

3차원 영상 처리 기술 개발

광주과학기술원 | 호요성

1. 서론

흔히 3차원 영상 기술은 근래에서야 개발된 최신의 기술이라고 생각하기 쉽지만, 이미 관련 산업들은 수세기 전부터 시작되어 이미 두 차례의 전성기를 거쳤다. 하지만 안타깝게도 초기 입체 영상들은 모두 반짝 인기를 얻는데 그치고, 관련 기술의 부족으로 그 인기가 다시 시들해지고 말았다. 하지만 2009년에 개봉한 3차원 영화 ‘아바타’가 성공한 이후, 3차원 영상 산업에 대한 관심이 다시 높아졌다. 아바타가 선보인 3차원 영상의 매력은 너무도 인상적이어서 관객들은 3차원 영화가 더 비싸더라도 기꺼이 관람을 하게 되었고, 놀라운 흥행에 고무된 영화사들은 3차원 영화 프로젝트를 쏟아내었다. ‘아바타’는 영화계 뿐만 아니라 실생활의 여러 부분을 바꾸어놓았다. 이제는 3차원 TV가 가정에 보급되고, 3차원 게임을 하는 일이 익숙한 풍경이 되었다. 최근에는 3차원 디스플레이를 장착한 스마트폰도 출시되었다. 이렇게 3차원 영상 산업이 커짐에 따라 3차원 영상을 인간에게 보여주기 위한 3차원 영상 처리 기술 개발의 중요성이 커지게 되었다.

3차원 영상 기술을 이해하기 위해서는 사람의 입체

감 인지 원리에 대한 이해가 필요하다. 일반적으로 사람은 약 6.5cm 정도 떨어진 두 눈을 통해 사물에 대한 정보를 받아들인다. 이때 두 눈의 거리 차이로 인해 서로 다른 영상이 망막에 맺히게 되고 이 영상은 시신경을 통해 뇌로 전달된다. 망막에 맺힌 상은 이미 3차원 정보를 잃어버린 2차원 영상이기 때문에 3차원 정보를 다시 복원하기 위해, 뇌는 경험적 요인과 생리적 요인으로 구성된 3차원 정보 복원 시스템을 통해 두 영상을 융합시켜 본래의 3차원 장면을 구성한다[1]. 이와 같은 원리가 충족되는 3차원 영상 처리는 그림 1과 같은 과정을 통해서 구현된다.

본 논문에서는 3차원 영상 처리를 위한 영상 획득, 전처리, 깊이 획득 및 가상 시점 생성 과정, 데이터 압축에 대해서 살펴볼 것이다.

2. 3차원 영상 콘텐츠 획득 및 전처리 과정

3차원 영상 콘텐츠는 앞에서 제시한 사람이 입체감 인지하는 방법에 맞게 획득된다. 이 장에서는 영상 획득을 위한 두가지 대표적인 방법을 소개할 것이다. 이 방법들 외에도 단안 깊이단서를 사용하여 기존의 2차



그림 1 3차원 영상 처리 구조도

† 본 연구는 한국연구재단 전자정보융합과학단 기획과제에서 지원을 받았습니다.



(a) 수평 이동축 방식



(b) 직교식 카메라



(c) 연동형 리그 방식

그림 2 양안식 카메라 종류

원 콘텐츠를 3차원으로 변화하는 방법도 사용된다[2].

