

다시점 3D 영상 기술

엄기문 | 김태원 | 장은영 | 신홍창 | 정원식 | 허남호

한국전자통신연구원

요 약

본고에서는 안경식 3DTV가 가지고 있는 안경착용의 불편함을 해결할 수 있는 무안경 3DTV 개발을 위한 다시점 3D 영상 기술에 대해 기술한다. 다시점 3DTV 서비스를 위해서는 다시점 3D 영상 획득, 부호화 기술, 재현 및 디스플레이 기술 등의 개발이 필요하며, 본 고에서는 이들 기술에 대해 간략하게 소개하기로 한다.

I. 서 론

2009년 아바타의 성공 이후, 3D 산업은 영화, 게임, 홈 엔터테인먼트, 방송, 스마트 폰에 이르기 까지 다양한 서비스 산업에서 보급되는 등 새로운 서비스 모델로서 부상하였다. 그러나, 최근에는 안경착용에 따른 불편함, 시각적 피로, 다양한 콘텐츠의 부족 등으로 기대만큼 3D 산업이 활성화되고 있지 않다는 평가도 조금씩 나오고 있는 실정이다. 이러한 3D 산업의 활성화를 위해서는 2D 콘텐츠와 같이 쉽게 3D 콘텐츠를 획득할 수 있고, 안경없이 고화질로 3D 영상을 즐길 수 있어야 하며, 피로가 최소화되어야 한다. 시각 피로가 근본적으로 해결되어야 하기 위해서는 홀로그램을 이용한 3D 비디오 기술이 개발되어야 하나, 방대한 데이터 량, 물리적 소자의 한계 등으로 실용화 되기에는 좀더 많은 시간이 필요할 것으로 보인다. 그 중간 단계로서 다시점 3D 영상을 이용한 서비스 기술 개발이 3DTV 업체, 학계, 연구소

들을 중심으로 전세계적으로 이뤄지고 있으며, 국제 표준화도 MPEG을 중심으로 진행되고 있다. 가까운 일본에서는 우리나라 삼성과 LG에 빼앗긴 TV 시장을 되찾기 위해 Sony, 도시바 등에서 3DTV 개발에 역량을 집중하고 있고, 특히 현재 주류인 안경식 외에도 무안경식 3DTV 시제품을 우선 디지털 대형 광고 및 홍보(signage) 시장 진입을 목표로 2011년 CES show에서 시연하는 등[1], 다양한 기술개발 및 제품 개발을 시도하고 있다. 또한 유럽에서는 1990년대부터 3D 관련 과제를 수행한 이후 최근에는 3D Media Cluster라는 과제 컨소시엄[2]을 구성하여 3D4YOU[3], MUSCADE [4], DIOMEDES [5] 등 다시점 3D 영상 획득, 생성, 부호화, 전송, 재생, 디스플레이 관련 기술 개발하고, 콘텐츠 포맷, 부호화, 전송 기술 등의 표준화를 수행하고 있다. 한편, 무안경 다시점 3D 디스플레이 제작업체에서는 이전에는 시점수에 맞는 다시점 영상을 만들어 정해진 포맷으로 다중화하여 입력하거나, 한 장의 영상과 깊이 영상을 입력하여 렌더링 엔진에 의해 다시점 영상을 생성하는 방식을 많이 채택하였으나, 최근에는 보다 쉽게 다시점 3D 영상을 제공하기 위해 2D 영상으로부터 다시점 영상을 생성하거나, 좌우 스테레오 영상으로부터 다시점 영상을 생성하는 기능의 채택이 늘어나고 있는 추세이다 [1]. 이러한 기술은 콘텐츠 부족 문제를 보완할 수 있으나, 콘텐츠에 따라 좋은 품질의 3D 콘텐츠를 자동으로 얻기가 어려운 경우도 있어 오히려 시각피로를 증가시키거나 입체감이 떨어지는 문제도 가지고 있으므로, 주의와 지속적인 기술 개발이 필요한 분야로 판단된다.

본 고에서는 이러한 무안경 다시점 3D 영상 서비스를 하기 위한 단계별 요소 기술을 다시점 3D 영상 획득, 부호화

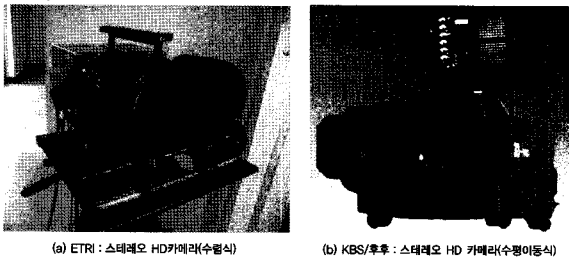
화, 재현 및 디스플레이 기술로 분류하고 이들 요소 기술들의 내용 및 최근 개발 동향에 대해 알아본다.

II. 다시점 3D 영상 획득 기술

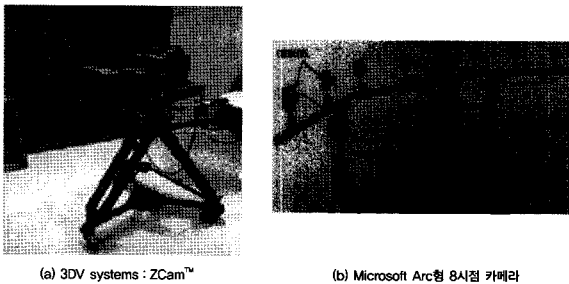
본 장에서는 다시점 영상 및 깊이 정보 등 3D 영상을 획득하기 위한 다시점 및 3D 영상 획득 카메라 시스템 및 획득된 영상의 후처리 과정에 대해서 알아본다.

