

# 입체 변환 기술

김 만 배

강원대학교 IT대학 컴퓨터정보통신공학과

## 목 차

- I. 서론
- II. 입체영상 원리
- III. 입체변환 기술
- IV. 응용 기술
- V. 결론

### I. 서론

2D/3D 입체변환은 지난 90년 초부터 관심을 가져 왔던 기술로써, 영상처리 및 컴퓨터비전 기술의 발달로 점진적으로 발전되어온 분야이다. 그러나, 타 기술처럼 시장에서 상업용 응용 제품을 보기 힘든 것은 소비자의 요구를 만족할 수 있는 기술 개발을 위해서 극복해야 할 기술적 문제와 하드웨어로 구현했을 때의 복잡도 때문이다. 또한 완벽한 3D 입체감의 전달이 가능한 스테레오 영상 또는 컴퓨터 그래픽스와 달리 소비자가 만족할 수 있는 수준의 입체감을 전달하는 것이 어려운 점이다. 그러나, 입체변환 기술은 디지털 TV, DVD, 디지털 카메라, 케이블 TV, 노트북, IPTV, 휴대폰, PC 등의 다양한 멀티미디어 기기에 적용할 수 있기 때문에, 상업적 가치가 매우 높은 기술이다. 또한 최근에, 3D입체영화의 성공으로 비실시간 3D변환작업도 많은 각광을 받고 있다.

3D 영상이 일반적으로 보급되기 위한 조건 중의 하나는 3D 영상 콘텐츠가 다량으로 제작되는 것이다. 그러나 하드웨어인 3D 디스플레이가 완벽하게 시장을 형성하지 않고 있는 현재의 상황에서 볼 때 3D 영상 콘텐츠 제작에만 모든 것을 기대하는 것은 무리한 생각이다.

2D 영상 콘텐츠는 방송물, 영화 등에서 많이 있기 때문에, 2D 영상으로부터 3D 입체영상을 만드는 것에 대한 요구는 당연하다. 미래의 3D 방송을 고려하면 실시간으로의 변환이 필수적으로 요구된다. 여러 가지

방법이 이미 제안되고 있지만 대부분의 경우는 변환된 3D 영상의 품질이 나쁜 경우가 많다.

입체영상 처리는 크게 두 분야로 분류된다. 일반적으로 입체영상 기술은 2 대의 카메라로 구성된 스테레오 카메라로 촬영한 스테레오 영상의 획득, 압축, 저장, 및 디스플레이이다. 이에 반해 그림 1에서 2D/3D 입체변환 기술은 1 대의 카메라로 촬영한 정지영상 또는 동영상에 입체변환 기술을 이용하여 수동, 반자동, 또는 자동으로 입체영상의 생성 및 디스플레이하는 기술이다 [3-12]. 물론 입체변환은 실시간 처리가 가능해야 하는 조건은 있다. 입체변환 기술은 스테레오 영상의 획득 과정을 거치지 않고, 기존의 정지 영상, TV, DVD 등의 실시간 전송 및 저장되어 있는 2차원 동영상을 3차원으로 변환하는 기술이다. 상대적으로, 고도의 영상 처리 및 해석 기술을 필요로 한다. 본고에서는 입체변환 과정에서 필요한 영상처리 기술에 대해 소개하고자 한다.

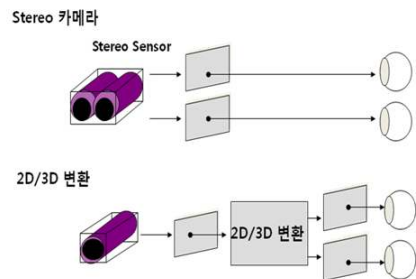


그림 1. 입체변환의 원리

## II. 입체영상 원리

입체변환으로부터 얻어진 입체영상은 3D 디스플레이를 통해 시청자에게 전달되기 때문에 입체영상 원리의 이해가 필요하다.