2.1 영상 획득

2.1.1 양안 카메라 시스템

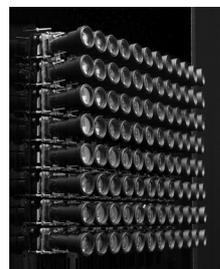
양안식 카메라는 기존 2차원 카메라 2대를 사용하여 만드는데 그 작동 방식에 따라서 평행축, 교차축, 수평 이동축, 직교식 등 다양한 종류가 있으며 각각 장단점이 존재한다[3]. 렌즈와 센서의 중심을 연결하는 선을 광축이라고 하는데, 평행축 방식은 두 광축이 평행하며, 센서에 맺히는 두 영상 간의 시차를 이용해서 입체감을 구현한다. 이 방식은 간단한 반면에 시차 변화에 적응이 안된다. 교차축 방식은 광축을 회전할 수 있게 하여 물체에 주시점을 맞추는 방식인데, 주시각 제어가 가능하고 비교적 간단히 만들 수 있지만 센서면에 광축에 수직이 아니므로 화면의 좌우 높이의 차에 의한 사다리꼴 왜곡이 발생한다. 수평이동축 방식은 렌즈와 이미지 센서가 고정되지 않고 미소한 간격을 좌우 대칭으로 움직이게 함으로서 주시각 제어 효과를 낸다[4]. 이 방식은 교차축에 비해 왜곡이 적고 정밀한 주시각 제어가 가능하여 눈의 피로감이 적은 영상을 만들 수 있다. 그러나 구조가 복잡하여 제작상의 어려움이 존재한다. 직교식 카메라 방식은 카메라를 직교하게 배열한다. 이 방식에서는 앞서 언급한 세가지 방식을 각각 다 적용이 가능하다. 직교식 카메라의 경우는 사람의 양안간격과 같은 6.5cm의 영상을 촬영하기 위해서 고안되었다. 수평배역의 경우 카메라의 크기 때문에 좁은 간격을 구성하는데 한계가 있는 반면 직교식 카메라의 경우 양안 간격을 하프미러를 이용하여 0까지 조절이 가능하다. 최근에는 수평식과 직교식을 모두 사용할 수 있는 연동형 리그도 나왔다[5]. 리그란 3차원 영상을 촬영할 수 있도록 두 대의 카메라를 연결해주는 장비이다. 리그는 렌즈 두 개를 동시에 조작할 수 있는 렌즈 조절부와 각도, 간격, 상하, 회전을 조작할 수 있는 리그 조절부로 구성된다. 이 방식은 렌즈 특성상 발생하는 미세한 오차를 보정할 수 있고, 촬영

상황에 따라 수평식과 직교식을 짧은 시간에 변환할 수 있다[5].

2.1.2 다시점 및 복합형 카메라 시스템

양안 카메라의 경우 인간의 시각에 적합한 두 개의 시점만 제공하였다. 다시점 카메라 시스템의 경우 사용자가 원하는 임의의 시점을 선택하여 시청하도록 서비스하는 것으로 다양한 시점 제공을 위해 여러 대의 카메라가 필요하다. 여러 대의 카메라는 주로 평행 형태나 수렴 형태로 배열되며, 카메라를 일직선상으로 배치하면서 수렴점을 가지도록 배열하는 평행-수렴형 배열도 사용된다. 카메라를 1차원으로 배열했을 경우 각 시점간에는 수평 시차를 가지게 되며, 2차원으로 배열했을 경우에는 수직과 수평 방향으로 각각 시차를 가진다. 모든 카메라는 다시점 동기화 장치를 거쳐 각 카메라에 대한 저장 장치로 연결되며, 이와 같은 시스템을 다시점 카메라 시스템이라 부른다.

촬영하는 장면이나 물체의 깊이 정보를 직접 획득하는 장치로 깊이 카메라를 들 수 있다. 깊이 카메라는 Time-of-flight(TOF) 기술을 이용하여 촬영하는 물체의 깊이 정보를 쉽게 얻는다. TOF 카메라에서는 적외선이 물체에 반사되어 센서로 돌아오는 시간을 측정하여 물체의 깊이를 계산한다. 일반적으로 깊이 카메라로부터 획득된 깊이 정보는 일반 카메라로부터 얻는 깊이 정보보다 정확도가 높지만, 촬영 환경이 제한적이고 촬영



(a) 스탠포드 대학 카메라 시스템



(b) 광주과학기술원 카메라 시스템

그림 3 다시점 카메라 시스템

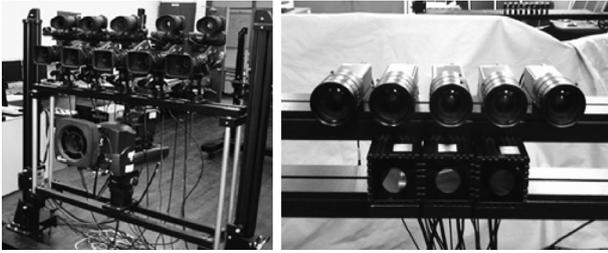


그림 4 복합형 카메라 시스템

영된 영상에 잡음이 존재하는 등 여러 가지 문제점이 남아 있다.

