



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0072146
(43) 공개일자 2012년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 13/00 (2006.01) G06T 15/00 (2006.01)
G06T 3/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0133958
(22) 출원일자 2010년12월23일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
(72) 발명자
유정재
경기도 성남시 분당구 야탑로 108, 715동 1302호
(야탑동, 탑마을)
장경호
대구광역시 북구 동북로 163, 대우아파트 104동
1806호 (산격동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한양특허법인

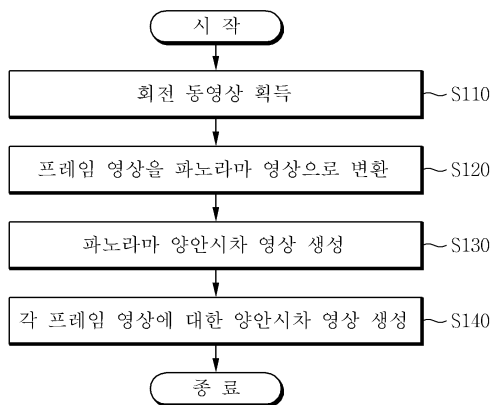
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 파노라마 영상을 이용한 입체 영상 생성 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 단일 카메라의 회전 촬영으로 획득한 회전 동영상으로부터 각 프레임 영상에 대한 양안시차 영상을 용이하게 생성할 수 있는 입체 영상 생성 기술에 관한 것이다. 이를 위해, 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법은 고정 위치에서 회전 동영상을 획득하는 단계; 상기 회전 동영상의 프레임 영상들을 소정 수직을 이용하여 한 장의 파노라마 영상으로 변환하는 단계; 상기 파노라마 영상에 대한 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 단계; 및 상기 소정 수직의 역변환 수직을 이용하여, 상기 파노라마 양안시차 영상을 각각의 프레임 영상에 대한 양안시차 영상으로 변환하는 단계를 포함하여 이루어진다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김해동

대전광역시 유성구 가정로 65, 108동 807호 (신성동, 대림두레아파트)

장호욱

대전광역시 유성구 배울2로 42, 대덕테크노밸리 신동아아파트 515동 602호 (관평동)

남승우

대전광역시 유성구 배울2로 3, 대덕테크노밸리아파트 808동 1101호 (관평동)

특허청구의 범위

청구항 1

고정 위치에서 회전 동영상을 획득하는 단계;

상기 회전 동영상의 프레임 영상들을 실린더 와핑 함수를 이용하여 한 장의 파노라마 영상으로 변환하는 단계;

상기 파노라마 영상에 대한 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 단계; 및

상기 실린더 와핑 함수의 역변환 수식을 이용하여, 상기 파노라마 양안시차 영상을 각각의 프레임 영상에 대한 양안시차 영상으로 변환하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 프레임 영상들을 상기 파노라마 영상으로 변환하는 단계는,

상기 회전 동영상의 초점거리를 계산하는 단계;

상기 프레임 영상들을 반지름이 상기 초점거리인 실린더에 접하는 평면 영상으로 간주하여, 연속되는 상기 프레임 영상 간의 위치 정렬관계를 계산하는 단계;

상기 실린더 와핑 함수를 이용하여, 상기 프레임 영상들을 실린더 곡면 상에 와핑시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 프레임 영상들을 상기 파노라마 영상으로 변환하는 단계는,

상기 실린더 곡면 상의 동일 좌표에서 상기 프레임 영상들 각각의 픽셀 값이 중복되는 경우, 중복된 픽셀의 평균값을 사용하여 블렌딩 처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 실린더 와핑 함수는 다음의 수학적식인 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 방법.

$$u = f * \tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right), v = y * \cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right)\right)$$

(u, v; 실린더 상에서의 곡면 좌표, x, y; 평면 프레임 영상에서의 좌표, f; 초점거리)

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 파노라마 양안시차 영상을 상기 프레임 영상에 대한 양안시차 영상으로 변환하는 단계는 다음의 수학적식에 의하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 방법.

$$x = f * \tan\left(\frac{u}{f}\right), y = \frac{v}{\cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right)\right)}$$

(x, y; 평면 프레임 영상에서의 좌표, u, v; 실린더 상에서의 곡면 좌표, f; 초점거리)

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 단계는,

상기 파노라마 영상에 중첩되는 레이어를 생성하고, 상기 레이어에 상기 파노라마 영상에 대한 파노라마 깊이 지도를 생성하는 단계; 및

상기 파노라마 깊이 지도에 따라 픽셀마다 시차간격을 할당하고, 시차로 인해 가려진 홀 영역에 대하여 리터칭 하여, 상기 파노라마 영상에 대한 상기 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 회전 동영상을 획득하는 단계는,

상기 고정 위치에서의 단일 카메라의 회전 동작 촬영에 의하여 상기 회전 동영상을 획득하는 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 방법.