2.1 다시점 및 3D 영상 획득 카메라 시스템

3D 영상을 획득하는 카메라 시스템에는 크게 스테레오 카메라, 깊이 카메라, 다시점 카메라, 그리고 깊이 카메라와 다시점 카메라 복합 시스템으로 나눌 수 있다. 스테레오 카메라의 경우 대표적으로 (그림 1)에서와 같이 일정한 간격을 가지고 평행으로 배열되거나, 하나의 주시점을 가지고 수렴되는 형태로 두 개의 카메라를 배열한 스테레오 카메라 형태가 있다.



(그림 1) 양안 스테레오 카메라 시스템



(그림 2) 깊이 카메라 및 다시점 카메라 시스템

한편, 무안경 3DTV 서비스를 위해서는 양안 외에 여러 시

점의 영상을 제공하는 것이 필요한데, 깊이 카메라의 경우 일반적으로 능동센서를 통해 화소 단위의 깊이 정보를 얻을 수 있으나, 컬러 비디오 영상보다 해상도가 낮고, 실내 환경에서 주로 사용가능한 문제점을 가지고 있으며 (그림 2의 (a) 참조), 두 개 이상의 비디오 카메라를 배열하여 여러 시점의 비디오를 획득할 수 있는 다시점 카메라 시스템 (그림 2의 (b) 참조) 형태도 존재한다. 최근에는 (그림 3)과 같이 여러 대의 저해상도의 저해상도 깊이 카메라와 복수개의 고해상도 다시점 비디오 카메라를 결합하여 깊이 정보를 좀 더 강건하게 획득할 수 있는 깊이 카메라와 다시점 카메라 융합 시스템도 제안되고 있다 [6].



(a) Stanford : Multiview Video Cam + Multiview TOF(time-of-flight) 방식의 깊이 카메라 시스템

(그림 3) 깊이 카메라 및 다시점 카메라 융합 시스템을 이용한 장면의 3D 복원 결과

한편, 지금까지 기술된 여러 형태의 카메라시스템을 이용하지 않고, 기존 2D 비디오로부터 스테레오 또는 다시점 3D 비디오로 변환하는 2D/3D 변환 기법도 3D 영상을 획득하는 기술로서 개발 중이며[7,8], 일부 3DTV 및 3D 디스플레이 업체에서도 이 기능을 포함한 시제품을 발표하고 있다 [1]. 이러한 2D/3D 변환 기술은 보통 움직임 정보, 영상 분할 정보, 소실점 정보 등을 활용하여 화소 단위의 3차원 정보를 추출하여 스테레오나 다시점 영상을 생성하게 되는데, 아직까지 완전 자동화에는 한계를 보이고 있으며, 수작업이 필요한 실정이다. 또한 최근에는 늘어나고 있는 양안식 스테레오 3D 콘텐츠로부터 무안경 다시점 3D 영상으로 변환하는 기술의 개발도 활발히 이뤄지고 있다. 이러한 기술개발의 예로서 러시아 MSU(Moscow State University)의 Graphics & Media Lab에서는 GPU를 이용하여 스테레오 영상으로부터 다시점 영상을 실시간으로 생성하는 기술을 개발하였고[9], 디즈니 연구소에서는 특징 대응점(sparse correspondence)을 찾아내고, 특징되는 영역 지도(saliency map)을 계산한 뒤에

3D 투영을 통한 중간 영상 생성 식을 반복적으로 계산하는 기법을 제안하였는데 [8], 영상 전체의 깊이 혹은 변이를 구하지 않고, 다시점 영상을 보간 및 외삽에 의해 artifact가 거의 없이 생성하는 결과를 보여 고화질 다시점 3D 영상 생성의 가능성을 보여 주었다.

2.2 다시점 3D 영상 후처리 기술

다시점 3D 영상 후처리 기술은 다시점 및 3D 영상 카메라 시스템으로부터 획득된 스테레오 또는 다시점 비디오와 깊이 영상의 처리를 통하여 카메라 정보, 스테레오 및 다시점 변이 또는 깊이 영상 등 추가로 필요로 하는 정보를 생성하거나, 컬러 차이 보정, 렌즈 왜곡 보정, 스테레오 및 다시점 영상 정렬(rectification) 등과 같이 생성될 무안정 다시점 3DTV나 3D 디스플레이에 맞는 다시점 3D 비디오 품질을 향상시키기 위한 후처리 과정을 모두 포함한다.

획득된 데이터로부터 장면의 3차원 기하정보를 복원하기 위해서는 여러 시점에서 획득된 영상 간의 위치 관계를 설정하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 카메라 위치와 방향을 기술하는 외부 파라미터와 카메라 내부적 특성을 기술하는 내부 파라미터를 구하는 과정이 필요한데, 이 과정을 카메라 보정(camera calibration)이라고 한다. 카메라 보정은 주로 카메라를 고정한 상태에서 사각형 흑백 격자 패턴을 이용하여 수행하며, 여러 가지 방법이 제안되어 있다 [10],[11],[12]. 최근에는 영상 내 특징점을 추적하여 카메라 파라미터를 추정하는 자동 보정(auto or self calibration) 방법이 연구되고 있으나, 카메라 보정패턴을 이용한 위의 방법에 비해 정확도가 떨어지고 아직까지는 제약이 많다 [13].

다음 과정으로 서로 다른 카메라로부터 획득된 영상들 간에 조명이나 카메라 특성 차이로 인해 발생하는 각 시점 영상 간의 컬러 차이를 보정하는 컬러 보정 과정이 필요하다. 이에선 여러 방법이 제안되고 있는데, ColorChecker Chart를 이용한 방법[14], 특징점을 이용한 방법 [15], Gray Gradient Bar를 이용한 방법 등이 있다 [16].

