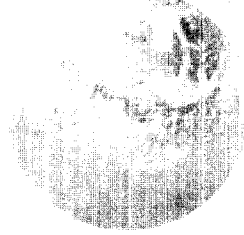


3D 파노라마 영상의 생성과 합성기술

□ 정 차 근 / 호서대학교 전기공학부



1. 서 론

최근, 컴퓨터의 발전에 힘입어 Computer Graphics(CG)에 의한 영상의 생성과 합성의 응용기술이 눈부시게 발전하고 있다. 특히, 3차원 CG에 의한 가상현실(Virtual Reality, VR) 기술의 발전은 온라인 게임이나 가상쇼핑몰, 가상 스튜디오[9], 가상공간에서의 영상회의나 통신 [10], Web 브라우저에 의한 온라인 서비스에의 활용[2] 등, 우리들 일상 생활의 여러 가지에 많은 영향을 주고 있다.

현재 3차원 애니메이션이나 게임, 가상 쇼핑몰 등에 주로 활용되고 있는 VR 생성의 주된 기술은 CG 기술을 사용해서 3차원 영상공간을 구축하는 것이고, 이를 통해서 3차원 임의시점

(viewing point) 영상의 실시간 표현을 구현시켜 시선방향(viewing direction)과 시점위치를 자유로이 변환할 수 있는 인터랙티브의 가상영상의 구축을 가능케 하고 있다. 그러나, 이와 같은 CG에 의한 3차원 가상영상의 생성은 임의 시점위치에서의 화상을 용이하게 생성할 수 있는 반면, 기하학적인 형상모델, 표면특성과 같은 Texture, 조명조건의 정확성, Rendering 등에 기인하는 여러 가지의 제약으로부터 사실성과 현장감의 실현에 한계가 있고, 자연영상 품질의 CG를 실현하는 것은 컴퓨터 처리능력의 한계로부터 실시간으로 생성하는 것은 어렵다. 따라서, 실제의 자연화상을 기본으로 한 3차원 영상공간 구축의 필요성이 제기되어, 많은 연구가 진행되고 있다.

■... 본고는 참고문헌[1]의 내용을 참조해서 최근의 연구동향과 제안된 주요 연구기법들을 요약하고 정리한 것이다.

실제의 영상을 이용해서 가상환경을 구축하는 방법은 가상공간을 보강한다는 의미로부터 Augmented Viruality라 부르고 있다[12]. CG에 실제의 영상을 이용하고자하는 아이디어는 기하형상에 실제의 화상을 덧붙이는 Texture Mapping의 방법이 주로 사용되어 왔다. 물체의 기하형상에 관한 정보를 충분히 이용할 수 있는 경우, Texture Mapping의 방법으로도 사실성이 높은 화상의 생성이 가능하다. 그러나, 일반의 자연환경에서는 완전한 기하형상을 구할 수 있는 경우는 거의 없다. 이로 인해 기하형상을 알 수 없는 실제의 환경을 대상으로 한 가상화 기술에 대한 보다 많은 연구가 요구된다.

실제의 환경을 반영해서 Interactive하게 가상 내에서 자유로운 탐방을 가능케 하는 가상공간은 예상되는 시점이나 시선의 방향을 달리한 모든 화상을 촬상해서 영상으로 기록해 두고, 이를 처리하면 간단하게 구축된다. 그러나 이와 같이 예상되는 모든 시점위치에서의 화상을 준비하기 위해 모든 위치에 카메라를 배치하고 촬영하는 시스템의 구현은 그렇게 간단한 일이 아니다. 따라서, 자연화상을 배경으로 한 3차원의 가상공간을 효율적으로 구축하기 위한 방법들은

- (1) 보통의 카메라를 이용한 다시점(multiple viewpoints) 화상의 촬상과 Image-Based Rendering(IBR) 등의 방법에 의한 임의 시점이나 시선방향의 화상을 생성하는 기법[4]
- (2) 전주 파노라마 화상이나 전방위(panoramic view) 화상 등과 같은 초광시야 화상을 촬상해서 이를 기반으로 생성하는 방법

등으로 분류할 수 있고[1], 이들에 관한 많은 연구가 활발히 진행되고 있다.

이상과 같은 배경에서, 본 고에서는 참고문헌 [1]을 중심으로 참조해서 단순한 CG만을 사용한 것이 아니라 실제의 영상을 배경으로 한 3차원 파노라마 영상의 생성과 합성기술에 관한 최근의 연구동향과 그 주요기법을 간략히 기술한다. 2절에서는 IBR 기법의 기본개념과 대표적인 방법들을 간단히 요약하고, 3절에서는 파노라마 영상합성을 위한 자연 화상 또는 영상을 얻는 주요 생성기법의 기본원리와 특징에 관해서 기술한다. 4절에서는 이동물체를 포함해서 움직임이 있는 실제 환경의 파노라마 스테레오 영상을 생성할 수 있는 구체적인 영상센서에 관해 소개한다.