청구항 8

고정 위치에서의 회전 동영상을 생성하는 영상 생성부;

상기 회전 동영상의 프레임 영상들을 실린더 와핑 함수를 이용하여 한 장의 파노라마 영상으로 변환하는 파노라마 영상 생성부;

상기 파노라마 영상에 대한 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 파노라마 양안시차 영상 생성부; 및

상기 실린더 와핑 함수의 역변환 수식을 이용하여, 상기 파노라마 양안시차 영상을 각각의 프레임 영상에 대한 양안시차 영상으로 변환하는 프레임 양안시차 영상 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 파노라마 영상 생성부는

상기 회전 동영상의 초점거리를 계산하는 초점거리 계산부;

상기 프레임 영상들을 반지름이 상기 초점거리인 실린더에 접하는 평면 영상으로 간주하여, 연속되는 상기 프레임 영상 간의 위치 정렬관계를 계산하는 정렬관계 계산부; 및

상기 실린더 와핑 함수를 이용하여, 상기 프레임 영상들을 실린더 곡면 상에 와핑시키는 와핑부를 포함하는 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 파노라마 영상 생성부는

상기 실린더 곡면 상의 동일 좌표에서 상기 프레임 영상들 각각의 픽셀 값이 중복되는 경우, 중복된 픽셀의 평균값을 사용하여 블렌딩 처리하는 블렌딩 처리부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 장치.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 실린더 와핑 함수는 다음의 수학적식인 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 장치.

$$u = f * \tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right), v = y * \cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right)\right)$$

(u, v; 실린더 상에서의 곡면 좌표, x, y; 평면 프레임 영상에서의 좌표, f; 초점거리)

청구항 12

청구항 10에 있어서,

상기 양안시차 영상 생성부는 다음의 수학적식을 이용하여, 상기 파노라마 양안시차 영상을 각각의 프레임 영상에 대한 양안시차 영상으로 변환하는 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 장치.

$$x = f * \tan\left(\frac{u}{f}\right), y = \frac{v}{\cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right)\right)}$$

(x, y; 평면 프레임 영상에서의 좌표, u, v; 실린더 상에서의 곡면 좌표, f; 초점거리)

청구항 13

청구항 9에 있어서,

상기 파노라마 양안시차 영상 생성부는

상기 파노라마 영상에 중첩되는 레이어를 생성하고, 상기 레이어에 상기 파노라마 영상에 대한 파노라마 깊이 지도를 생성하는 깊이지도 생성부; 및

상기 파노라마 깊이지도에 따라 픽셀마다 시차간격을 할당하고, 시차로 인해 가려진 홀 영역에 대하여 리터칭 하여, 상기 파노라마 영상에 대한 상기 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 리터칭 작업부를 포함하는 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 장치.

청구항 14

청구항 7에 있어서,

상기 회전 동영상은 상기 고정 위치에서의 단일 카메라의 회전 동작 촬영에 의하여 생성된 것을 특징으로 하는 입체 영상 생성 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 입체 영상 생성 장치 및 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 단일 카메라의 회전 촬영으로 획득한 회전 동영상으로부터 각 프레임 영상에 대한 양안시차 영상을 용이하게 생성할 수 있는 입체 영상 생성 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 2 차원 동영상을 입력으로 양안시차 입체 동영상을 생성하는 2D to 3D 입체변환은 크게 자동변환과 수동변환 방식으로 구분된다. 자동변환 방식은 2 차원 동영상이 입력되면 사용자의 개입 없이, 모든 과정이 자동으로 수행되는 방식이다. 그리고, 자동변환 방식은 압축 코덱의 모션벡터 정보를 이용하거나 입력영상 안의 블록별 움직임 정보를 비교하여 깊이 값을 할당하고 양안시차 영상을 생성한다. 이러한 자동변환 방식은 실시간 변환까지 가능하다는 장점이 있지만 깊이 값의 오차가 심하고, 시차로 인해 가려진 영역(홀 영역)의 처리가 어렵기 때문에 변환 결과물의 품질이 좋지 못하다는 단점이 있다. 수동변환 방식은 레이어 추출과 깊이 값 계산 등에서 일부 작업을 자동화하고, 그 외 부분들은 CG아티스트의 수작업에 의해서 양안시차 입체영상을 생성하는 방식이다. 수동변환 방식은 깊이지도 생성과 홀 영역 리터칭 등의 작업에서 많은 작업 시간이 소요되지만,

자동변환 방식에 비해서 상대적으로 고품질의 변환 결과물을 얻을 수 있다는 장점이 있다.