2.3 다시점 깊이영상 생성 기술

한편, 다시점 3D 디스플레이에 적합한 디스플레이 시점수와 카메라 간격을 가지는 다시점 영상을 획득하여야 하는데, 실제 카메라로 모든 시점의 영상을 촬영하기에는 카메

라 대수 및 크기 등의 제약이 많다. 이러한 문제를 해결하기 위해 많이 연구되고 있는 방식 중의 하나는 적은 수의 다시점 영상과 이에 대응되는 변이 또는 깊이 영상으로부터 중간 시점의 다시점 영상을 생성하는 기술이다. 다시점 영상의 변이 또는 깊이 정보를 얻는 기법은 능동적 기법과 수동적 기법으로 나뉘며, 능동적 기법은 깊이 카메라를 이용한 기법과 같이 측정하고자 하는 물체에 IR 신호나 펄스 신호를 비추고, 되돌아오는 신호의 위상차나 시간차이에 의해 거리 정보를 획득하는 기법이며, 수동적 기법은 영상기반으로 좌우 영상 간 변이를 계산하고 이로부터 깊이 정보를 계산하는 기법이다. 수동적 기법에는 크게 지역적 특성(local)에 기반한 정합과 전역적 최적화(global optimization)를 이용한 기법이 있다. 지역적 특성을 이용한 방법은 다시 영역기반 정합(area-based matching) 및 특징기반 정합(feature-based matching)으로 분류할 수 있다 [17]. 일반적으로 지역적 정합 기법의 정확도는 정합 창들의 크기나 형태의 영향을 많이 받는 단점이 있으나, 전역적 정합 기법에 비해 수행시간이 짧으므로, 실시간 정합을 위한 기본 알고리즘으로 많이 이용되고 있다.

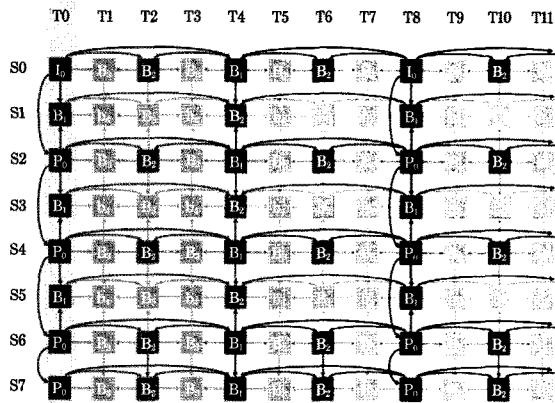
한편, 전역적 최적화 기법에는 그래프 컷(graph cut), 신뢰도 확산(belief propagation) 기법[18][19] 등이 많이 이용되고 있다. 이러한 전역적 최적화 기법은 지역적 정합기법에 비해 높은 정확도를 가지나, 수행시간이 오래 걸려 실시간 수행에 적용하기 어려운 단점이 있다. 또한 깊이 정보의 고속 생성을 위한 GPU 기반 고속화 알고리즘들도 많이 발표되고 있다[20]. 한편, 깊이 카메라로부터 얻은 저해상도의 깊이 영상으로부터 컬러 영상 및 양방향 필터링(bilateral filtering) 등을 이용하여 고해상도 깊이 영상으로 생성하는 연구 및 깊이 스케일링을 통하여 시각피로가 적고, 사용자에게 적합한 깊이 정보를 생성하는 연구도 진행되고 있다 [21]. 대표적인 스테레오 정합 기법에 대한 소개는 참고문헌 [22]에 나타나 있다.

Ⅲ. 다시점 3D 영상 부호화 기술

다시점 3D 영상은 일반적으로 여러 시점에서 획득한 다시

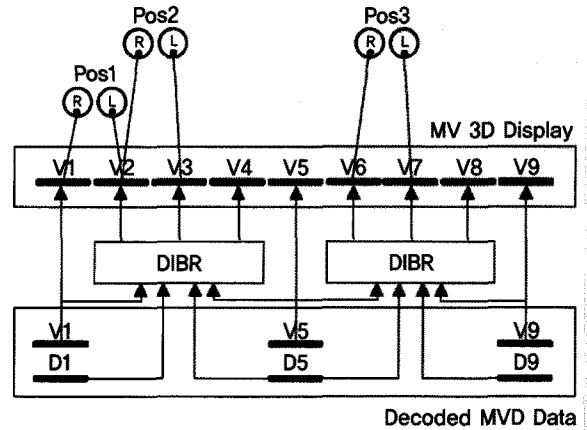
점 컬러 영상과 그에 관련된 변이 또는 깊이와 같은 3D 정보를 포함한 데이터로 구성된다. 이러한 데이터를 부호화하는 연구는 크게 두 가지 흐름으로 진행되고 있다.

먼저 첫 번째 흐름은 비교적 성긴 간격을 가지도록 여러 대의 카메라를 배치하여 영화 매트릭스에서의 장면처럼 시점 돌려보기를 지원하는 다시점 비디오를 부호화 하는 연구로서 이는 3D 뿐만 아니라 2D 비디오도 포함한다. 이러한 다시점 비디오의 부호화 기술은 2001년 12월에 처음 표준화의 필요성이 MPEG에서 논의되기 시작하여 2005년 1월에 기술 제안 요청서(Call for Proposal: CfP)가 발표되었고, 2006년 1월 회의에서 시점간 참조 및 계층적 B 픽처(Hierarchical B picture) 기반의 Fraunhofer-HHI의 제안기술을 참조 소프트웨어(Reference Software)로 채택하였다[23]. 그 구조는 (그림 4)와 같다.



