뇌에 전달되고, 이를 뇌가 3차원의 정량적인 정보로 변환하여 거리감을 느끼게 된다. 양안 시차는 관찰자가 서로 다른 위치의 두 눈을 통해 3차원 물체를 주시하기 때문에 발생한다. 즉, 양안 시차는 양쪽 눈에 받아들여지는 물체의 상이 조금씩 차이가 있는 것을 의미하고, 가까운 사물을 볼 때의 양안 시차는 먼 사물을 볼 때보다 크게 나타난다. 결과적으로 양안 시차와 실제 거리의 관계는 반비례적이라 할 수 있다. 양쪽 눈으로 측정된 양안 시차 정보가 뇌에 전달되고, 이를 뇌가 3차원적인 정량적 거리 정보로 변환하여 거리감을 느끼게 된다[3].



[그림 2] 양안 시차 및 초점 조절 효과

현재 3차원 영상은 주로 생리적 요인 중 양안 시차를 이용하여, 두 장의 서로 다른 위치에서 촬영된 양안식 영상을 기반으로 서비스되고 있다. 최근에는 기존의 양안식 영상의 개념을 확장하여 넓은 시야와 안정적인 입체감을 제공하는 다시점 영상에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

### 2. 3차원 TV 연구 동향

양안식 영상과 다시점 영상을 기반으로 한 3차원 TV에 대한 전반적인 연구는 MPEG(Moving Picture Experts Group)을 중심으로 미국, 유럽, 일본 등의 기술 선진국에서 활발히 이루어지고 있다[4].

3차원 입체영상 기술을 선도하고 있는 미국에서는 1990년대부터 3차원 TV에 대한 연구를 활발히 진행했다. 미국 Microsoft 회사와 MERL(Mitsubishi Electric Research Laboratories)은 가상시점 비디오 프로젝트와 3DTV 프로젝트를 통해 3차원 영상을 획득하고 처리하여 재현하는 연구를 진행했다 [5]. 유럽에서는 1998년 PANORAMA 프로젝트와 2002년의 ATTEST 프로젝트를 통해서 3차원 TV에 대한 기반 기술을 연구했으며, 2004년부터 대학과 연구소로 구성된 컨소시엄을 통해 3DTV 프로젝트를 진행했다[6].

일본은 TAO(Telecommunications Advancement Organization of Japan)를 통해 3차원 TV에 대한 개발을 시작했으며, 2003년에 Sanyo와 Sony의 주도로 3D 컨소시엄이 구성되었다. 2007년 11월부터 BS11 위성 방송을 통해 하루에 네 차례 입체 영상 콘텐츠를 방영하는 등 3차원 입체영상 서비스에도 앞장서고 있다[7].

국내에서는 1990년대 중반부터 일부 대학과 연구소를 중심으로 3차원 입체영상과 3차원 정보처리 기술에 대한 기초 연구를 진행하고 있다. 한국전자통신연구원(ETRI)은

2002년 월드컵을 양안식 방식을 이용하여 3차원 입체방송 시범서비스를 제공했고, 한국과학기술연구원(KIST)은 가상현실을 구현하기 위한 3차원 영상처리 기술에 대한 연구를 수행하고 있다. 광주과학기술원을 비롯한 많은 대학에서도 3차원 TV와 실감방송에 관련된 연구를 활발히 진행하고 있다 [8]. 한편 2009년에 만들어진 '차세대 3차원 융합산업 컨소시엄'은 3차원 융합기술의 개발에 산학연 사이의 긴밀한 협력을 구체화하여 관련 연구에 더욱 박차를 가하고 있다.

### 3. 3차원 영상의 안정성

2차원 영상의 경우에 이미 수차례 광과민성 발작 증세가 발생하여 영상의 안정성 문제가 지적되고 있다. 요즘 3차원 영상에 대한 관심이 높아지면서, 3차원 영상도 안정성을 평가해야 한다는 의견이 제시되고, 다양한 표준화 작업이 진행되고 있다. 특히, 3차원 영상을 관람한 시청자들이 두통이나 메스꺼움 등을 느끼는 사례가 늘고 있어 이에 대한 안정성 기준을 시급히 확보해야 한다는 목소리가 높아지고 있다.