2. Image Based Rendering

임의시점 위치에서의 화상을 생성하기 위해 복수매의 다시점 화상으로부터 기하학적 모델을 필요로 하지 않는 방법으로 Plenoptic 함수에 의한 모델링의 방법[13]이나 Concentric Mosaics[5], Image Mosaicing[15] 등이 대표적인 방법들이다.

Plenoptic 함수에 의한 모델링의 방법은 Adelson 등에[13] 의해 제안된 것으로 다음과 같은 7개의 파라미터 (7D)를 사용해서 입력 영상을 함수화하는 것이다.

$$P_7 = P(V_x, V_y, V_z, \theta, \phi, \lambda, t)$$

여기서, (V_x, V_y, V_z) 는 카메라의 중심좌표를, $(\theta,$

ϕ 는 가능한 카메라의 각도, 파장 λ 와 시간 t 를 나타내는 계수들이다. "plenoptic" 함수는 카메라의 중심점을 통해 들어오는 광선의 세기를 나타내는 것으로, 다양한 시점과 시선에서 촬영한 화상의 통합에 의해 구성된다. 임의의 시점위치나 시선방향에서의 영상은 촬영된 다시점 샘플 화상으로부터 추정된 "plenoptic" 함수를 재샘플링 과정을 통해 구성된다. 이로 인해 plenoptic 함수 모델링의 방법에서는 plenoptic 함수를 샘플링하고 이로부터 영상을 재구성하는 것이 매우 중요한 과제로 되어 있다. 그러나, 7D plenoptic 함수는 관련 파라미터를 정확하게 추정하는 것이 간단치 않다. 따라서, 이를 간단화 하기 위한 방법으로 광파장 λ 와 시간 t 를 제거한 5D 함수[14], 3D 함수나 카메라의 각도만을 고려한 2D 함수[15] 등 여러 가지 변형방법들이 제안되고 연구되어 왔다.

Concentric Mosaicing은[5] 카메라의 운동을 평판동심원상의 운동으로 고정시켜 plenoptic 함수의 파라미터를 3D 즉, 회전각, 반경 및 수직높이로 한정시킨 방법으로, mosaic 영상은 원주상의 서로 다른 위치에서 취한 slit 영상을 합성해서 얻는다. 임의의 시점위치에서의 파노라마 영상은 이들을 rendering 함으로서 얻어진다. 따라서, 이 방법은 계산량의 삭감이 가능하고, 시차나 조명변화를 관측하고, 영역내에서의 자유로운 시점의 변경이 가능한 이점이 있다. 그러나, 카메라의 렌즈 주점과 Pan 중심과의 거리가 크게되고, 접합후 Texture에 왜곡이 발생할 가능성이 있고, 화상평면과 광선이 이루는 각이 직각이 되지 않으면 투영에 의한 Texture 품질이 나쁘게 된다.

Image Mosaicing은[15] 복수매의 촬영영상

을 원통형이나 구면 좌표로의 mapping을 통해 전주 파노라마 영상을 생성하는 기법이다. 즉, 영상 시퀀스를 변환 매트릭스에 의한 변환을 통해 파노라마 image mosaicing을 구성하는 것이다. 특히, 회전 매트릭스로 변환하면 회전 원 파노라마 화상의 구성이 가능하다. 접합면의 불일치를 처리하기 위한 여러 가지 기법들도 제안되어 있다.

그 외에도 한정된 시점위치의 화상으로부터 시점간 보간의 방법을 사용하여 양단의 시점을 연결한 직선상의 임의의 시점위치에서의 화상을 생성하고, 화상 재구성 방법으로 수직방향으로 벗어난 화상을 생성해서 처리하는 방식[8], IBR과 geometry-based rendering의 방법을 함께 사용해서 photo-realistic interactive 가상환경을 구축하는 방식[3] 등 다양한 방법의 연구가 이루어지고 있다.

3. 파노라마 화상의 생성

실제의 자연환경으로부터 파노라마 영상을 촬영하는 방법은

- 통상의 카메라로 복수개의 서로 다른 방향을 촬영한 화상으로부터 전주 파노라마 화상을 합성하는 방법
- 전주시야의 촬영이 가능한 전방위 화상센서를 사용해서 획득한 화상으로부터 기하학적인 변환을 통해 전주 파노라마 화상을 생성하는 방법

등으로 분류할 수 있다[1].