[0003] 수동변환 방식에서 변환 결과물의 품질을 결정하는 주요한 요소는 깊이지도의 정확성이다. 깊이지도는 입력영상 안의 각 요소들에 대해서 촬영 당시 카메라 중심으로부터의 거리인 깊이정보를 그레이 영상으로 표현한 영상이다.

[0004] 깊이지도를 자동으로 생성하는 방법은 크게 두 가지가 존재한다. 첫 번째 방법은 입체 카메라로 촬영한 좌안, 우안 두 동영상에 대해서 매 프레임에서 스테레오 매칭(Stereo Matching) 방식으로 깊이지도를 생성하는 방법이다. 이 방법은 정적배경 뿐 아니라 동적객체가 등장하는 영상에도 적용 가능하지만, 반드시 두 카메라로 촬영된 스테레오 동영상에서만 활용가능하다는 제약을 받으며 2D to 3D 입체변환 작업에서는 활용 불가능하다.

[0005] 두 번째 방법은 단일 카메라로 촬영된 동영상에 대해서 카메라 트래킹 단계를 거쳐 카메라 움직임 정보를 예측하고 이 정보를 바탕으로 삼각법에 의하여 정적인 배경의 깊이정보를 추출하는 방법이다. 이 방법은 정적인 배경, 즉 움직이는 사람이나 자동차와 같은 동적인 객체가 아닌 고정된 정적 배경에 대해서만 깊이정보 추출이 가능하다. 또한 반드시 카메라의 이동(translation)이 있어야 하며 배경구조에 대한 거리 대비 카메라가 이동한 거리 비율에 비례해서 깊이지도의 정확도가 결정된다. 즉, 같은 배경영상에 대해서 카메라가 많이 이동하면 할수록 더 정확한 깊이지도를 생성 가능하다. 하지만 카메라가 삼각대에 고정된 채 회전만 하는 경우처럼, 카메라의 이동거리가 전혀 없거나 배경 물체와의 거리에 비해 이동거리가 매우 작은 상황에서는 깊이지도를 구하고 입체변환을 수행하는 것이 불가능하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기한 과제를 해결하기 위하여 본 발명은, 고정 위치에서의 단일 카메라의 회전 동작 촬영에 의하여 획득한 회전 동영상을 바탕으로, 각 프레임에 대한 양안시차 영상을 간편하게 생성하는 것을 목적으로 한다. 즉, 본 발명은 카메라의 이동 없이 고정위치에서의 회전 동작만으로 획득한 회전 동영상으로부터 복수 개의 프레임에 대한 양안시차 영상의 생성을 용이하게 하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 그리고, 본 발명은 회전 동영상에 포함된 프레임들의 개수가 N 개이고, 생성된 파노라마 영상의 크기가 단일 프레임 영상의 M 배 크기라면, 본 발명에 따른 입체 영상 생성 장치 및 방법에 의한 경우, M/N 비율로 작업량을 감소시키는 것을 목적으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명은 카메라 렌즈의 화각에 의해 발생하는 왜곡으로 인한 깊이지도의 오차를 줄이는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법은 고정 위치에서 회전 동영상을 획득하는 단계; 상기 회전 동영상의 프레임 영상들을 실린더 와핑 함수를 이용하여 한 장의 파노라마 영상으로 변환하는 단계; 상기 파노라마 영상에 대한 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 단계; 및 상기 실린더 와핑 함수의 역변환 수식을 이용하여, 상기 파노라마 양안시차 영상을 각각의 프레임 영상에 대한 양안시차 영상으로 변환하는 단계를 포함한다.