복합형 카메라 시스템은 이러한 문제들을 해결할 대안이 될 수 있다. 다시점 카메라와 깊이 카메라를 결합한 형태로써, 다양한 시점에서의 영상과 3차원 깊이 정보를 동시에 얻을 수 있는 장점이 있다. 복합형 카메라 시스템으로 촬영된 영상의 경우, 깊이 카메라로부터 획득한 깊이 정보와 다시점 영상을 이용하여 구한 깊이 정보를 결합하여 서로의 단점을 보완할 수 있으며, 깊이 카메라의 정보를 이용하여 다시점의 깊이 지도를 생성하는 방법도 제안되었다[6]. 그림 4에서는 광주과학기술원에서 제안한 복합형 카메라 시스템의 두가지 구성을 보여준다[6,7]. 이들은 다시점 카메라, 깊이 카메라, 동기화 세 부분으로 구성되고, 제안하는 시스템들은 매 프레임마다 다시점 카메라에서 획득한 다시점 영상과 깊이 카메라로부터 획득한 깊이 영상을 제공한다. 일반적인 깊이 카메라의 깊이 정보 측정 거리는 약 0.5~5m이다.

2.2 전처리 과정

2.2.1 카메라 보정 및 정렬화

획득된 영상은 효과적으로 사용하기 위해서 카메라 보정(camera calibration)을 수행한다. 카메라 보정은 각 카메라에서 촬영된 2차원 영상을 이용하여 카메라의 물리적 특성 및 위치와 방향을 나타내는 카메라 변수(camera parameter)를 구하는 과정이다[8]. 카메라 보정을 통해 다시점 깊이 카메라와 다시점 카메라의 내부 행렬 K_s , K_l , 회전 행렬 R_s , R_l , 이동 행렬 t_s , t_l 을 추정된 후, 각 카메라에 대한 투영 행렬인 P_s , P_l 을 계산한다. 식 (1)과 (2)는 계산한 투영 행렬을 각각 보여준다.

$$P_s = K_s [R_s | t_s] \quad (1)$$

$$P_l = K_l [R_l | t_l] \quad (2)$$

카메라를 보정한 뒤에는 영상간의 상관성을 높이기 위한 영상 정렬화(image rectification) 과정이 필요하다. 영상 정렬화는 두 대 이상의 카메라를 배치하는 과

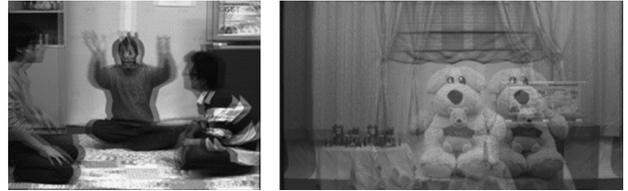


그림 5 다시점 영상 정렬화

정에서 기하학적 오차를 보정하는 기술이다. 기하학적 오차는 영상 사이에 상응하는 점들의 수직 좌표와 수평 변위가 일정한 값을 가지지 못하기 때문에 발생하는 문제로써, 깊이 정보 생성이나 중간 영상 합성 등의 성능을 저하시킨다. 따라서 획득된 영상에서 정렬화를 수행하면 이상적인 배열에서 얻은 것과 비슷한 특성을 갖는 영상을 얻을 수 있다[9].

2.2.2 렌즈 왜곡 보정

보통 카메라를 사용하여 3차원 장면을 촬영할 때, 실제 장면에서는 직선의 형태를 가진 물체가 촬영된 영상에서는 직선으로 나타나지 않는 현상을 렌즈 왜곡이라고 한다. 렌즈 왜곡은 디지털 영상 처리 전반에 있어서 많은 부분에 장애 요인으로 작용하기 때문에, 이는 반드시 해결해야 한다. 그림 6은 렌즈 왜곡의 발생과 보정된 결과를 보여준다. 렌즈의 왜곡된 성분을 추출하기 위해서 격자무늬 패턴 영상을 사용하는데, 이를 분석하여 왜곡에 관련된 변수를 구하여 보정한다[10]. 영상의 변환 과정에서 생길 수 있는 빈 영역은 주변 값들의 평균을 취하여 채운다.