1) 복수화상을 이용한 파노라마 화상합성

가장 간단하게 파노라마 화상을 생성하는 방법으로, 카메라의 방향을 바꾸어 촬영한 복수개의 화상을 접속해서 1매의 파노라마 화상을 얻는 방법이다. QuickTime VR은[11] 그 대표적인 예라 할 수 있다. QuickTime VR은 어느 축을 중심으로 카메라를 회전시켜 촬영한 복수매의 화상을 파노라마상으로 합성해서 전주화상을 만들고, 마우스 등으로 임의시점에서의 화상을 볼 수 있게 하는 것이다. QuickTime VR에서의 파노라마 화상의 생성은 카메라를 회전시켜서 촬영한 먼 거리의 화상들을 매칭을 취해가면서 덧붙여 가는 방법이다. 따라서, 카메라 렌즈의 주점(principal point)이 회전축의 중심과 일치하지 않으면 이음매가 일치하지 않는 부분이 생성되고 이로 인해 고품질의 파노라마 화상을 생성할 수 없게 된다.

또한, IPIX에서는[16] 어안렌즈와 디지털 카메라를 조합시켜 촬영한 전천주 화상으로부터 원하는 방향을 볼 수 있게 하는 것으로, 디지털 카메라의 해상도에 의해 화상사이즈가 결정되고 약 600만 화소의 디지털 카메라로 2000×2000 화소에 이르는 해상도를 실현하고 있다.

어느 특정 시점위치에서의 전주 파노라마 화상을 얻기 위해서는 파노라마 화상 합성에 이용되는 화상이 전부 동일 위치에서 촬영되는 것이 필요하다. 따라서, 단일시점의 제약을 만족하기 위해, 회전축과 카메라의 투영중심을 일치시킨 회전 카메라가 이용되고 있다. 그러나 카메라를 회전하는 방법은 고해상도의 전방위 화상을 얻을 수 있지만, 각 화면의 촬영에 시간이 소요되므로 실시간성의 문제는 남는다.

물체간 깊이정보(depth information)에 따

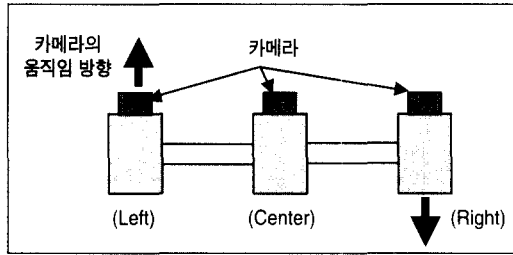


그림 1. 3대의 카메라에 의한 촬영 시스템[10]

른 Occlusion의 문제를 해결하고, 특정물체의 추출이나 스테레오 매칭의 성능향상을 피하기 위해 그림 1과 같은 중앙과 좌우 3대의 카메라를 사용해서 파노라마 접합의 위치를 맞추고, Texture의 고품질화 처리로부터 스테레오 파노라마 화상을 생성하는 기법도 있다[10]. 이 시스템은 카메라의 panning, tilting, rolling이나 principal axis의 depth 조정이 가능하도록 좌우의 카메라가 자유로운 움직임이 가능하도록 하고 있다. 그림 2(b)는 그림 2(a)의 19매의 화상을 사용해서 재구성한 파노라마 화상을 나타낸 것으로, 위에서부터 각각 좌측, 중앙, 우측부위에 해당된다.

이상과 같은 1대의 카메라로 방향을 바꾸어 촬영하는 방법이나 회전 카메라 등으로서는 기본적으로 동일시각에 전주 시야를 촬영할 수 없고, 움직이는 물체를 포함한 동적인 환경에서는 전주 파노라마 화상을 생성할 수 없다.

2) 전방위 화상센서에 의한 파노라마 화상생성

“전방위(panoramic view)”라고 하는 것은 360°×360°의 전체 방향을 나타내는 것이지만, 측면 방향 360°의 시야를 갖는 것이나, 전방 초광시야를 갖는 것을 포함해서 전방위 화상센서라 한다. 측면 방향 360°의 시야를 갖는



그림 2. (a) 파노라마 화상구성에 사용된 프레임 화상 (중앙부 카메라) [10]