(그림 4) MVC 예측 구조 [23]

다음으로 두 번째는 무안경 다시점 3DTV나 깊이감 조절이 가능한 스테레오 디스플레이에서의 응용을 위해 다시점 비디오에 시점별 깊이영상을 추가하거나, 차폐 영역의 텍스처와 깊이 영상을 추가하여 부호화하는 기술에 대한 연구이다. 이 기술은 MPEG에서 3D Video 라는 이름으로 다시점 비디오 부호화 기술 및 MPEG-4 AVC(Advanced Video Codec)/H.264 부호화 기술 표준을 기반으로 디스플레이 시점수보다 적은 시점 개수를 가지는 다시점 컬러 영상 및 깊이 영상의 부호화 기술 표준화를 다루고 있으며, 이를 위해 다시점 깊이 영상 생성과 가상 다시점 영상 생성 참조 소프



(그림 5) 3D video 응용 시나리오 [24]

트웨어를 이용한 실험이 이뤄지고 있다. (그림 5)는 MPEG 3D Video에서 고려하고 있는 응용 시나리오를 나타내고 있다. 이 기술의 표준화는 2011년에 제안 요청서(CfP: Call for Proposal)가 발표될 예정으로 진행되고 있다.

한편, Philips에서는 깊이 영상기반으로 다시점 영상을 생성할 때, 차폐영역의 홀 문제를 해결하기 위한 기법으로서 시점별 컬러 영상과 깊이 영상외에 배경 컬러 영상과 배경 깊이 영상을 같이 고려하는 계층적 비디오(LDV: Layered Depth Video) 데이터를 제안하여, 자사의 디스플레이에 적용하기도 하였다. 다음 (그림 6)은 이 계층적 비디오의 예를 나타내고 있다 [25].



(그림 6) 계층적 비디오의 예 (위쪽은 전체 영상에 대한 컬러 및 깊이 영상, 아래쪽은 가려진 배경(차폐영역)에 대한 컬러 및 깊이 영상임)[25]

IV. 다시점 3D 영상재현 기술

본 장에서는 앞 장에서 설명한 획득 및 부호화된 다시점 3D 영상을 수신하고 복호화하여 다시점 3D 디스플레이를 통해 시청자에게 다시점 3D 영상을 재현하기 위한 다시점 영상 생성 및 다중화 기술에 대해 알아보기로 한다.

4.1 다시점 3D 영상 생성 기법

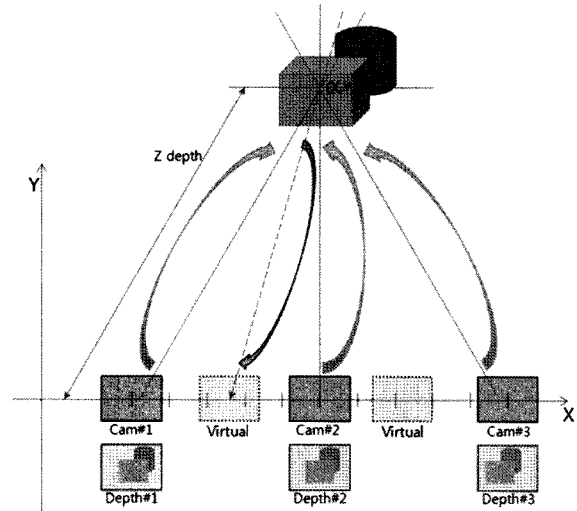
무안경 다시점 3D 디스플레이에서 재생되는 다시점 3D 영상을 재현하기 위해서는 각 시점에 맞는 다시점 영상을 생성하여 입력해주어야 한다. 이러한 다시점 영상을 생성하는 기법에는 모델기반 기법, 한 시점의 컬러영상과 해당 깊이 영상으로부터 생성하는 기법, 여러 시점의 컬러 영상과 해당 깊이 영상들로부터 생성하는 기법 등이 있다. 먼저 모델기반 기법은 3차원 메쉬모델로부터 그래픽 렌더링 엔진에 의해 다시점 영상을 렌더링하는 기법이다.



(a) 컬러 영상 (b) 깊이 영상
(그림 7) 컬러 영상 및 해당 깊이 영상의 예

다음으로 (그림 7)와 같은 하나의 참조 컬러 영상과 해당 깊이 영상으로부터 다시점 영상을 생성하는 기법은 보통 DIBR(depth image-based rendering) 기법이라고 불리는 기법으로서 카메라 파라미터와 깊이 영상을 이용하여 우리가 원하는 시점의 영상을 참조 컬러 영상으로부터 생성하는 기법이다. (그림 7)의 (b)는 카메라로부터 장면 내 객체까지의 z축 방향의 거리인 깊이를 0부터 255까지의 값으로 정규화하여 8비트 회색조 영상(gray image)으로 표현된 깊이 영상을 나타내며, 보통 깊이가 클수록 0에 가깝고, 깊이가 작을

수록 255에 가깝게 된다. 이렇게 정규화된 깊이값은 장면 내 최대 및 최소 실제 깊이값(Z_{max} , Z_{min})을 이용하여 z축 방향의 거리 값으로 변환될 수 있으며, 참조카메라간의 기하관계를 나타내는 카메라 파라미터를 이용하여 가상 중간시점 영상을 생성하는 데 사용된다[26][27].



(그림 8) 3D 투영 과정(3D warping)

(그림 8)은 깊이를 이용하여 가상시점 위치의 영상을 3D 투영 과정을 통해 만들어내는 과정을 간략하게 도식화한 것이다. 그 과정은 먼저 입력 컬러 영상의 각 화소를 깊이 정보를 이용하여 3차원 공간 상으로 역투영하고, 이를 생성하고자 하는 시점 위치로 재투영 한다. 이러한 과정을 여러 시점 위치에 대해 반복하면 다시점 영상을 생성할 수 있다. 그러나, 하나의 시점 영상만을 이용하므로 새로 생성되는 위치에서 가려져 있다가 새롭게 나타나는 영역(disoccluded area)에 대한 정보가 참조 영상에서는 없으므로, 홀(hole)처럼 남게 된다. 이 부분에 대한 처리는 주변정보를 이용한 보간(interpolation)을 거쳐 최종 가상시점 영상을 생성하게 된다.