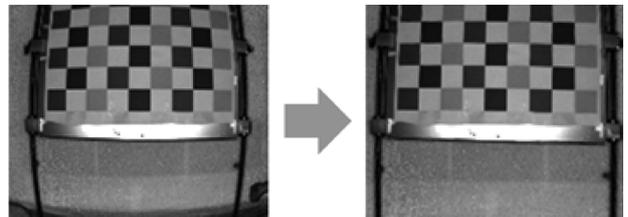


그림 6 렌즈 왜곡 보정 결과

2.2.3 색상 보정

색상 보정은 영상간에 존재하는 색상 차이를 최소화하여 각 시점간의 상관도를 높이는 기술이다. 보통 촬영에 사용되는 카메라는 물리적 특성이 조금씩 다르기 때문에 생기는 색상 차이를 적절히 보정하면 시점간의 색상 상관도가 높아지기 때문에 색상 기반의 영상 처리를 수월하게 할 수 있다[11]. 일반적으로 카메라 특성에 기반을 둔 다시점 영상 색상 보정방법이 주로 사용되고 있으며, 기준이 되는 참조시점 영상을 선택하고 이 영상과 다른 시점 영상간의 대응점을 특징점 기반 대응점 추출 알고리즘을 통해 추출한다. 추출된 색상 샘플

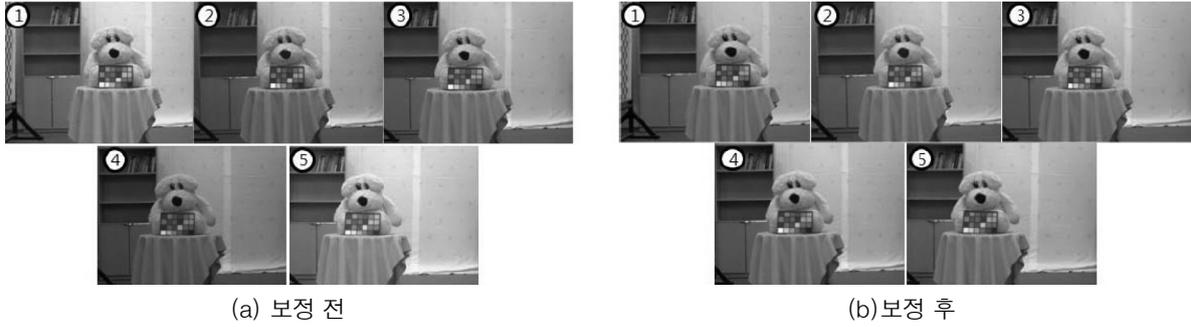


그림 7 다시점 영상 색상 보정

들을 기반으로 상대적인 카메라 특성을 모델링하고 비선형 순환법을 이용하여 내부 계수들을 계산한다. 이렇게 유추된 모델을 통해 RGB 채널의 색인표를 만들고 색상 매칭 과정을 통해 보정시점 영상의 색상을 보정하게 된다[12].

3. 3차원 깊이 정보 획득 및 가상 시점 생성 기술

3.1 깊이 정보 획득

전처리 과정을 거친 입력 영상으로부터 3차원 깊이 정보를 얻을 수 있다. 일반적으로 깊이 정보는 스테레오 정합과 같이 영상의 2차원 특성만을 이용하는 수동적인 방법이나 깊이 카메라와 같은 장비를 직접 이용하는 능동적 방법을 통해서 얻을 수 있다. 또한 앞에서 소개한 복합형 카메라를 사용하여 여러 방법들의 단점을 보완하여 한층 더 정확한 깊이 정보를 얻을 수 있다.

3.1.1 스테레오 정합 기술

인간 시각 체계는 양쪽 눈으로부터 얻은 영상의 변위차로 깊이 정보를 추정한다. 스테레오 정합은 인간 시각 체계를 컴퓨터 시뮬레이션에 접목한 것으로 컴퓨터 비전 분야에서 활발히 연구되고 있다[13]. 스테레오 정합에서는 영상 정렬화가 되어있다는 전제하에 출발한다. 깊이 정보는 멀리 있는 물체는 좌영상과 우영상에서 시차가 작게 발생하는 반면, 가까이 있는 물체는 시차가 크게 나타나는 원리를 이용하여 계산된다.