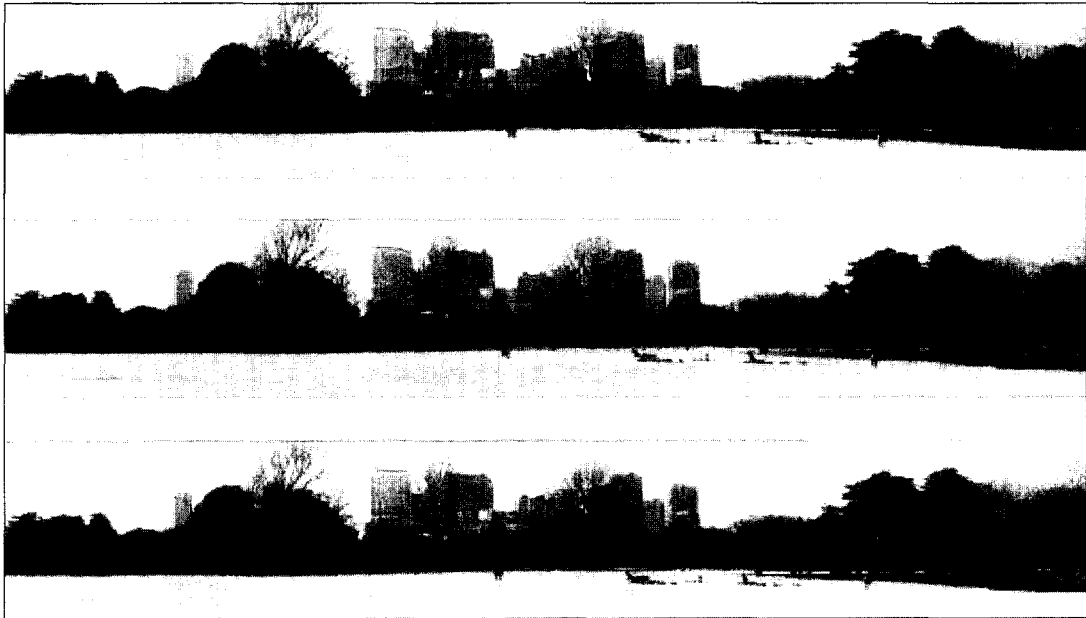


그림 2. (b) (a)의 연속프레임 화상으로부터 생성한 파노라마 영상 [10]

전방위 센서로 취득한 전방위 화상을 기하학적인 변환의 과정을 통해 전주 파노라마 화상을 생성할 수 있다. 이 때 카메라부에 비디오카메라를 이용한 전방위 화상센서를 전방위 비디오

카메라라 한다 [1]. 전방위 화상센서는 일반적으로 볼록면 거울에 비친 상을 카메라로 촬영하는 구조로 되어 있고, 거울의 형상에 따라, 구면, 원추면, 쌍곡면, 포물면, 평면의 조합 등이 있다.