3차원 영상에서 오는 스트레스는 여러 가지 원인이 있다. 첫째로 지나친 깊이감의 변동으로 인한 피로를 들 수 있다. 이는 공간적 깊이감 뿐만 아니라 시간적 깊이감도 포함한다. 또 3차원 디스플레이 장치의 기술적 한계로 인해 좌우 영상을 완벽하게 분리해내지 못해서 나타나는 혼선(crosstalk) 문제와 눈의 수렴 각도와 초점 거리의 불일치 문제도 피로의 주된 원인이 된다. 깊이 정보와 단안 깊이 단서의 불일치, 각 시점 영상사이의 색상이나 기하학 오차 또한 3차원 영상의 안정성을 해치는 원인이 된다. 따라서 3차원 영상을 제작할 때, 영상 안정성을 고려하여 깊이감을 조절하고 시점간의 불일치 문제를 해결하는 방안이 필요하다 [9].

## Ⅲ. 3차원 다시점 TV를 위한 영상처리 기술

본 장에서는 다시점 영상을 획득하고 처리하는 핵심적인 기술을 소개한다. 단일 시점 영상과 달리, 다시점 영상을 사용할 경우에는 이에 관련된 여러 가지 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위한 전처리 과정, 깊이맵(depth map) 획득 방법, 가상시점 생성 기술, 3차원 디스플레이 장치를 통한 재생 기술을 설명한다.

### 1. 다시점 영상 획득

다시점 3차원 TV를 위한 영상은 다시점 카메라를 이용해 획득할 수 있다. 다시점 카메라라는 여러 대의 카메라를 일정한 형태로 배열한 뒤, 동시에 장면을 촬영함으로써 다시점 영상을 얻는다. [그림 3]은 다양한 다시점 카메라의 배열을 나타낸다. 카메라를 평행선상에 배열하여 촬영하는 평행 카메라 배열이 가장 널리 사용되고 있으며, 인접한 카메라 사이에 일정한 각도를 가지는 아치형 카메라 배열이나 원형 카메라 배열도 사용된다. 좀 더

자유로운 시점의 영상을 얻기 위해 1차원 카메라 배열을 여러 층으로 쌓아 올린 형태의 2차원 카메라 배열을 사용하기도 한다 [10].



[그림 3] 다양한 배열의 다시점 카메라 시스템

시청자가 자유롭게 모든 시점의 영상을 보기 위해서는 매우 조밀한 간격으로 촬영된 다시점 영상이 필요하다. 하지만 다수의 카메라를 조밀하게 배치하는 작업은 현실적으로 불가능할 뿐 아니라, 촬영된 모든 영상을 압축하여 전송하는 작업 또한 매우 복잡하다. 따라서 이미 촬영된 영상물을 이용하여 실제로 촬영되지 않은 가상시점의 영상을 생성하는 기술이 필요한데, 이때 가장 중요한 것이 깊이맵이다. 깊이맵은 물체와 장면의 깊이 정보를 영상으로 나타낸 것으로서, 장면의 3차원 정보를 의미한다. 가상시점의 중간영상 합성은 이 깊이맵의 정보를 이용하여 이뤄지는데, 자세한 내용은 뒷부분에서 설명하도록 한다.