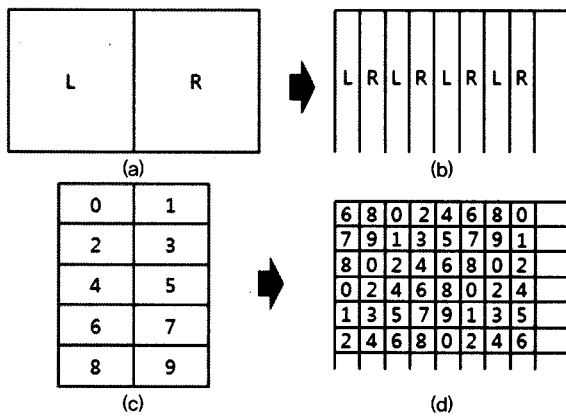
다음으로 다시점 참조 컬러 영상과 해당 깊이 영상들로부터 다시점 영상을 생성하는 기법은 하나의 시점에 대한 컬러 영상과 깊이 영상으로부터 다시점 영상을 생성하는 기법이 가지는 홀 처리에서의 단점을 극복하고자 제안된 기법으

로서 앞의 3D 투영 과정을 여러 개의 각 참조 컬러 영상에 대해 반복하여 (그림 8)과 같이 생성하고자하는 위치의 영상을 생성할 수 있다. 이러한 과정을 거쳐 생성된 다시점 영상은 참조 영상의 위치에 따라 가려짐 영역이 달라지므로 상호 보완적으로 3D 투영 과정을 거치면 가상시점의 대부분의 홀 영역이 채워질 수 있게 된다. 만약 여러 개의 참조시점 영상을 사용함에도 불구하고 남는 홀 영역의 경우에는 주변화소를 이용한 보간(interpolation)을 거쳐 채우게 된다. 한편, 깊이 영상 대신에 변이 영상이 주어지고, 두 카메라를 연결한 직선 사이의 중간시점 영상을 생성하는 경우에는 두 카메라 영상으로부터의 거리에 비례하여 가중치를 두어 양쪽 시점으로부터 시점 보간을 수행하여 다시점 영상을 생성할 수도 있다 [28].

4.2 다시점 3D 영상 재생 기술

4.1절에서 기술한 다시점 영상 생성 기술에 의해 생성된 다시점 영상을 다시점 3D 디스플레이 상에서 재생하기 위해서는 디스플레이 패널의 물리적 공간을 시점 수에 맞게 분할하고, 다시점 영상을 디스플레이 특성에 맞게 영상 화소들을 재배치를 하는 과정이 필요하다. 이러한 과정을 다중화(multiplexing) 이라고 한다.

(그림 9)는 다중화의 개념을 설명한다. (그림 9)의 (a)는 좌우 두 영상을 입력받는 양안식 3D 디스플레이의 입력 규격 중 하나인 side-by-side 방식의 배치를 나타낸다. 이 규격으



(그림 9) 스테레오/다시점 영상 다중화의 예((a) 좌우 스테레오 영상 side-by-side 배치 (b) 열단위 화소 재배치(interlacing) (c) 10시점 영상의 5 x 2 배치 (d) 10시점 화소 재배치)

로 배치된 영상을 디스플레이에 입력하면 두 영상의 동시 재생을 위해 (그림 9)의 (b)와 같이 좌우 영상을 번갈아가면서(interlace) 열 단위로 화소를 재배치하는 과정을 거친다. 이렇게 재배치를 함으로써 디스플레이 패널 위에 열 단위로 편광 처리된 부분을 통해 좌, 우 영상신호가 분리되어 좌, 우 두 눈에 각각 제시가 된다. 다시점 경우도 이와 크게 다르지 않으며, 단지 재배치하는 방법만 다를 뿐이다.

(그림 9)의 (c)는 무안경 다시점 3D 디스플레이 중에서 10시점 영상을 재생하는 디스플레이의 입력 규격을 나타낸다. 이러한 규격으로 다시점 3D 디스플레이에 입력이 되면 재생을 위해 (그림 9)의 (d)처럼 각 시점 영상의 화소들을 화소 혹은 부분화소(sub-pixel) 단위로 재배치를 하게 된다.

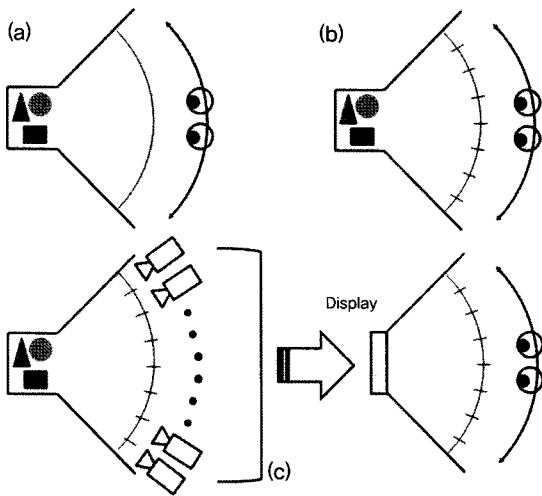
이러한 재배치 단계는 보통 디스플레이 회사에서 제공되는 다시점 영상 재생기에서 이 역할을 수행하며, 디스플레이 시점수 및 설계 구조에 따라 달라지므로 디스플레이마다 재배치 방식이 달라진다. (그림 9)의 (d)는 10시점 3D 디스플레이의 다중화 예를 보여준다.