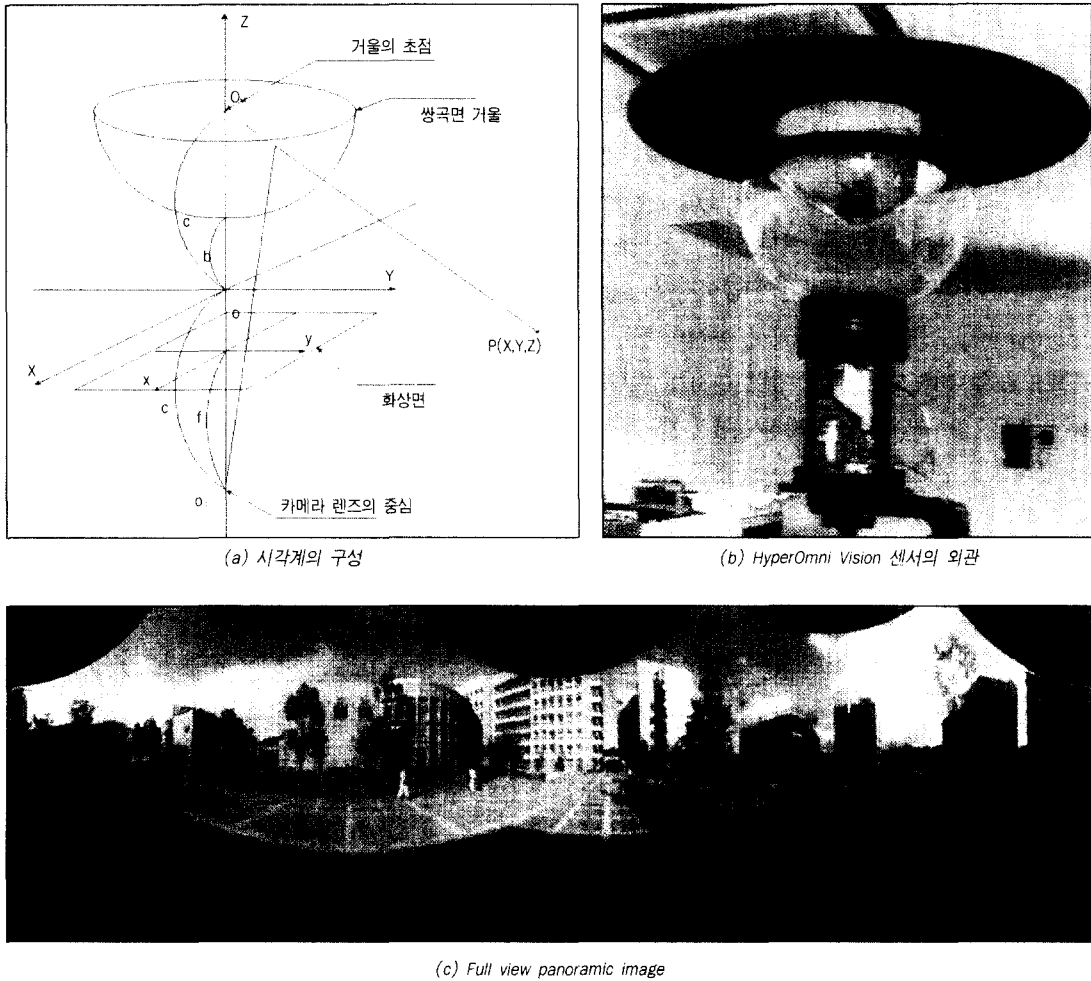


그림 3. 쌍곡면 거울을 이용한 전방위 화상센서 HyperOmni vision 센서의 구성과 파노라마 영상 [1]

전방위 비디오 카메라는 동적인 환경을 취급할 수 있는 특징을 갖고 있으나 구면 거울이나 원추면 거울을 이용하는 것은 1점중심 투영의 광학특성을 얻지 못한다. 즉, 단일시점 제약을 만족할 수 없기 때문에 전방위 화상으로부터 단일시점에서의 전주 파노라마 화상을 구성할 수 없다. 따라서, 단일시점 제약을 만족하고, 특정 시점에서의 평면 투시투영 화상이나 파노라마 화상을 생성할 수

있는 렌즈와 거울의 구성은 쌍곡면과 포물면 거울의 구성으로 한정된다.

쌍곡면 거울을 이용한 전방위 비디오카메라의 대표적인 예로 HyperOmni Vision[6]의 구성을 그림 3(a)에 나타낸다. 이 센서는 쌍곡면 거울의 외측 초점 위치에 카메라의 투영중심을 두어 쌍곡면의 1점 투영중심상을 촬상하는 것이다. 그림 3(b)는 이 Vision 센서의 외관을 나타낸 것

이고, 그림 3(c)는 이 센서를 사용해서 구성한 전주 파노라마 영상의 예를 표시한 것이다.

3차원 영상 미디어의 최종적인 표시는 사람을 대상으로 하기 때문에, 취득한 화상으로부터 디스플레이 스크린면에 고해상도가 되는 투시투영 화상을 얻는 것이 필요하다. 또한 입체화상을 표시하기 위해서는 실공간의 깊이정보(depth information)도 필요하다. 따라서, 동적인 환경을 대상으로 한 파노라마 화상 입력 센서는 전방위 화상 취득, 실시간 촬상, 고해상도, 1점 중심투영의 광학특성, 스테레오 촬상 등의 조건을 만족하는 것이 필요하다.

3) 파노라마 화상에의 3차원 정보추가

가상공간의 구축에 자연영상의 파노라마 화상을 이용하는 간단한 예는 평면이나 시점주변의 원통면에 파노라마 화상을 Texture Mapping하는 방법이다. 이 경우, 파노라마 화상은 depth 정보를 갖지 못하고, 시점이동에 따르는 운동시차나 물체상호간의 depth에 따르는 은폐관계의 재현에 문제가 되지 않는 depth값이 큰 원경의 영상에 파노라마 화상이 주로 이용되고 있다. 운동시차나 은폐관계를 재현하기 위해서는 파노라마 화상에 깊이의 3차원정보를 추가하는 것이 절대적으로 필요하다.

3차원정보를 가진 파노라마 화상을 생성하기 위한 방법의 하나로 회전카메라나 전방위 센서와 3차원 거리센서를 병용하는 것이 있다. 예로, 회전카메라의 회전축 또는 전방위 화상센서 축을 중심으로 해서 Laser Range Finder 등의 3차원 계측장치들[17] 회전시켜 가면서 대상을 계측하고 투영중심을 일치시킨 전주 파노라마 화상과 전주 거리 화상을 생성할 수 있는 것이다. 다만,

양측의 데이터를 동시에 얻는 것이 어렵고, 동적인 영역에서는 적용이 가능하지 못하며 정적인 환경에만 한정된다.

회전카메라를 이용해서 단일시점에서의 전주 파노라마 화상을 생성하기 위해서는 카메라의 회전축과 투영중심을 일치시킬 필요가 있지만, 이는 회전축과 투영중심이 어긋나게 되면 전주 360°의 환경을 복수의 시점에서 관측할 수 있다는 것을 의미한다. 따라서, 카메라의 회전축과 투영중심을 의식적으로 어긋나게 해서 촬영한 화상계열로부터 전주 파노라마 스테레오 화상을 합성하는 방법도 연구되고 있다.