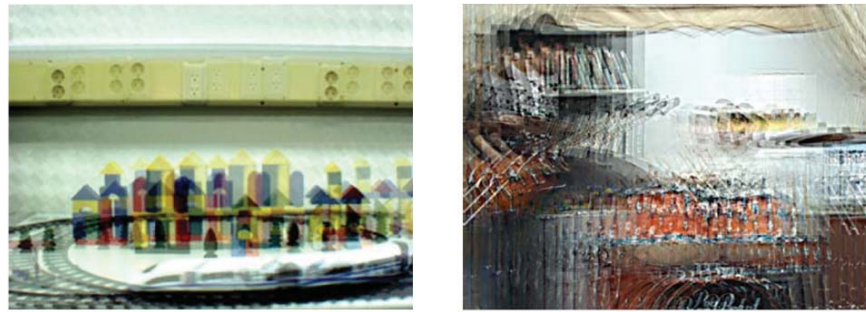
### 2. 다시점 영상 정렬

다시점 영상의 촬영을 위해 여러 대의 카메라를 사용할 경우, 카메라간의 간격이나 방향이 일정하지 않아서 영상 내에 기하학적 오차가 발생할 수 있다. 이러한 오차는 카메라를 수동으로 배열하기 때문에 생기며, 각 시점의 영상에서 대응점의 수직 좌표와 수평 방향으로의 시차인 변위가 일정하지 않은 것을 의미한다. 또한 같은 기종의 카메라를 사용하더라도 카메라 내부의 물리적인 특성 차이가 존재하게 되는데, 이러한 오차는 깊이맵을 추정하거나 중간시점 영상을 합성할 때 영상의 품질을 떨어뜨리는 원인이 된다. 이를 해결하기 위해서는 각 카메라의 변수를 획득한 뒤, 이를 기반으로 각 영상들을 다시 정렬하는 과정이 필요하다 [11][12].

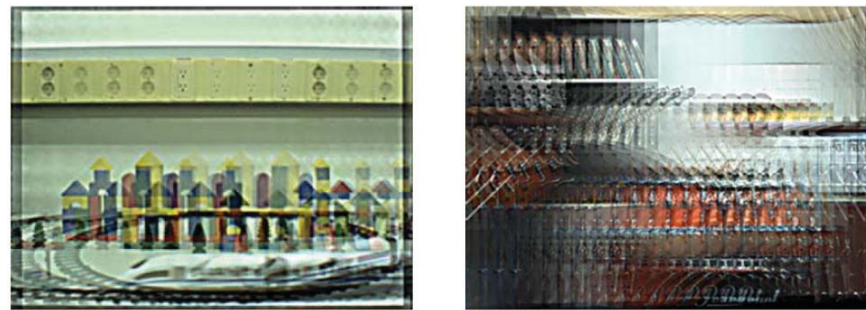
보통 다시점 영상을 촬영하기 전에 다시점 카메라 시스템을 이용하여 격자무늬 패턴을 촬영하고, 각 영상에서의 특징점을 기반으로 카메라의 내부 변수와 외부 변수를 계산한다. 카메라 내부 변수는 카메라의 초점 거리나 각 화소의 크기 등의 카메라 내부의 물리적 특성을 나타내는 행렬이고, 카메라 외부 변수는 3차원 공간에서 카메라의 방향과 위치를 나타내는 회전 행렬과 이동 벡터로 이루어진다.

이렇게 얻어진 카메라 변수들을 사용해 화소별 변환식을 생성하고, 이를 각 시점의 영상에 적용하여 기하학적 오차를 최소화한다. 정렬된 다시점 영상들은 모두 같은 내부 변

수 값을 가지며, 대응점 간에도 수직 방향으로 변화가 없으며, 수평 방향으로 일정한 변위만 가지게 된다. [그림 4]는 각각 정렬되기 전의 다시점 영상과 정렬된 후의 다시점 영상을 나타낸다.



(a) 기하학적 불일치가 존재하는 다시점 영상



(b) 영상 정렬화를 통해 기하학적 불일치가 보정된 영상

[그림 4] 다시점 영상의 영상 정렬

### 3. 다시점 영상 색상 보정

다시점 카메라 시스템을 사용할 때 발생하는 다른 문제는 영상 사이의 색상 불일치이다. 동일 기종의 카메라로 같은 설정을 사용하여 촬영하더라도 카메라 내부 특성의 차이 때문에 영상의 색상이 서로 다르게 촬영된다. 이러한 색상 불일치 문제는 깊이맵 추정과 중간영상 합성, 다시점 영상 압축 시에 걸림돌로 작용할 수 있기 때문에 이를 보정해주는 과정이 필요하다. 다시점 영상의 색상 보정 방법은 크게 세 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 영상의 전체적인 특성을 분석하여 색상을 보정하는 방법으로 각 시점의 평균 밝기나 히스토그램 등의 정보를 이용한다. 이 방법은 손쉽게 색상 보정이 가능하여 다시점 영상 연구 초기에 많이 사용되었으나, 비폐색 영역에 대한 고려가 쉽지 않아서 그 성능이 입력 영상에 크게 의존적이라는 단점을 갖는다[13].