V. 다시점 3D 영상 디스플레이 기술

시청자가 실세계에서 물체를 볼 때에는 아래 (그림 10)의 (a)와 같이 머리를 좌우로 움직이면 각 시점 위치에서 다른 장면이 보이게 된다. 이러한 것을 운동시차(motion parallax)라고 하는데, 무안경 다시점 3D 디스플레이는 양안식 3D 디스플레이가 제공하는 양안 시차와 수렴(convergence) 외에 (그림 10)의 (c)와 같이 운동 시차까지 함께 제공함으로써 자연스러운 입체감을 구현한다. 다시점 3D 디스플레이는 전체 패널 해상도를 필요한 시점 수에 따라 공간적으로 분할하여 구현하는 공간 분할 방식과 전체 해상도를 유지하면서 시간적으로 빠르게 여러 시점 영상을 표시하는 시간 분할 방식으로 대표적으로 분류할 수 있다[29].

먼저 공간 분할 방식은 다시 시차장벽(parallax barrier) 방식과 렌티큘라(lenticular lens) 방식으로 분류할 수 있다. 시차장벽 방식의 3D 디스플레이 기술은 1903년 미국의 F. E. Ives에 의해 최초로 제안되었고, 그 후 1918년 미국의 C. W. Kanolt에 의해 시점을 바꾸어도 연속적으로 3차원 영상을

볼 수 있는 시차장벽 파노라마그램으로 확장되었다. 시차장벽은 (그림 10)과 같이 시차 장벽이라 불리는 가느다란 슬릿상의 개구부를 통해 서로 다른 영상을 정확하게 분리해서 볼 수 있도록 하여 입체감을 느낄 수 있다. 이러한 시차장벽 방식은 빛의 상당부분을 차단하게 되어 밝기가 감소하게 되는 문제점이 있으나 구현이 간단하고, 액정 패널층으로 구현할 경우 2D/3D 전환이 가능하므로 많은 업체에서 이 방식으로 연구개발이 진행되고 있다 [29]. 시차장벽 방식의 다시점 3D 디스플레이 제품으로는 V3I의 8시점 3D 모니터, 산요에서 출시 예정인 4시점 모바일 3D 폰 및 차량용 3D 디스플레이 등이 있다 [30].

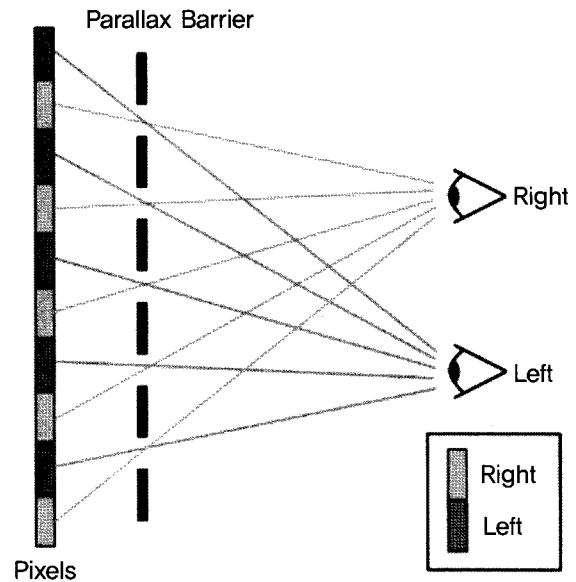


(그림 10) 무안경 다시점 3D 디스플레이의 원리
(a)실세계에서의 운동시차 원리 (b) 표본화된 다시점
(c) autostereoscopic 3D 디스플레이에서의 운동시차 제공 원리

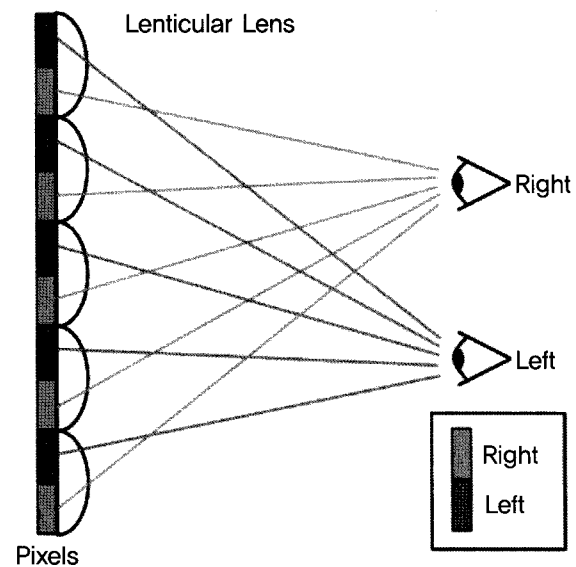
또 다른 대표적 공간 분할 방식의 하나인 렌티큘라 방식은 1932년 H. E. Ives가 처음 제안되어, 1960년대에 접어들어 정밀가공기술이나 재료기술의 진보로 연구개발과 제작이 활발하게 이뤄지게 되었다. 렌티큘라 방식은 시차장벽 방식의 밝기 저하 단점을 개선한 것으로 (그림 11)과 같이 반원 통형의 렌티큘라 스크린으로 불리는 렌즈판을 통해 서로 다른 영상을 정확하게 분리해서 볼 수 있도록 하여 입체감을 느낄 수 있다. 초기에는 3D 전용으로만 사용되었으나, 2006년 Philips사에서 액정의 복굴절 특성을 이용한 2D/3D 전환

가능 기술이 개발되어 2D/3D 겸용 방식에 대한 연구도 진행되고 있다[29][32]. 렌티큘라 방식의 다시점 3D 디스플레이 제품으로는 Philips 9시점 3D 모니터, LG전자의 무안경식 10시점 3D 모니터 등이 있다.