변위를 이용한 실제 깊이 정보는 다음과 같이 구해진다. 두 대의 카메라가 각각 C_l , C_r 에 위치하고, 두 카

메라의 광축이 z 축 방향으로 평행하다고 가정을 한다. 이와 같은 환경에서 3차원 공간상에서의 한 점 P 는 좌측 카메라의 영상 평면에서 (x_l, y) 에 사상(mapping)되고, 우측 카메라의 영상 평면에서 (x_r, y) 에 사상된다. 그렇다면, x_l 과 x_r 의 차이는 변위 d 가 되고, 다음 비례식을 통해 실제 깊이 정보 Z 를 쉽게 계산할 수 있게 된다.

$$Z = \frac{Bf}{x_l - x_r} = \frac{Bf}{d} \quad (3)$$

여기서 B 는 두 카메라의 거리, f 는 카메라의 초점 거리를 나타낸다.

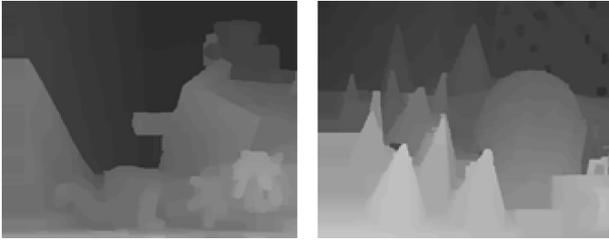
스테레오 정합 방법은 변위 계산 방법에 따라 크게 지역적인 방법과 전역적인 방법으로 나눌 수 있다. 일반적으로 지역적 방법은 계산 속도가 빠른 반면, 화소별로 각각 대응점을 찾기 때문에 폐색(occlusion) 영역, 반복되는 텍스처 혹은 텍스처가 없는 영역, Non-Lambertian 평면 등 정보가 모호한 영역에서는 성능이 저하되는 단점이 있다. 전역적 방법은 주변의 정보를 같이 활용하여 영상 전체의 오차를 최소화하기 때문에 보다 정확한 결과를 얻을 수 있지만, 계산 시간은 더 많이 소요된다. 대표적인 전역적 방법으로는 마르코프 랜덤 필드(Markov Random Field, MRF) 모형을 들 수 있는데[14], 이 방법은 입력 영상을 이용하여 필드를 구성하고 최소 에너지를 구하여 변위를 계산한다. 따라서, 필드를 구성하는 방법과 최소 에너지 함수를 정의하는 것이 알고리즘의 성능을 좌우한다. 최근에는 전역적 방법이 지역적 방법에 비해 상대적으로 높은 성능을 보이면서 많은 연구들이 이 접근 방법을 따르고 있다[15,16].



그림 8 변위와 깊이 정보의 관계



(a) 색상 영상



(b) 변위 지도

그림 9 스테레오 정합을 이용하여 얻은 변위 지도

그림 9는 전역적 방법을 이용하여 얻은 변위 지도의 결과를 보여준다[17].

3.1.2 다시점 카메라와 깊이 카메라를 이용한 깊이 정보 생성

다시점 색상 카메라와 다시점 깊이 카메라를 이용하여 3차원 장면의 깊이 정보를 생성하는 방법은 복합

형 방법에 속한다. 깊이 카메라는 장면의 깊이 정보를 실시간으로 측정할 수 있는 장점이 있지만, 잡음과 왜곡이 발생하고 색상 영상과의 상관도도 떨어진다. 또한 해상도도 일반 카메라에 비해서 상당히 떨어진다. 따라서 다시점 깊이 영상에 후처리 작업을 수행한 후, 이를 다시점 색상 영상과 조합하여 3차원 깊이 정보를 생성한다. 깊이 카메라로부터 얻은 각 시점에서의 초기 변위 정보를 기반으로 한 스테레오 정합의 결과는 깊이 카메라 정보가 없이 구해진 기존 방법의 결과보다 우수한 성능을 나타낸다. 광주과학기술원에서는 다섯 개의 HD 카메라와 세 대의 깊이 카메라를 이용해서 깊이 정보를 생성하였다[18]. 그림 10과 11은 각각 실험에 사용된 카메라 시스템을 이용하여 촬영한 영상과 깊이 지도를 생성한 결과를 보여준다.