두 번째 방법은 본 영상을 촬영하기 전에 Macbeth 색상 차트를 같이 촬영하고, 이를 기반으로 영상의 색상을 보정하는 방법이다. 이 방법은 색상 차트 촬영이라는 추가 과정

이 필요하지만, 비교적 정확한 보정이 가능하고, 절대 색상 판단이 가능하다는 장점을 갖고 있어서 많이 이용되고 있다.

마지막 방법은 다시점 영상간의 대응점을 추출하고, 대응점 사이의 색상 정보를 기반으로 보정하는 방법이다. Macbeth 색상 차트 촬영 등의 추가 과정이 필요치 않고, 비폐색 영역까지 고려할 수 있어서 최근 가장 많이 연구되고 있는 보정 방법이다. [그림 5]는 대응점 사이의 색상 정보를 이용하여 보정된 다시점 영상을 보여준다. 왼쪽 두 영상은 색상 불일치 문제가 존재하는 두 시점의 영상을 보여주고, 오른쪽 영상은 보정된 결과를 보여준다.



(a) Uli 영상



(b) Flamenco 영상

[그림 5] 다시점 영상의 색상 보정

### 4. 깊이맵 생성

현재 3차원 영상 서비스를 개발하는 전문가들이 논의하고 있는 3차원 TV의 기본 개념은 제한된 시점의 영상과 깊이맵을 이용하여 보다 풍부한 임의 시점의 입체영상을 사용자에게 제공한다는 것이다. 이는 사용자의 디스플레이 형식에 따라서 양안식 영상으로 재생하기도 하고, 영화 매트릭스의 'bullet time' 과 같이 시청 시점을 부드럽게 이동하여 시청할 수 있게 하는 것을 의미한다. 이와 같은 기능을 구현하기 위해서는 제한된 수의 다시점 영상으로부터 다른 시점의 영상을 합성하는 과정이 필요한데, 이때 다시점 영상과 그에 상응하는 깊이맵을 사용한다.

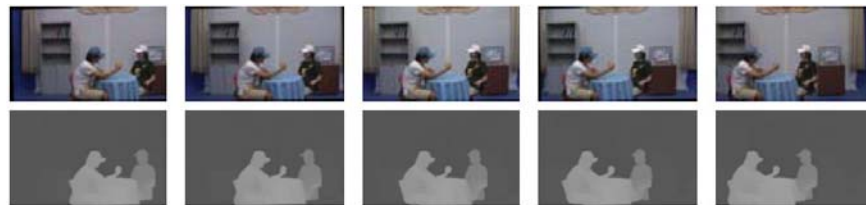
깊이맵을 획득하는 방법은 능동적인 방법과 수동적인 방법이 있다. 그 중 능동적인 방법은 깊이 카메라나 3차원 스캐너와 같은 장비를 이용하여 물리적으로 장면의 깊이를 측정하는 방법을 통칭한다. 이러한 방법은 실시간으로 정확한 깊이 정보를 얻을 수 있는 장점이 있지만, 장비의 가격이 비싸고 해상도의 제한이 있다. 수동적인 방법은 이미 촬영된 영상을 이용하여 깊이 정보를 추정하는 방법을 말하며, 스테레오 정합이나 2차원 영상의

3차원 변환 방법 등이 여기에 속한다. 간접적인 방법은 고가의 측정 장비를 사용하지 않고 깊이맵을 얻을 수 있는 장점이 있지만, 수행시간이 비교적 오래 걸리고 정확도가 낮다는 단점이 있다. 최근에는 두 방법의 단점을 서로 보완하기 위해 능동적인 방법과 수동적인 방법을 혼합한 복합형 시스템이 제안되었다[14][15].