시차장벽과 렌티큘라와 같은 공간 분할 방식은 한정된 패널의 전체 해상도를 필요한 시점 수에 따라 공간적으로 분할하여 사용하므로, 시점의 개수가 늘어남에 따라 단위 시



(그림 11) 시차장벽의 원리[31]



(그림 12) 렌티큘라 렌즈의 원리[31]

점당 해상도 저하 문제가 필연적으로 발생한다. 이를 해결하기 위한 방법의 하나로서 시간 분할 방식이 있다. 이 방식은 120Hz 혹은 240Hz와 같이 빠른 반응 속도를 갖는 LCD나 OLED 패널 전면에 다시점용 셔터를 적용하고 시간 분할 방식으로 다시점 영상을 교대로 보여주는 방식으로[29][33], Cambridge 대학의 10인치 8시점 모니터, 25인치 7시점 모니터, 25인치 28시점 모니터, 50인치 15시점 모니터, KIST의 16시점 디스플레이 등이 있다[30].

이 외에도 하드웨어적 요구 성능 수준을 낮추면서 운동시차 효과 및 넓은 시역을 형성할 수 있는 기술로서 관찰자 추적형 다시점 3D 표시 기술이 있다. 이 기술은 관찰자의 동공 추적 위치에 따라 3D 표시 시스템이 전자적 또는 소프트웨어적으로 다시점 영상을 재구성함으로써 구현될 수 있다. 이러한 관찰자 추적형 다시점 3D 표시 기술의 개발 예로는 미국의 UIC(University of Illinois at Chicago) 대학에서 개발한 동공 추적 방식기반 다시점 3D 시스템이 있다[33].

현재의 다시점 3D 디스플레이 기술은 무안경 방식으로 구현될 수 있다는 장점이 있는 반면 단위 시점당 해상도의 감소, 입체 시역 제한, 시점간 영상 신호의 혼합현상(crosstalk), 시점 간 급격한 시차 변화 등의 문제점이 존재하므로, 향후 이러한 문제를 해결할 수 있는 초다시점 3D 디스플레이 기술이나, 완전 시차 방식인 집적영상(integral image) 방식, 체적영상(volumetric) 방식과 홀로그램(hologram) 방식으로 진화될 전망이다.

VI. 결론

본 고에서는 다시점 3D 영상 획득, 후처리, 재현 및 디스플레이 기술의 내용 및 최근 동향에 대해 알아보았다. 향후 안경식 양안식 3DTV에 이어 안경없이 실감있는 입체 영상을 즐길 수 있는 무안경 3DTV 시대를 앞당기기 위해서는 현재의 3D 디스플레이가 가지는 여러 한계점을 극복하기 위한 다양한 기술 개발이 필요하며, 스테레오 3D 콘텐츠에서 다시점 3D 영상 생성하는 기술 등 스테레오 및 다시점 3D 영상을 보다 쉽게 획득하기 위한 기술 개발이 이뤄져야 할 것이다.

감사의 글

본 원고는 방송통신위원회의 방송통신기술개발사업인 무안경 다시점 지원 UHD 방송 기술 개발" 과제의 연구 결과로 작성되었습니다[KCA-2011- 11921-02001].

참고 문헌

- [1] Insight Media, "3D at CES 2011 Special Report," pp. 82-94, Feb., 2011.
- [2] 3D, Immersive, Interactive Media (3DIIM) Cluster homepage (<http://www.3dmedia-cluster.eu/>).
- [3] 3D4YOU project homepage (<http://www.3d4you.eu/index.php>)
- [4] MUSCADE project homepage (<http://www.muscade.eu/>)
- [5] DIOMEDES project homepage (<http://www.diomedes-project.eu/>)
- [6] Y.M. Kim, D. Chan, C. Theobalt, S. Thrun, "Design and Calibration of a Multi-view TOF Sensor Fusion System," *IEEE CVPR Workshop on Time-of-flight Computer Vision 2008*.
- [7] http://www.compression.ru/video/3d_display_video/index_en.html
- [8] M. Lang, A. Hornung, O. Wang, S. Poulakos, A. Smolic, and M. Gross, "Nonlinear Disparity Mapping for Stereoscopic 3D," *ACM Trans. Graph.*, vol. 29, no. 4, article 75, 2010.
- [9] MSU "Stereo To Multiview 3D Video Conversion - Content Creation Technology for Glasses-free 3D Displays," http://www.compression.ru/video/3d_display_video/index_en.html
- [10] R. Tsai, "A Versatile Camera Calibration Technique for High Accuracy 3D Machine Vision Metrology Using Off-the-Shelf TV Cameras and Lenses," *IEEE Journal of Robotics and Automation*, vol. RA-3, no.4, pp.323-334, 1987.