3.2. 가상 시점 생성

각 시점에 대한 깊이 정보를 얻은 뒤에는 주변 시점의 영상을 이용하여 임의의 중간 시점에서의 영상을 만들 수 있다. 이때 이미 생성된 깊이 정보를 이용하여 좌우 카메라에서 촬영된 영상을 3차원 공간으로 보낸 뒤에 원하는 시점으로 다시 사상하는 동작을 3차원 워핑(warping)이라고 한다. 이와 같은 방법으로 원하는

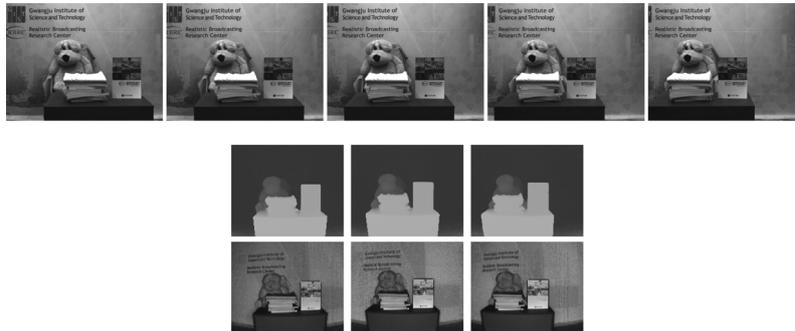


그림 10 실험에 사용된 영상



(a) 깊이 카메라 정보 없이 얻은 결과



(b) 다시점 카메라와 깊이 카메라를 이용하여 얻은 결과

그림 11 깊이 생성 결과



(a) 좌영상 → 가상 시점 (b) 우영상 → 가상 시점
그림 12 참조 시점에 따른 시점 합성 결과

시점의 좌우 영상, 혹은 더 많은 시점으로부터 워핑된 영상들을 혼합하여 새로운 시점의 영상을 생성한다. 이렇게 만들어진 새로운 시점에서의 영상은 카메라로 직접 촬영된 영상과 더불어 자유로운 시점 이동과 함께 입체적인 3차원 영상을 사용자에게 제공할 수 있다.

가상 시점을 만들기 위해서 우선 좌영상과 우영상 각 각을 가상 시점으로 이동한다. 변위 영상을 이용한 시점 이동은 기하학적인 차이로 인해 시점 이동 과정이 정확하게 일대일 사상(mapping)이 되지 않고, 또한, 원영상에서는 가려져 있던 부분이 가상 시점으로 시점 이동되면서 드러나는 영역, 즉, 비폐색(disocclusion) 영역이 생기기 때문에 빈 영역이 발생하게 된다. 그림 12는 참조 시점에 따른 시점 합성 결과를 보여준다. 그림 12(a)와 같이 좌영상만을 이용하여 시점 합성을 할 경우, 빈 영역이 객체의 오른쪽 영역에 존재하고, 그림 12(b)와 같이 우영상만을 이용할 경우, 빈 영역이 객체의 왼쪽 영역에 존재하게 된다. 그렇기 때문에 일반적으로는 좌우영상을 모두 이용하여 빈 영역을 채운다.

빈 영역은 가상 시점의 위치에 따라, 가상 시점으로부터 가까운 시점에 가중치를 높게 하는 가중합으로 영상을 통합하는 영상 혼합(view blending) 방법을 사용한다. 영상 혼합 과정을 통해 합성 영상의 대부분의 영역이 채워지지만, 여전히 변위값의 오차 또는 비폐색 영역으로 인한 빈 영역이 남아있게 된다. 이같은 경우에는 빈 영역의 주변값을 고려하는 영상 보간법이나

인페인팅(inpainting)과 같은 방법을 통해서 빈 영역을 채우게 된다[19,20]. 그림 13은 모든 과정을 마친 최종 합성 영상을 보여준다.

4. 3차원 영상의 압축

여러 과정에서 얻은 다시점 비디오와 각 시점에서의 깊이 정보는 효율적인 전송을 위해 압축 부호화된다. 이는 다시점 영상의 특성에서 나타나는 상관도를 고려하여 카메라 수의 따라 선형적으로 증가하는 데이터 양을 효과적으로 줄일 수 있다[21]. 다시점 비디오 부호화(multi-view video coding, MVC)는 MPEG과 JVT를 중심으로 활발히 논의되었으며, 많은 기관들이 참여하여 일부 표준화 작업을 수행하였다[22].

대개 다시점 비디오는 시점간의 상관도가 높기 때문에 이를 이용하여 부호화 효율을 높인다. 최근 다시점 색상 정보만을 부호화하거나, 깊이 정보를 이용하여 생성된 중간 영상을 색상 정보의 부호화에 이용하는 방법, 다시점 비디오와 깊이 정보를 함께 부호화하는 방법을 포함하여 여러 가지 방법들이 제안되었다. 그림 14는 일반적인 다시점 비디오 시스템의 개념도를 보여준다.