전방위 화상센서를 이용해서 2개의 서로 다른 위치에서 전방위 화상을 취득함으로써 전 파노라마 화상을 쉽게 얻을 수 있는 방법도 있다. 동적인 환경에 대해서는 2대의 전방위 비디오 카메라를 이용하면 전주 파노라마 스테레오 동화상도 얻을 수 있다. 다만, 일반적인 카메라 설정으로는 한쪽의 화상에 다른 쪽의 카메라가 비쳐들어오는 문제가 생긴다. 이를 피하기 위해 측면 방향의 시야 360°의 전방위 비디오 카메라를 상하로 중첩시킨 구조를 채택하고 있다[18]. 이와 같이해서 촬영된 전방위 화상으로부터 생성되는 전주 파노라마 스테레오 화상은 통상의 양안 스테레오 화상과는 달리, 대상의 깊이에 따라 가로 방향의 시차를 갖게되므로, 스테레오 화상을 제공하기 위해서는 세로방향 시차로의 변환이 요구된다.

단일 센서로 전주 파노라마 스테레오 화상을 얻는 방법으로 복수의 거울을 개재시켜 거울의 상을 카메라로 촬영하는 것으로 2개의 불록면 거울을 조합시킨 거울상을 1대의 카메라로 촬상하는 구조가 있다[19, 20]. 그림 4는 2종류의

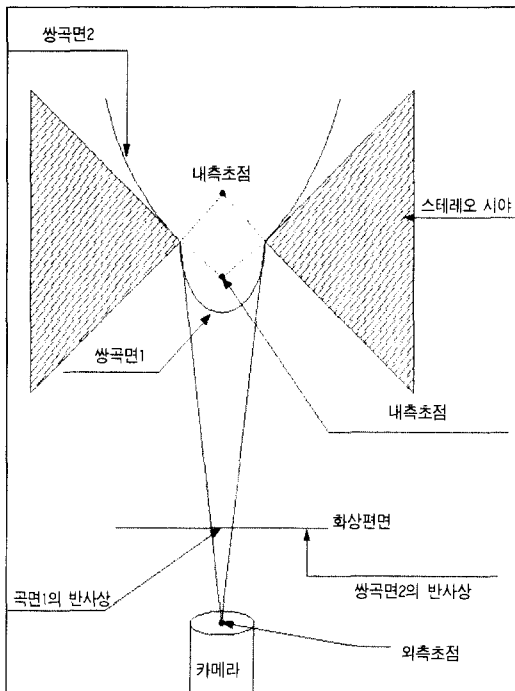


그림 4. Stereo HyperOmni Vision 센서의 구성 [1]

쌍곡면을 접합시킨 복합 쌍곡면 거울을 이용한 전방위 스테레오 화상센서의 구성을 나타낸 것이다[20]. 이 센서는 연직 아래방향의 2개의 서로 다른 쌍곡면(중심부를 쌍곡면1, 주변부를 쌍곡면2로 한다)이 접합된 거울과, 그 바로 아래에 연직 위쪽 방향으로 설치한 CCD 카메라로 구성된 것이다 여기서 2개의 쌍곡면은 축을 공유하고, 그 외측초점이 서로 일치하고 있다. 카메라는 투영중심이 쌍곡면의 외측초점에 일치하도록 배치한다. 시야의 중심부에는 쌍곡면1에 의한 전방위 화상이, 주변부에는 쌍곡면2에 의한 전방위 화상이 결상되도록 한다. 이 2두개의 쌍곡면 내측초점에서의 투영 촬영이므로 쌍곡면1과 쌍곡면2의 내측초점간 거리만큼 카메라를 가로방향으로 어긋나게 해서 촬영한 전방위 스

테레오 화상으로 되어 있다. 스테레오 화상으로 볼 수 있는 것은 쌍곡면1과 쌍곡면2의 공통 시야 부분에 해당된다.

4. 3D 파노라마 화상센서의 예

고해상도의 전주 파노라마 스테레오 화상을 얻기 위한 화상센서로, 대칭 피라미드형 거울과 복수의 카메라를 이용한 전방위 스테레오 화상센서가 있다[21]. 이 센서는 그림 5(a)와 같이 6면 피라미드형 거울을 사용하고, 투영중심의 허상이 일치하도록 배치한 6대의 카메라로 측면방향 360°의 환경을 촬영하고, 같은 구조를 상하 대칭으로 2개 배치해서 스테레오 촬영을 가능케 하고 있다. 여기서, 상하 6대의 카메라는 가상적인 투영중심을 공유하고 있고, 촬영된 화상은 각각 6각주 표면의 1점 중심 투영상으로 되어 있다. 그림 5(b)는 이센서의 외관을 나타낸 것이고, 전체 12대의 카메라에 의한 촬영상은 12대의 기록계에 기록된다. 그림 5(c)는 이들의 촬영상으로부터 합성한 전주 파노라마 스테레오 화상의 예를 나타낸 것이다.