- [11] Z. Zhang, "A Flexible and New Technique for Camera Calibration," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. PAMI-11, no. 22, pp. 1330-1334, 2000.
- [12] J. Y. Bouguet, "Camera Calibration Toolbox for Matlab," Available from http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/, 2004.
- [13] M. Pollefeys, R. Koch and L. Van Gool, "Self-Calibration and Metric Reconstruction in spite of Varying and Unknown Internal Camera Parameters," *Proc.ICCV'98 (international Conference on Computer Vision)*, pp.90-95, Bombay, 1998.
- [14] N. Joshi, "Color Calibration for Arrays of Inexpensive Image Sensors," *Technical Report CSTR 2004-02, Stanford University*, March, 2004.
- [15] K. Yamamoto, T. Yendo, T. Fujii, M. Tanimoto and D. Suter, "Color Correction for MultiCamera System by Using Correspondences," *ACM SIGGRAPH 2006, Posters*, 30 July-3 Aug., 2006.
- [16] Jae-Il Jung and Yo-Sung Ho, "Color Correction Method Using Gray Gradient Bar For Multi-view Camera System" *International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT)*, pp. MP.C4(1-6), Jan., 2009.
- [17] U. Dhond and J. Aggarwal, "Structure from Stereo - A Review", *IEEE Trans. Syst., Man and Cybern.*, vol.SMC-19, pp.1489-1510, 1989.
- [18] V. Kolmogorov and R. Zabih, "Multi-camera Scene Reconstruction via Graph Cuts," *Proc. of European Conference on Computer Vision(ECCV'02)*, pp. 65-81, Berlin, Springer-Verlag, 2002.
- [19] A. Klaus, M. Sormann and K. Kamer, "Segment-Based Stereo Matching Using Belief Propagation and a Self-Adapting Dissimilarity Measure," *Proc. of ICPR 2006*, pp.15-18, Aug., 2006.
- [20] R. Yang and M. Pollefeys, "A Versatile Stereo Implementation on Commodity Graphics Hardware," *Journal of Real-Time Imaging*, vol.11, Issue 1, pp.7-18, Feb., 2005.
- [21] Q. Yang, R. Yang, J. Davis D. Nist'er, "Spatial-Depth Super Resolution for Range Images," *Proceedings of CVPR2007*, pp.1-8, June 2007.
- [22] D.Scharstein, and R. Szeliski, "A Taxonomy and Evaluation of Dense Two-frame Stereo Correspondence Algorithms," *International Journal of Computer Vision*, vol.47, pp.7-42, 2002.
- [23] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N7798, "Description of Core Experiments in MVC," Jan., 2006.
- [24] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Description of Exploration Experiments in 3D Video Coding," N9783, Feb., 2009.
- [25] Philips, Blue Box product leaflet, (http://www.business-sites.philips.com/global/en/gmm/images/3d/pressarea/downloads/Brochures_Leaflets/BlueBox_product_leaflet.pdf)
- [26] C. Fehn, "A 3D-TV approach using depth-image-based rendering (DIBR)," *Proc. Of Visualization, Imaging, and Image Processing*, pp. 482-487, Spain, 2003.
- [27] C. Fehn, "Depth-Image-Based Rendering (DIBR), Compression and Transmission for a New Approach on 3D-TV," *Proc. SPIE Conf. Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XI*, vol. 5291, pp.93 - 104, 2004.
- [28] S. E. Chen, and L. Williams, "View Interpolation for Image Synthesis," *Proceedings of SIGGRAPH1993*, pp.286-287, Aug., 1993.
- [29] 김성규, "다시점 3D 디스플레이 기술," 방송공학회지, 기술특집논문, 제15권 제1호, pp.100~109, 2010. 3.
- [30] 중소기업청, 3D 디스플레이 시장 기술 보고서, 2009. 7.
- [31] www.3d-forums.com
- [32] 이승현, "패럴랙스배리어와 렌티큘러 스크린을 이용한 3D 디스플레이," 인포메이션 디스플레이, 제10권 제3호, pp.15~22, 2009.
- [33] 박재형, "3D 디스플레이 기술 소개 및 개발 동향," 인포메이션 디스플레이, 제10권 제3호, pp.2~14, 2009.

약 력



엄 기 문

1991년 서강대학교 전자공학과 공학사
 1993년 서강대학교 전자공학과 공학석사
 1998년 서강대학교 전자공학과 공학박사
 1998년 ~ 2000년 한국전자통신연구원 Post-doc 연구원
 2000년 ~ 현재 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부문
 방송시스템연구부 책임연구원
 2001년 ~ 2002년 캐나다 CRC(Communications Research
 Centre/Canada) 방문 연구원
 관심분야 : 3DTV, 다시점 3DTV, 컴퓨터 비전, 휴먼팩터 등

약 력



허 남 호

1992년 포항공과대학교 전기전자공학과 공학사
 1994년 포항공과대학교 전자전기공학과 공학석사
 2000년 포항공과대학교 전자전기공학과 공학박사
 2000년 ~ 현재 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부문
 방송시스템연구부 부장
 관심분야 : 3DTV, 3D DMB, 제어 및 전력전자



김 태 원

1999년 포항공과대학교 전자전기공학과 공학사
 1999년 포항공과대학교 전자전기공학과 공학석사
 2006년 포항공과대학교 전자전기공학과 공학박사
 2006년 ~ 현재 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부문
 방송시스템연구부 선임연구원
 관심분야 : 3DTV, 홀로그래피, 3차원 컴퓨터 비전(강제/비강제
 3차원 복원, SAM, 다시점 카메라 복원 등), 패턴 인식



장 은 영

1999년 전북대학교 정보통신공학과 공학사
 2001년 광주과학기술원 정보통신공학과 공학석사
 2008년 ~ 현재 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 공학박사과정
 2001년 ~ 현재 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부문
 방송시스템연구부 선임연구원
 관심분야 : 비디오 처리/압축, CG 모델 처리/압축, 3DTV



신 홍 창

2006년 세종대학교 컴퓨터공학과 공학사
 2006년 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 공학석사
 2009년 ~ 현재 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부문
 방송시스템연구부 연구원
 관심분야 : 3차원 영상처리, 3차원 디스플레이, 실감방송,
 영상 합성, GPGPU



정 원 식

1992년 경북대학교 전자공학과 공학사
 1994년 경북대학교 전자공학과 공학석사
 2000년 경북대학교 전자공학과 공학박사
 2000년 ~ 현재 방송통신융합연구부문 방송시스템연구부
 실감방송시스템연구팀 팀장
 관심분야 : 영상처리 및 압축, 멀티미디어 시스템, 대화형방송,
 DMB, MPEG, 3DTV 등