입체영상은 양시차, 음시차, 영시차 등 크게 세 가지 종류의 양안시차를 제공함으로써 시청자에게 영상 내에서 깊이감을 느낄 수 있게 한다. 이것은 시청자가 스크린을 통해 입체영상을 보았을 때 수렴점이 어느 위치에 생기느냐에 따라서 좌우된다. 먼저 좌안에 의해 보는 좌영상의 위치를 LP라고 하고 우안에 의해 보는 우영상의 동일한 위치를 RP라고 하자. 이 때 LP가 RP보다 좌측에 있게 되면 수렴점은 스크린 내부에 생기게 되어 해당 위치는 스크린보다 상대적으로 들어가 있는 느낌을 받게 되며 이때의 시차를 양시차라고 한다. 영시차는 LP와 RP가 동일한 위치에 있을 때 생기며 이 때는 수렴점이 스크린 상에 위치하게 되므로 결국 2차원 영상을 보는 것과 동일하다. 마지막으로 음시차에서는 LP가 RP보다 우측에 위치하게 되며, 수렴점은 스크린 외부에 생기므로써 해당 위치는 스크린보다 전면에 보이게 된다.

입체영상에서 양시차와 음시차는 모두 수평 시차로서 시차의 크기는 깊이감을 결정하는 중요한 요소가 된다. 그러나 수평 시차의 크기가 너무 크게 되면 수렴점을 만들지 못하게 되어 입체감을 느낄 수 없게 된다. 또한 수직 시차가 일정 크기 이상으로 발생하게 되면 역시 수렴점을 만들지 못하게 된다. 이 이론은 입체영상을 생성할 때에 중요한 고려사항이 된다.

## III. 입체변환 기술

최근, 2D 영화를 3D화 하는 기술이 다양하게 제안되고 있다. 각각의 기술에는 특징이 있고 변환된 3D 영상을 보면 어느 정도 판단할 수 있지만 상세한 2D/3D 변환 알고리즘은 각 개발사의 노하우이기 때문에 공개되지 않는다. 잘 알려진 3D 변환 방법을 정리하면 다음과 같다 [1, 2].

정지영상의 입체변환의 방법은 다음과 같다.

- ① 화면 전체에 깊이를 주는 방법

- ② 물체를 추출한 후 좌우로 이동시켜 스테레오 영상을 만드는 방법
- ③ 2매 이상의 영상에 대응점을 주어 3각 측량법으로 거리를 산출하는 방법
- ④ 24비트 RGB 값에 의해 해석을 하는 휘도법과 채도법
- ⑤ 물체의 깊이 속성을 해석한 다음 그레이 레벨을 주어 유사적으로 입체시를 하게 하는 방법
- ⑥ 2D의 화면에서 3D를 모델링 하는 방법

또한, 동영상의 입체변환은 정지영상을 기반으로 하면서, 정지영상에 얻을 수 없는 정보, 예를 들어 이전 프레임들과 상관관계에 대한 정보의 활용이 가능하다. 기본적으로 고려할 수 있는 기법들은 다음과 같다.

① 폴프리히 방식 : 한쪽 눈에 빛을 감소시키는 ND 필터를 착용하고 수직면 내를 좌우로 왕복 운동하는 물체를 두 눈으로 바라보면, 물체가 이 면보다 앞 또는 뒤로 깊이감을 가지고 타원 위의 궤적을 그리면서 운동하는 것처럼 보인다. 또 그 상대 이동 속도에 따라 깊이감이 달라지고 실제 깊이와는 다르게 나온다.

② 흔들기 기법 : 눈앞의 화면을 좌우로 약간 움직여 줌으로써 깊이가 있는 영상을 구성하는 방법이며, 흔들림이 없는 곳에서는 깊이감이 생기지 않는다.

③ 프레임 합성법 : 좌우로 움직이는 화면의 전후 내지는 몇 프레임 차이가 난 화면에 시차가 있는 경우 그것을 좌안, 우안용 화면으로 이용해서 깊이감을 부여하는 방법이다.