이 센서로 취득한 12매의 화상으로부터 전주 파노라마 스테레오 화상을 생성하기 위해서는

- 개개의 카메라의 보정과 화상 왜곡의 보정
- 카메라의 개체간 차이에 의한 화상간의 color 보정
- 상하 각각 6매의 화상으로부터의 거울상의 제거와 맞춤에 의한 전부 파노라마 화상의 생성

등이 필요하고, 동적인 자연환경을 대상으로 해서

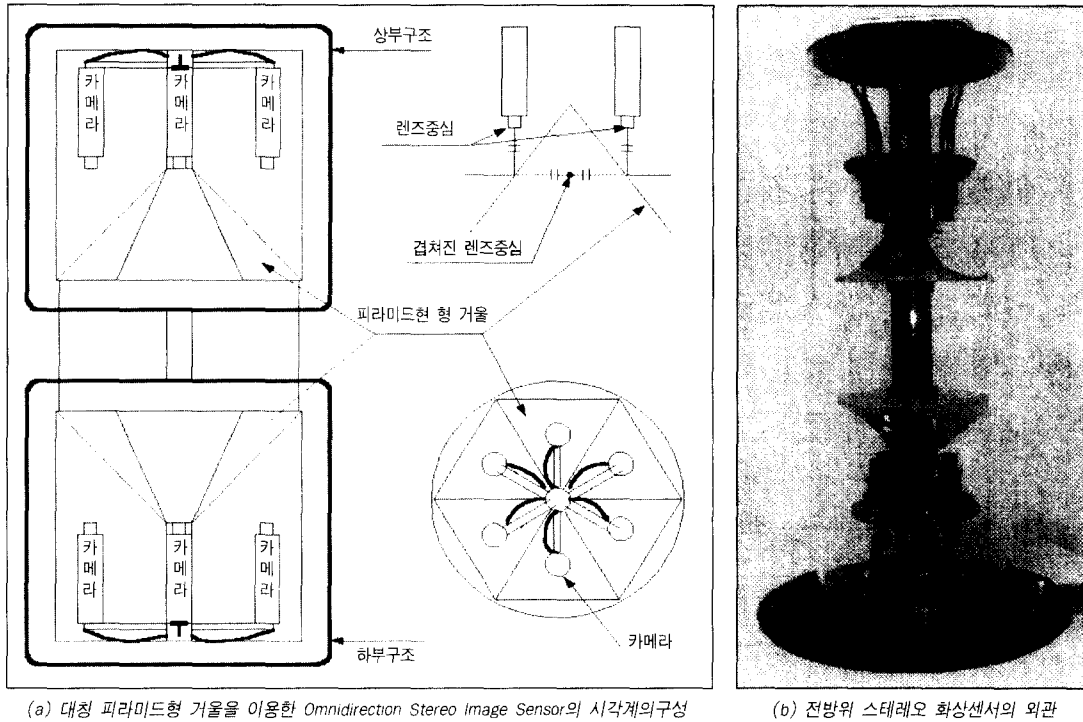


그림 5. Full View Stereo 화상의 생성을 위한 화상센서와 파노라마 영상의 예 [1]

높은 분해능의 파노라마 스테레오 촬영이 가능한 특징을 갖는다.

5. 결 론

본 고에서는 참고문헌[1]에서 기술된 내용을 중심으로 자연영상을 기반으로 한 3차원 정보의

추출과 생성에 관한 최근의 연구동향과 그 주요 기법을 간략히 소개했다. 실영상을 기반으로 한 3차원 가상공간의 실현은 인터넷을 비롯한 통신의 발달에 따라 그 중요성이 더욱 증대해 나갈 것이다. 이 때, 다양하고 복잡한 자연환경의 기하학적인 형상을 반영하고 Texture나 조명의 변화를 반영한 자연스러운 파노라마 영상의 구현이 요구될 것이다. 특히, 관찰자의 시점위치나 시

선방향에 따라 적응적으로 화상을 표시하는 것은 입장감이나 사실성의 구현에 중요한 요소로 작용하게 된다.

실영상을 기반으로 한 실시간의 입장감이 높은 3차원 가상공간을 구현하기 위해 많은 연구들이 진행되고 있다. 그러나 복잡한 3차원의 자연환경을 어떻게 구성하고 실시간으로 rendering 하는

문제뿐만 아니라, 동적인 환경의 실영상으로부터 3차원 정보의 추출과 rendering 과정에서의 처리나 전주 파노라마 영상을 생성하기 위한 영상 센서의 구성 등의 과제에 대해서는 아직도 해결해야 할 문제가 많이 남아 있다. 향후 이들에 대한 커다란 연구성과를 기대해 본다.