[0010] 이 때, 상기 프레임 영상들을 상기 파노라마 영상으로 변환하는 단계는, 상기 회전 동영상의 초점거리를 계산하는 단계; 상기 프레임 영상들을 반지름이 상기 초점거리인 실린더에 접하는 평면 영상으로 간주하여, 연속되는 상기 프레임 영상 간의 위치 정렬관계를 계산하는 단계; 상기 실린더 와핑 함수를 이용하여, 상기 프레임 영상들을 실린더 곡면 상에 와핑시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 이 때, 상기 프레임 영상들을 상기 파노라마 영상으로 변환하는 단계는, 상기 실린더 곡면 상의 동일 좌표에서 상기 프레임 영상들 각각의 픽셀 값이 중복되는 경우, 중복된 픽셀의 평균값을 사용하여 블렌딩 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 이 때, 상기 실린더 와핑 함수는 다음의 수학적식일 수 있다.

$$u = f * \tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right), v = y * \cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right)\right)$$

(u, v; 실린더 상에서의 곡면 좌표, x, y; 평면 프레임 영상에서의 좌표, f; 초점거리)

[0013] 이 때, 상기 파노라마 양안시차 영상을 상기 프레임 영상에 대한 양안시차 영상으로 변환하는 단계는 다음의

$$x = f * \tan\left(\frac{u}{f}\right), y = \frac{v}{\cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right)\right)} \quad (x, y; \text{평면 프레임 영상에서의 좌표}, u, v; \text{실린더 상에서의 곡면 좌표}, f; \text{초점거리})$$

수학식에 의하여 이루어질 수 있다.

[0014] 이 때, 상기 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 단계는, 상기 파노라마 영상에 중첩되는 레이어를 생성하고, 상기 레이어에 상기 파노라마 영상에 대한 파노라마 깊이도를 생성하는 단계; 및 상기 파노라마 깊이도에 따라 픽셀마다 시차간격을 할당하고, 시차로 인해 가려진 홀 영역에 대하여 리터칭하여, 상기 파노라마 영상에 대한 상기 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 이 때, 상기 회전 동영상을 획득하는 단계는, 상기 고정 위치에서의 단일 카메라의 회전 동작 촬영에 의하여 상기 회전 동영상을 획득할 수 있다.

[0016] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 입체 영상 생성 장치는 고정 위치에서의 회전 동영상을 생성하는 영상 생성부; 상기 회전 동영상의 프레임 영상들을 실린더 와핑 함수를 이용하여 한 장의 파노라마 영상으로 변환하는 파노라마 영상 생성부; 상기 파노라마 영상에 대한 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 파노라마 양안시차 영상 생성부; 및 상기 실린더 와핑 함수의 역변환 수식을 이용하여, 상기 파노라마 양안시차 영상을 각각의 프레임 영상에 대한 양안시차 영상으로 변환하는 프레임 양안시차 영상 생성부를 포함한다.

[0017] 이 때, 상기 파노라마 영상 생성부는 상기 회전 동영상의 초점거리를 계산하는 초점거리 계산부; 상기 프레임 영상들을 반지름이 상기 초점거리인 실린더에 접하는 평면 영상으로 간주하여, 연속되는 상기 프레임 영상 간의 위치 정렬관계를 계산하는 정렬관계 계산부; 및 상기 실린더 와핑 함수를 이용하여, 상기 프레임 영상들을 실린더 곡면 상에 와핑시키는 와핑부를 포함할 수 있다.

[0018] 이 때, 상기 파노라마 영상 생성부는 상기 실린더 곡면 상의 동일 좌표에서 상기 프레임 영상들 각각의 픽셀 값이 중복되는 경우, 중복된 픽셀의 평균값을 사용하여 블렌딩 처리하는 블렌딩 처리부를 더 포함할 수 있다.

$$u = f * \tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right), v = y * \cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right)\right)$$

[0019] 이 때, 상기 실린더 와핑 함수는 다음의 수학식일 수 있다.

(u, v; 실린더 상에서의 곡면 좌표, x, y; 평면 프레임 영상에서의 좌표, f; 초점거리)

[0020] 이 때, 상기 양안시차 영상 생성부는 다음의 수학식을 이용하여, 상기 파노라마 양안시차 영상을 각각의 프레

$$x = f * \tan\left(\frac{u}{f}\right), y = \frac{v}{\cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right)\right)} \quad (x, y; \text{평면 프레임 영상에서의 좌표}, u, v; \text{실린더 상에서의 곡면 좌표}, f; \text{초점거리})$$

임 영상에 대한 양안시차 영상으로 변환할 수 있다.