다시점 카메라와 깊이 카메라를 혼합한 복합형 카메라 시스템의 경우, 깊이 카메라를 통해 획득한 깊이 정보를 다시점 영상의 초기 깊이 정보로 이용할 수 있다. 다시점 영상의 색상 정보와 상응하는 깊이 정보를 정합하기 위해, 다시점 카메라와 깊이 카메라를 각각 독립적으로 보정한다. 이때 각기 다른 두 카메라의 카메라 변수를 이용해 3차원 워핑을 수행하는데, 3차원 워핑은 깊이 정보와 카메라 변수를 이용하여 원하는 화소들을 3차원 공간으로 보낸 뒤 목표 시점으로 재투영하는 과정이다.

최근 고해상도의 다시점 영상에 대한 연구가 늘어나면서, 색상 영상의 해상도와 깊이맵의 해상도의 차이를 해결하기 위해 색상 영상의 불연속 정보를 이용하여 깊이맵의 해상도를 확대하는 연구가 진행되고 있다. 깊이맵의 경계를 색상 영상의 불연속 부분에 맞게 확대하기 위해 마르코프 랜덤 필드(Markov random field)나 Bilateral 필터를 이용하면 보다 정확한 깊이맵을 얻을 수 있다[16].

이렇게 생성된 깊이맵을 초기 깊이 정보로 간주하고, 영역 기반의 스테레오 정합을 수행한다. 또한 자연스러운 깊이맵의 생성을 위해 깊이맵의 우도 정보와 사전 정보를 이용하여 화소 단위로 정제하는 과정을 수행한다. 정제 과정에 사용되는 최적화를 위해 신뢰 확산(belief propagation)이나 그래프 컷(graph cut)의 방법이 널리 이용되고 있다[17][18]. [그림 6]은 앞에 설명한 방법으로 획득된 다시점 영상과 그에 대응되는 깊이맵을 보여준다.



[그림 6] 다시점 영상과 깊이맵

### 5. 중간영상 합성

앞서 언급한 바와 같이, 실제 촬영되지 않은 가상적인 위치의 중간영상을 보간하여 만들기 위해서는 한 시점 이상의 참조 영상과 깊이맵, 그리고 카메라 변수가 필요하다. 임의의 중간시점의 영상을 생성하기 위해서는 참조 영상을 목표 시점인 가상시점으로 시점이동을 해야 한다. 즉, 참조시점 영상 내의 화소들을 가상시점으로 이동시켜야 한다. 이를 위해 Fehn은 3차원 워핑을 이용한 중간시점 영상생성 방법을 제안했는데, 카메라 변수

와 깊이 정보를 이용하여 참조시점의 각 화소가 가상시점 영상의 어느 위치에 사영되는지를 정의하여 중간시점 영상을 생성하는 방법이다[19].

3차원 워핑을 이용하여 가상시점의 영상을 생성하면 시점의 이동에 의해서 참조 영상에서는 보이지 않는 부분이 새롭게 나타나게 된다. 이러한 영역을 비폐색(disocclusion) 영역 또는 홀(hole)이라고 하는데, 참조 영상에 없는 이러한 부분을 채우는 작업이 필요하다. 다시점 영상의 경우에는 그 영역에 해당하는 정보를 다른 시점에서 찾아서 채워 넣는 방법을 이용할 수 있지만, 이는 색상 영상에 대응되는 깊이 값이 정확하다는 가정이 성립될 때만 가능하다. 비록 많은 연구를 통해 깊이맵의 정확도가 많이 향상되었으나, 경계 불연속점에서 발생하는 모호성은 여전히 문제가 되고 있다. 이러한 모호성이 반영된 깊이맵은 중간시점 영상의 생성 과정에서 경계 잡음을 발생시키는데, 경계 잡음 영역을 검출하여 이를 제거할 수 있다[20]. [그림 7]은 합성된 중간영상에서 깊이맵의 오류에 의해 발생한 경계 잡음과 이를 제거한 결과를 보여준다.