④ 동영상 벡터 해석법 : 움직임의 방향을 해석해서 좌안, 우안용 화면을 합성하는 방법이다.

⑤ 픽셀 속성법 : 동영상 벡터 방식을 동영상의 각 프레임마다 적용하는 방법이다.

⑥ 깊이지도 추출법 : 움직임의 해석을 통해 깊이 지도를 추출하고 이로부터 그레이 레벨을 프레임에 적용하여 유사한 깊이를 생성하는 방법이다.

그림 2는 영상 운동을 이용하는 입체영상 생성 방법을 보여준다. 동영상에서 객체는 우측 방향으로 운동하고 있고 배경에는 변화가 없다. 이때 현재영상과 지연영상을 각각 좌영상과 우영상으로 결정하여 입체영상을 생성하게 되면 객체와 배경은 음시차와 영시차를 갖게 되어 깊이상으로 배경은 스크린 상에 보이는 반

면 객체는 스크린 전면에 보임으로서 객체와 배경간의 상대적인 깊이감을 느낄 수 있게 된다.

구현 방법은 크게 세 가지로 분류된다. 첫째, 현재 영상이 좌, 우영상 중 하나가 되면, 다른 하나는 지연 영상들 중에서 1개를 선택한다. 둘째, 현재 영상은 좌, 우영상 중에 하나가 되고, 다른 영상은 합성영상으로 구현한다. 셋째, 좌영상과 우영상을 모두 합성영상으로 구현한다. 스테레오 영상은 양안으로 장면을 볼 때 두 눈에 투시되는 영상이 미묘한 차이가 있듯이, 동일점이 좌영상과 우영상에 투시될 때 두 투시점 간의 거리인 시차는 깊이감을 결정하는 중요한 요소이다. 여기서 중요한 것은 현재영상과 지연영상을 적절하게 좌영상과 우영상으로 선택하는 방법이다. 즉 좌영상과 우영상이 잘못 선택되면 왜곡된 시차를 얻게 된다.

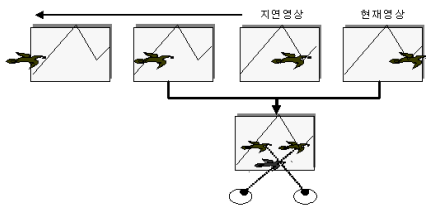


그림 2. 운동을 이용하는 입체변환

운동기반 기법과 달리 컴퓨터 비전 기법은 기본적으로 영상 해석을 통해 깊이맵을 구하는 것이다. 따라서 이 기법은 영상의 깊이맵을 얻기 위해 다양한 방법을 이용하고 있다. 깊이 예측 방법은 영상처리 및 영상 이해 분야에서 많이 연구되어 왔다. 영상 운동이 존재하면 운동 정보를 이용하는 *depth from motion*, 색이나 기타 정보를 활용하는 *depth from shading* 등의 다양한 분야가 존재한다. 그러나 이 기법의 문제점은 1편의 영화에서 존재하는 다양한 영상의 깊이를 정확히 추출하는 것이 매우 어렵다는 것이다.

입체변환에서 고려할 사항은 전경객체가 존재할 때에, 사람은 배경보다 전경객체의 입체감에 보다 몰입한다는 것이다. 따라서 객체 분할 연구는 꾸준히 진행되어 왔고 입체변환에 활용될 수 있다. 물론 이 방법은 처리시간 및 객체분할 알고리즘의 복잡도 때문에 실시간 처리보다는 오프라인 처리에 국한되어 있다. 그러나, 입체변환의 성능 개선에 큰 효과가 기대되므로 실시간 객체 추출 알고리즘의 연구가 필요하다. 그림 3은

영상에서 전경객체를 추출한 후의 깊이맵과 생성된 좌우 입체영상을 보여준다. 다른 예로 그림 3은 원영상에서 기하적인 방법으로 배경의 깊이맵 및 전경객체의 깊이맵으로 얻어진 입체영상을 보여준다. 영상에 존재하는 직선의 구도를 이용하여 깊이맵을 만들 수 있다. 객체 분할 기반 방식은 추출된 객체 영역의 정확도가 중요하다.