참고 문헌

- [1] 横矢 直和 : "3Dパノラマ画像合成技術", 映像情報メディア学会誌, vol. 54, no. 3, pp. 338~342, 2000. 03
- [2] 박태준, 김해동, 최병태 : "Web 3D 기술의 현황과 미래", 정보과학회지, vol. 19, no. 5, pp. 4~12, 2001. 05.
- [3] Namgyu Kim, Woontak Woo, and Makoto Tadenuma : "Photo-realistic interactive virtual environment generation using multiview cameras", Proceedings of SPIE, Visual Communications and Image Processing 2001, vol. 4310, pp. 245~254, 2001.
- [4] Heung-Yeung Shum and Sing Bing Kang : "A review of image-based rendering techniques", Proceedings of SPIE, Visual Communications and Image Processing 2000, vol. 4310, pp. 2~13, 2000.
- [5] M. Wu, and H. Y. Shum : "Real-time stereo rendering of concentric mosaics with linear interpolation", Proceedings of SPIE, Visual Communications and Image Processing 2000, vol. 4310, pp. 23~30, 2000.
- [6] 山澤 一誠, 八木 康史, 谷内田 正彦 : "移動ロボットのナビゲーションのための全方位視覚センサ HyperOmni Visionの提案", 電子情報通信学会論文誌, vol. J79-D-II, no. 5, pp. 698~707, 1996. 05.
- [8] 片山 昭宏, 田中宏 一良, 田村 秀行 : "多視點画像の補間,再構成による視點追従型立體画像表示法", 電子情報通信学会論文誌, vol. J79-D-II, no. 5, pp. 803~811, 1996. 05.
- [9] 山内 結子, 三 峰 秀樹, 井上 誠喜 : "超高精細全天周画像を用いた実寫ベース仮想スタジオ", 映像情報メディア学会誌, vol. 55, no. 1, pp. 159~166, 2001. 01
- [10] 山田 邦男, 相澤 清晴, 齊藤 隆弘 : "3眼周圍環境入力装置を用いた高品質ステレオパノラマ画像の生成", 映像情報メディア学会誌, vol. 55, no. 1, pp. 151~158, 2000. 03.
- [11] S. E. Chen : "Quick time VR - An image-based approach to virtual environment navigation", Proceeding of SIGGRAPH 96, pp. 29~38, August 1996.
- [12] P. Milgram and F. Kishino : "A taxonomy of mixed reality visual display", IEICE Trans. Information & Systems, vol. E77-D, no. 12, pp. 1321~1329, Dec. 1994.
- [13] E. H. Adelson and J. Bergen : "The plenoptic function and the elements of early vision", In Computational Models of Visual Processing, pp. 3~20, MIT Press, Cambridge, 1991.
- [14] L. McMillan and G. Bishop : "Plenoptic modeling: an image-based rendering system", Computer Graphics(SIGGRAPH 95), pp. 39~46, Aug. 1995.
- [15] R. Szeliski and H. Y. Shum : "Creating full view panoramic image mosaics and texture-mapped models", Computer Graphics (SIGGRAPH 97), pp. 252~258, Aug. 1997.
- [16] http://www.ipix-jp.ne.jp/products/products_index.html
- [17] 井口, 佐藤 : "三次元画像計測", 昭晃堂, 1990
- [18] J. Gluckman, S. K. Nayar and K. J. Thoresz : "Real-time omnidirectional and panoramic stereo", In Proc. DARPA Image Understanding Workshop, no. 1, pp. 299~303, Nov. 1998.
- [19] T. L. Conroy and J. B. Moore : "Resolution invariant surface for panoramic vision system", In Proc. 7th Int. Conf. on Computer Vision, 1, pp. 392 - 397, Sept. 1999.
- [20] 横矢, 山澤, 竹村 : "複合双曲面用全方位画像", 1997年信學全大, no. D-12-145, March 1997.
- [21] T. Kawanishi, K. Yamazawa et al : "Generation of high-resolution stereo panoramic images by omnidirectional imaging sensor using hexagonal pyramidal mirrors", In Proc. 14th IAPR no. I, pp. 485~489, August 1998.

필자소개



정 차 근

- 1982년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업
- 1984년 2월 : 서울대학교 대학원 전기공학과 공학석사
- 1993년 2월 : 일본 동경대학 전기공학과 공학박사
- 1984년 1월 ~ 1997년 8월 : LG종합기술원 책임연구원
- 1995년 4월 ~ 1996년 3월 : 일본 방송통신기구 초빙연구원
- 1997년 9월 ~ 현재 : 호서대학교 전기공학부 정보제어공학과
- 주관심 연구분야 : 디지털 신호처리, 디지털 영상통신, 영상처리 및 부호화, Image Sensor 등.