[그림 7] 합성된 영상의 경계 잡음 제거

### 6. 3차원 비디오의 재생

앞에서 설명한 방법으로 제작된 3차원 영상은 입체 디스플레이 장치를 통해 재생될 수 있다. 3차원 입체 디스플레이 장치는 입력으로 받을 수 있는 시점의 개수에 따라 양안식 디스플레이와 다시점 디스플레이로 구분될 수 있으며, 보는 방법에 따라 안경식과 무안경식으로 나눌 수 있다. 안경식 디스플레이 장치는 편광원리를 이용한 특수 안경을 통해 좌영상과 우영상을 분리하여 시청자에게 입체감을 느끼도록 한다. 안경식 입체 영상 디스플레이는 일찍부터 상용화되어 기술의 성숙도가 높은 편이다. 무안경식 lenticular 방식과 parallax barrier 방식과 같은 무안경식 디스플레이 장치도 양안시차를 이용한다는 근본적인 원리에는 차이가 없지만, 화면 앞에 좌우 영상을 분리하는 소자를 설치하여 사용자가 안경 없이도 입체감을 느끼게 한다[1].

양안식 디스플레이는 시차를 가지는 두 장의 영상이 입력되었을 때 3차원 입체감을 느낄 수 있지만, 시야가 좁고 상대적으로 몰입감이 떨어지는 단점이 있다. 반면, 다시점 디스플레이의 경우 넓은 시야에서 다양한 시점의 입체 영상을 즐길 수가 있어 매우 실감나는 입체 영상을 시청할 수 있다.

## IV. 맺음말

이 논문에서는 최근 뜨거운 이슈로 떠오르고 있는 다시점 3차원 TV의 전반적인 내용과 3차원 영상처리 기술들에 대해 살펴보았다. 다시점 3차원 TV는 양안식 3차원 TV 보다 실감나는 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있지만 영상 획득과 전처리, 깊이맵 획득, 중간 시점 영상 합성, 3차원 디스플레이 장치를 통한 재생 등 많은 과정이 필요하며, 상용화까지는 관련된 다양한 분야의 연구와 기술 개발이 추가로 필요한 상태다. 산학연간의 끊임 없는 기술 교류를 통해 3차원 영상처리를 위한 요소 기술을 개발하고, 이에 대한 적극적인 국제 표준화 활동을 추진한다면, 다시점 3차원 TV에 관련된 세계 시장에서 유리한 고지를 선점할 수 있을 것으로 기대한다.