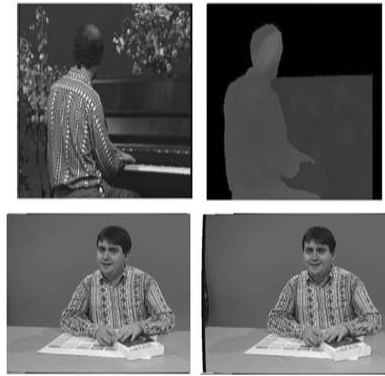


그림 3. 객체기반 입체변환. 원영상, 깊이맵, 및 생성된 좌우 영상의 예



그림 4. 깊이맵 생성. 원영상, 배경 깊이맵, 객체 분할, 및 전체 깊이맵

객체분할 방식은 실제 입체변환에 적용하기에는 단점이 존재한다. 자연 영상에서 객체의 추출은 어려운 문제이기 때문에, 실제 상용화까지는 기술의 발전이 필요하다. 또한, 객체추출 과정의 복잡도 및 실시간 처

리의 어려움이 예상되기 때문에, 주로 수동 또는 반자동 입체변환에 사용되기도 한다. 최근의 입체변환은 다양한 기술의 접목으로 입체영상을 만들고 있는데, 활용하는 기술 분야는 매우 넓다고 할 수 있다.

상업용 제품을 위해 그동안 국내외의 많은 회사에서 입체변환 소프트웨어 및 하드웨어를 개발하였다. 이중 산요전기의 2D-to-3D conversion TV는 오래 전이지만 세계 최초의 상업용 제품이어서 소개한다. 다음으로는 변환기술의 여러 독자기술을 개발해온 DDD사의 기술을 소개하고, 입체변환 기술을 공급하려는 HDlogix사의 기술 소개 및 SK 텔레콤의 입체변환 하드웨어에 대해 간략히 설명한다.

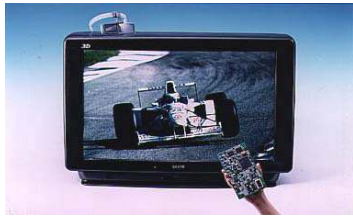


그림 5. SANYO 2D-3D Conversion TV

스테레오 변환 제품으로는 1993년 일본 산요전기에 2D-3D Conversion TV를 상업용 목적으로 개발한 이후로, 다양한 기술 및 제품이 등장하고 있다. 산요전기는 세계 최초로 MITD(Modified Time Difference) 방법을 이용하여 상업용 2D/3D 동영상 변환 TV를 개발하였다(그림 5). 2D-3D conversion TV는 low-cost LSI ASIC으로 스테레오 성능은 우수하지 않았지만, 최초로 상업용 TV에 접목된 것으로 평가 받고 있다. MITD 방식은 현재 영상 프레임과 카메라 및 물체 운동이 존재할 때에 시간적으로 지연된 영상 프레임을 각각 다른 좌,우 눈에 보여 3D 스테레오 효과를 만드는 것이다. 그 후, 변환 성능을 개선하여 새 제품을 출시되었지만, 당시 입체영상에 대한 소비자의 무관심으로 기대했던 성공은 얻지 못했다. 그러나, 이 기술은 입체변환 기술의 발전에 큰 동기가 되었다. 지연영상의 사용은 상당히 잘 알려진 기술로써 많은 스테레오 변환 기술에서는 빈번히 사용되는 기법이다.