다시점 비디오 부호화는 H.264/AVC 표준을 기반으로 인접한 영상 사이의 중복성을 제거하여 압축 효율을 높인다. 이를 위한 계층적 B화면과 시점간 예측을

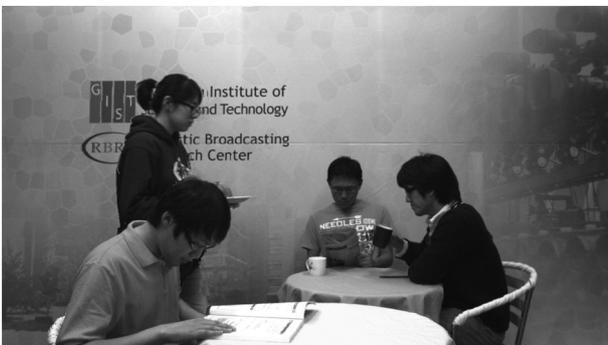


그림 13 최종 합성 결과

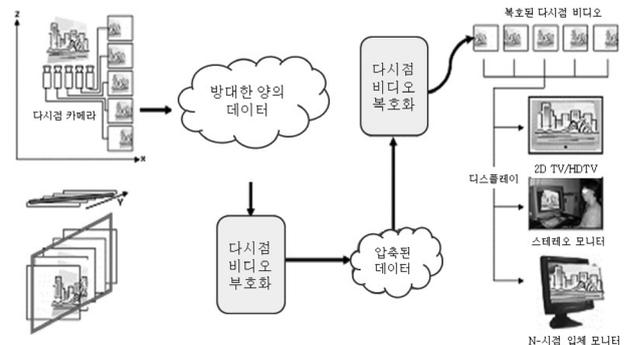


그림 14 다시점 비디오 시스템

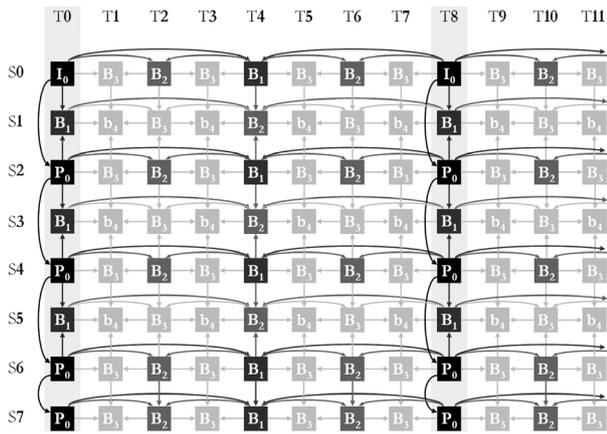


그림 15 계층적 B화면을 이용한 예측 구조

이용하는 예측 구조를 그림 15에 나타내었다. 그림 15는 다시점에서 계층적 B화면을 이용해 시점 간 상관도를 예측한 구조이다[23]. 세로축의 S0~S7은 #번째 시점을, 가로축의 T0~T11은 #번째 화면을 의미한다. 화살표는 화면 간의 참조 관계를 나타낸다.

5. 맺음말

본 논문에서는 3차원 영상 처리 기술의 전반적인 내용을 살펴보았다. 3차원 영상은 2차원 영상과 달리 사용자들에게 현장감과 실제감을 제공할 수 있으며, 방송, 의료, 영화, 게임 등의 다양한 분야에 널리 응용될 수 있다. 앞으로 3차원 비디오의 실용화 기술에 대한 연구는 더욱 활발히 진행될 예정이며, 자유시점 TV, 3차원 TV, 휴대 단말기 분야와 DMB 등의 사업 분야에서도 그 활용이 기대된다. 차세대 멀티미디어의 핵심 기반으로 자리매김한 3차원 영상 서비스의 시장을 선점하기 위해서는 산·학·연의 체계적인 협력과 지속적인 교류를 통해 우리나라의 기술 경쟁력을 확보해 나가야 할 것이다.