### 감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음. (NIPA-2010-(C1090-1011-0003))

#### 참고 문헌

- [1] 호요성, 김성열, 3DTV 3차원 입체영상 정보처리, 두양사, 2010.
- [2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N9784, "Introduction to 3D Video," May 2008.
- [3] E. B. Goldstein, Sensation and perception, Wadsworth, 2001.
- [4] 호요성, 정재일, 강윤석, "3차원 TV와 실감 방송의 기술 동향," 전자공학회지, 제36권, 제4호, pp. 38-46, 2009. 04.
- [5] 호요성, 이상범, "미국의 3차원 TV," 방송과기술, vol. 150, pp. 136-145, 2008. 07.
- [6] 호요성, 이은경, "유럽의 3차원 TV," 방송과기술, vol. 149, pp. 127-137, 2008. 05.
- [7] 호요성, 허진, "일본의 3차원 TV," 방송과기술, vol. 150, pp. 134-144, 2008. 06.
- [8] 호요성, 김성열, "한국의 3차원 TV," 방송과기술, vol. 152, pp. 112-123, 2008. 08.
- [9] M. Lambouij, W. Usselsteijn, "Visual Discomfort and Visual Fatigue of Stereoscopic Displays: A Review," Journal of Imaging Science and Technology, vol. 53, no. 3, pp. 030201-14, May 2009.
- [10] B. Wilburn, N. Joshi, V. Vaish, E. Talvala, E. Antunez, A. Barth, A. Adams, M. Horowitz, and M. Levoy, "High performance imaging using large camera arrays," ACM Transactions on Graphics, vol. 24, no. 3, pp. 765-776, July 2005.
- [11] Z. Zhang, "A Flexible New Technique for Camera Calibration," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 22, no. 11, pp. 1330-1334, Nov. 2000.
- [12] 강윤석, 호요성, "평행 카메라 배열에서 촬영된 다시점 영상의 효율적인 정렬화 방법," 신호처리합동학술대회 논문집, 제21권, pp. 92-95, 2008. 09.
- [13] U. Fecker, M. Barkowsky, and A. Kaup, "Histogram-Based Prefiltering for Luminance and Chrominance Compensation of Multiview Video," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 18, no. 9, pp. 1258-1267, Sept. 2009.
- [14] E. Lee, Y. Kang, Y. Jung, Y. Ho, "3-D Video Generation using Hybrid Camera System," International Conference on Immersive Telecommunications, pp. T5(1-6), May 2009.
- [15] Y. Kang, E. Lee, and Y. Ho, "Multi-Depth Camera System for 3D Video Generation," International Workshop on Advanced Image Technology, pp. 44(1-6), Jan. 2010.
- [16] J. Diebel and S. Thrun, "An application of markov random fields to range sensing," Advances in Neural Information Processing Systems, vol. 18, pp. 291-298, Dec. 2005.
- [17] J. Sun, N. Zheng, and H. Shum, "Stereo Matching Using Belief Propagation," IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 25, no. 7, July 2003.
- [18] Y. Boykov, O. Veksler, and R. Zabih, "Fast Approximate Energy Minimization via Graph Cuts," IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 23, no. 11, Nov. 2001.
- [19] C. Fehn, "Depth-Image-Based Rendering (DIBR), Compression and Transmission for a New Approach on 3D-TV," SPIE Stereoscopic Displays and Virtual Reality System XI, vol. 5291, pp. 93-104, Jan. 2004.
- [20] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M16064, "Implementation of Boundary Noise Removal for View Synthesis," Feb. 2009.

## 국내외 전자파 인체보호 기준 및 관리 동향

국민대학교 전자공학부  
장병준 교수  
시스다인  
문성원 대표이사



전자파를 이용한 무선통신이 보편화되면서 전 세계적으로 전자파의 인체영향에 대한 관심이 증가하고 있다. 이에 선진 각국에서는 엄격한 전자파 인체보호 기준을 제정하고, 다양한 관리 방법을 채택하고 있다. 국내에서도 독자적인 전자파 인체보호기준을 제정하였고 2007년부터 일정 기준에 해당하는 무선국은 전자파강도를 의무적으로 측정하여 측정 결과를 공개하고 있다. 이에 본 고에서는 다양한 국내·외 전자파 인체보호 기준을 비교하고, 각 국마다 채용하고 있는 관리 방안에 대해 조사 분석하여 국내의 전자파 인체보호 기준 및 관리의 타당성, 그리고 향후 개선 방안 마련에 참고하고자 한다.

### I. 머리말

전자파 (EMF: Electric, Magnetic, and Electromagnetic Field)는 산업사회에 서뿐만 아니라 정보화 사회를 거쳐 지식기반 사회에 이르기까지 인류에게 수많은 편리함과 풍요로움을 제공하는 긍정적인 효과, 즉 전자파의 순기능을 제공하고 있다. 이에 따라 휴대폰으로 대표되는 CDMA(Code Division Multiple Access) 및 W-CDMA (Wideband CDMA) 이동통신 시스템의 가입자 증가로 언제 어디서나 무선통신 서비스를 제공하기 위한 기지국(Base Station)의 설치가 급증하고 있다. 이동통신 기지국은 그 수가 많을수록 이동전화의 통화품질이 좋아지므로 인구가 많은 거주지역이나 집 가까이 설치되는 것이 이제는 보편화되고 있다. 게다가 최근 WiBro로 대표되는 휴대인터넷, 무선 LAN (Wireless LAN) 등 신규 무선통신 서비스의 보급이 확대되고 있으므로 관련된 기지국 수는 지속적으로 증가될 전망이다.