DDD사는 DVD 플레이어에 입체변환 셋탑박스를 장착하여 입체영상을 보여주는 시제품을 제작하였다(그림 6). 색 및 운동 정보를 이용하여, 다양한 변환기

술을 접목하였다 [13]. DDD사는 입체변환 분야에서 많은 기술을 소유하고 있는데, 타 변환기술도 이 기술의 일부를 활용하는 것으로 알려져 있다. 기본 기술은 색정보와 운동정보를 이용하고, 또한 영상 구도를 예측하여, 구도에 맞는 적절한 깊이맵을 만들어서 입체영상을 제작한다. 따라서 예측된 구도정보의 오류가 발생하면, 입체영상이 부적절하게 발생하는 단점이 있다. 특히 정지영상인 경우는 이 단점이 많이 발생한다.



그림 6. DDD 사의 입체변환 DVD 플레이어 set top box

HDlogix사는 실시간으로 2D 동영상을 입체영상으로 변환하는 Imaq 3D를 개발하였다 [14].



그림 7. Imaq 3D에서 얻은 깊이맵

기본적으로 광유(optical flow)정보를 계산하여, 움직임이 있는 물체를 분석하고 깊이맵을 만든다. (그림 7) 운동정보로부터 객체 및 배경의 분리, 화소간의 상대적 거리 등을 추출한다. 또한, 직선 검색 알고리즘을 적용하여 영상 구도를 예측하기도 한다.

최근에 SK 텔레콤은 어떤 영상이라도 3차원 입체영상으로 변환 및 재생해주는 실시간 3D 입체화 기술을 벤처기업들과 공동 개발하였다. 향후 국내의 입체변환 상용화 제품의 발전에 많은 영향을 줄 것으로 기대된다.

비시간 입체변환은 최근 3D영화에 대한 콘텐츠 공급의 중요한 역할을 할 것으로 기대된다 [15]. 컨버팅 업체는 사업 영역은 기존에 성공했던 히트작들을 입체영상으로 변환하거나 CG 렌더링이나 실사 입체촬영이 어려운 부분을 입체로 변환하는 데 있다. 2D 영상을 입체 영상으로 변환하는 데는 자동변환, 기성 소프트

웨어를 이용한 작업, 자체개발 소프트웨어를 이용한 작업이 있다. 자동변환은 결과물의 품질이 낮아 현재까지의 기술력으로는 상용화가 힘들며 기성 소프트웨어를 사용할 경우 과도하게 많은 작업 시간과 노동력을 소모한다는 단점이 있어 컨버팅 업체들은 자사의 공정에 맞춤형 소프트웨어를 사용하고 있다. 3D전환 기술을 사용할 경우 과도하게 많은 작업 시간과 노동력을 소모한다는 단점이 있어 컨버팅 업체들은 자사의 공정에 맞춤화된 소프트웨어를 사용하고 있다.

3D전환 기술을 사용할 경우 장편영화에서 대략 40-100만 달러 정도의 비용이 소모된다. 이 금액은 국내의 편당 평균 제작비를 훨씬 상회하는 높은 금액이지만, 제작비로 1억 달러 이상을 소비하는 할리우드 블록버스터라면 고려해볼 수 있는 금액이다. 왜냐하면, 입체화에 가장 비용이 적게 드는 애니메이션의 경우라도, 입체로 제작하는 경우 일반 제작비의 10~15%정도 추가 비용이 발생하기 때문이다. 따라서 애니메이션보다 더 많은 추가 비용이 예상되는 복잡한 실사 촬영이나 가장 까다롭다고 알려진 CG와 실사 합성 작업이 필요한 경우에는 컨버팅 작업방식이 효율적인 대안이 될 수 있다. 실제로 새로운 영화의 입체화와 더불어 과거의 히트작들을 입체 영상으로 컨버팅하는 프로젝트가 할리우드에서 다수 검토 중인 것으로 알려져 있다. <스타워즈>나 <매트릭스>, <터미네이터> 시리즈와 같은 블록버스터 영화는 이미 두터운 고객층을 확보하고 있으며, 할리우드는 이러한 영화를 입체로 변환하여 재개봉하는 것만으로 컨버팅 비용을 상쇄하고도 남을 만큼의 이익을 거둘 수 있다고 생각하고 있기 때문이다. 인쓰리의 기술을 활용하여 2005년 <스타워즈> 영상 일부분이 입체로 변환되어 시연된 적이 있으며 <타이타닉>과 <터미네이터2>의 입체 재개봉을 고려하고 있다고 알려져 있다.