참고문헌

[1] 호요성, 김성열, “3차원 입체 영상 정보처리”, 두양사, 2010.
 [2] J. Ko, M. Kim, and C. Kim, “2D-To-3D Stereoscopic Conversion : Depth-Map Estimation in a 2D Single-View Image”, in Proc. of the SPIE, Vol. 6696, pp.66962 A, Aug. 2007.
 [3] KBS 방송기술연구소 홈페이지, <http://office.kbs.co.kr/techcenter/>
 [4] 호요성, 김성열, “3차원 TV와 실감방송 - 한국의 3차원 TV”, 방송과 기술, Vol. 152, pp.112-123, 2008.

[5] TODAY C&T 홈페이지, <http://www.today3d.co.kr/contents/sub0204.php>
 [6] E. Lee, S. Kim, Y. Jung, and Y. Ho, “High-resolution Depth Map Generation by Applying Stereo Matching Based on Initial Depth Information”, Proc. of 3DTV Conference, pp.201-204, 2008.
 [7] Yun-Suk Kang, Yo-Sung Ho, “High-quality Multi-view Depth Generation Using Multiple Color and Depth Cameras”, International Workshop on Hot Topics in 3D, pp.1405-1408, 2010.
 [8] Z. Zhang, “A Flexible New Technique for Camera Calibration”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 22, No. 11, pp.1330-1334, 2000.
 [9] Yun-Suk Kang, Yo-Sung Ho, “An Efficient Image Rectification Method for Parallel Multi-Camera Arrangement”, IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 57, paper No. 3, pp.1041-1048, 2011.
 [10] 호요성, 이은경, 강윤석, “다시점 카메라와 깊이 카메라를 이용한 3차원 영상 생성 방법”, 한국콘텐츠학회 학회지, 제8권, paper 제1호, pp.12-17, 2010.
 [11] 정재일, 호요성, “다시점 카메라 시스템을 위한 상대적 카메라 특성 기반 색상 보정법”, Telecommunications Review, 제20권, paper 제6호, pp.1004-1016, 2010.
 [12] Jae-Il Jung, 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), 2009.
 [13] D. Sharstein and R. Szeliski, “A taxonomy and evaluation of dense two-frame stereo correspondence algorithms”, in Proceedings of IEEE Workshop on Stereo and Multi-Baseline Vision, pp.131-140, 2001.
 [14] P. Perez, “Markov random fields and images”, CWI Q., Vol. 11, No. 4, pp.413-437, 1998.
 [15] J. Sun, N. N. Zheng, and H. Y. Shum, “Stereo matching using belief propagation”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 25, No. 7, pp. 787-800, July 2003.
 [16] 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, pp.1222-1239, Nov. 2001.
 [17] Woo-Seok Jang and Yo-Sung Ho, “Disparity Map refinement using occlusion handling for 3D scene reconstruction”, International Conference on Embedded Systems and Intelligent Technology(ICESIT), pp.213-216, 2011.

- [18] 강윤석, 호요성, “다시점 카메라와 깊이 카메라를 이용한 3차원 장면의 깊이 정보 생성 방법”, 전자공학회 논문지 SP편, 제48권, paper 제3호, pp.326-331, 2011.
- [19] K. Oh, S. Yea, and Y. Ho, “Hole filling method using depth based in-painting for view synthesis in free view-point television and 3-D video”, in Proceedings of Picture Coding Symposium, pp.39(1-4), 2009.
- [20] A. Telea, “An image inpainting technique based on the fast marching method”, Journal of Graphics Tools, Vol. 9, No. 1, pp.25-36, 2004.
- [21] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N6909, “Survey of Algorithms used for Multiview Video Coding(MVC)”, 2005.
- [22] 호요성, 이천, “3차원 실감 방송과 부호화 기술”, 한국통신학회지, Vol. 28, pp.47-53, 2011.
- [23] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, “Call for Proposals on 3D Video Coding Technology”, N12036, 2011.

약 력



호요성

1981 서울대학교 전자공학과 학사
 1983 서울대학교 전자공학과 석사
 1989 Univ. of California, Santa Barbara, Department of Electrical and Computer Engineering, 박사
 1983~1995 한국전자통신연구소 선임연구원
 1990~1993 미국 Philips연구소, Senior Research Member
 1995~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 교수
 관심분야: 디지털 신호처리, 영상신호 처리 및 압축, 멀티미디어 시스템, 디지털 TV와 고선명 TV, MPEG 표준, 3차원 TV, 실감방송
 E-mail : hoyo@gist.ac.kr