#### IV. 결 론

입체변환은 2D 영상으로부터 입체영상을 새로이 생성하기 때문에, 영상내에 존재하는 색 정보, 운동정보, 객체정보 및 영상구도 등으로부터 깊이맵의 추출이 필요하다. 입체영상은 정확한 3D 깊이를 전달하지 못하면 시청자에게 시각적 피로를 전달할 수 있다. 따라서,

정확한 영상내용의 분석이 필요하고 객체의 정확한 추출이 필요한 분야이다. 지금까지의 연구개발된 입체변환의 문제점은 어느 알고리즘도 다양한 영상에 적용이 어렵다는 것이다. 실제 영화 1편에 존재하는 빠른 운동, 어두운 조명, 플래시, 다수의 객체, 디졸빙 등의 다양한 환경에서의 입체변환은 향후 연구 과제이기도 하다. 상업적 효과가 큰 분야이기도 하지만, 시청자가 만족할 수 있는 기술의 개발이 요구된다.

#### 감사의 글

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

#### 참고문헌

- [1] 이승현, 3D영상의 이해, 진샘미디어, 2010년
- [2] B. Mendiburu (이승현 역), 3D입체영화 제작기술, 진샘미디어/영화진흥위원회, 2010년
- [3] B. J. Garcia, "Approaches to stereoscopic video based on spatio-temporal interpolation," SPIE Photonic West, vol. 2635, pp. 85-95, San Jose, 1990.
- [4] T. Okino, M. Murata, K. Taima, T. Inimura and K. Oketani, "New television with 2D/3D image conversion technologies," SPIE Photonic West, vol. 2653, pp. 96-103, 1995.
- [5] M. B. Kim, M. S. Song, D. K. Kim and K. C. Choi, "Stereo conversion of monoscopic video by the transformation of vertical-to-horizontal disparity," SPIE Photonic West, vol. 3295, pp. 65-74, Jan. 1998.
- [6] 이관욱, 김제동, 김만배, "영상 운동 분류와 키 운동 검출에 기반한 2차원 동영상의 입체 변환," 한국통신학회논문지, 34권 10호, 2009년 10월.
- [7] Y. Matsumoto, H. Terasaki, K. Sugimoto and T. Arakawa, "Conversion system of monocular image sequence to stereo using motion parallax,"

- SPIE Photonic West, vol. 3012, pp. 108-115, 1997.
- [8] D. F. McAllister (editor), Stereo computer graphics and other true 3D technologies, Princeton, NJ: Princeton University Press, 1993.
- [9] M. B. Kim, J. Y. Park and H. S. Lee, "On the implementation of Ross phenomenon for stereoscopic conversion of 2-D video," Proc. 11th Workshop on Image Processing and Image Understanding, pp. 187-192, Feb. 1999.
- [10] M. B. Kim and S. H. Lee, "A new method for the conversion of MPEG encoded data into stereoscopic video," J. of the Society for 3D Broadcasting and Imaging, No. 1, Vol. 1, pp. 48-59, June 2000.
- [11] C. Weerasinghe, et. al., "2D-to-pseudo 3D conversion of head-and-shoulder images using feature-based parametric disparity maps," IEEE 2001.
- [12] P. Harmon, "Home-based 3D Entertainment: an overview," ICIP, 2000.
- [13] <http://www.ddd.com/>
- [14] <http://www.hdlogix.com>
- [15] 영화진흥위원회, 디지털입체영화, KOFIC Issue paper, Vol. 01, 2010.

저자소개



김 만 배 (MAN BAE KIM)

한양대 전자공학과 공학박사  
University of Washington, Seattle  
공학석사

University of Washington, Seattle 공학박사  
※관심분야 : 3D입체영상처리, 다시점영상처리, 입체  
변환 및 증강현실