(x, y; 평면 프레임 영상에서의 좌표, u, v; 실린더 상에서의 곡면 좌표, f; 초점거리)

[0021] 이 때, 상기 파노라마 양안시차 영상 생성부는 상기 파노라마 영상에 중첩되는 레이어를 생성하고, 상기 레이어에 상기 파노라마 영상에 대한 파노라마 깊이도를 생성하는 깊이도 생성부; 및 상기 파노라마 깊이도에 따라 픽셀마다 시차간격을 할당하고, 시차로 인해 가려진 홀 영역에 대하여 리터칭하여, 상기 파노라마 영상에 대한 상기 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 리터칭 작업부를 포함할 수 있다.

[0022] 이 때, 상기 회전 동영상은 상기 고정 위치에서의 단일 카메라의 회전 동작 촬영에 의하여 생성될 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따르면, 고정 위치에서의 단일 카메라의 회전 동작 촬영에 의하여 획득한 회전 동영상을 바탕으로, 각 프레임에 대한 양안시차 영상을 간편하게 생성할 수 있다. 즉, 본 발명은 카메라의 이동 없이 고정위치에서의 회전 동작만으로 획득한 회전 동영상으로부터 복수 개의 프레임에 대한 양안시차 영상의 생성을 용이하게 할 수 있다.

[0024] 특히, 회전 동영상에 포함된 프레임들의 개수가 N 개이고, 생성된 파노라마 영상의 크기가 단일 프레임 영상

의 M 배 크기라면, 본 발명에 따른 입체 영상 생성 장치 및 방법에 의한 경우, M/N 비율로 작업량이 감소할 수 있다.

[0025] 그리고, 본 발명은 카메라 렌즈의 화각에 의해 발생하는 왜곡으로 인한 깊이지도의 오차를 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법을 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 2는 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법에서 회전 카메라를 통하여 얻어진 회전 동영상의 프레임 영상들의 일 예를 도시한 것이다.

도 3은 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법에서 파노라마 영상을 생성하는 방법을 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 4는 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법에서 회전 동영상의 각 프레임 영상을 실린더 좌표계에 투영할 때의 기하학적 관계를 도시한 것이다.

도 5는 도 4의 기하학적 관계를 기반으로 인접한 프레임 영상 간의 정렬관계를 계산하기 위해서 영상 내에서 세로축으로 좁은 스트립 영상을 이동시키며 매칭을 수행하는 과정을 도시한 것이다.

도 6a 내지 도 6c는 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법에서 프레임 영상 평면상의 각 픽셀 좌표를 실린더 좌표계로 투영하기 위한 와핑 함수의 기하학적 관계를 도시한 것이다.

도 7은 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법을 통해 생성된 한 장의 파노라마 영상의 일 예를 도시한 것이다.

도 8은 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법에서 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 방법을 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 9a 및 도 9b는 입력영상에서 깊이 지도를 생성하는 일 예를 도시한 것이다.

도 10은 도 7의 파노라마 영상에 대하여 깊이 지도를 생성한 일 예를 도시한 것이다.

도 11은 본 발명에 따른 입체 영상 생성 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서, 반복되는 설명, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능, 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 본 발명의 실시형태는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.

[0028] 이하에서는 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법에 대하여 설명하도록 한다.

[0029] 도 1은 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법을 설명하기 위한 플로우차트이다. 도 2는 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법에서 회전 카메라를 통하여 얻어진 회전 동영상의 프레임 영상들의 일 예를 도시한 것이다. 도 3은 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법에서 파노라마 영상을 생성하는 방법을 설명하기 위한 플로우차트이다. 도 4는 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법에서 회전 동영상의 각 프레임 영상을 실린더 좌표계에 투영할 때의 기하학적 관계를 도시한 것이다. 도 5는 도 4의 기하학적 관계를 기반으로 인접한 프레임 영상 간의 정렬관계를 계산하기 위해서 영상 내에서 세로축으로 좁은 스트립 영상을 이동시키며 매칭을 수행하는 과정을 도시한 것이다. 도 6a 내지 도 6c는 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법에서 프레임 영상 평면상의 각 픽셀 좌표를 실린더 좌표계로 투영하기 위한 와핑 함수의 기하학적 관계를 도시한 것이다. 도 7은 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법을 통해 생성된 한 장의 파노라마 영상의 일 예를 도시한 것이다. 도 8은 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법에서 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 방법을 설명하기 위한 플로우차트이다. 도 9a 및 도 9b는 입력영상에서 깊이 지도를 생성하는 일 예를 도시한 것이다. 도 10은 도 7의 파노라마 영상에 대하여 깊이 지도를 생성한 일 예를 도시한 것이다.

[0030] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 입체 영상 생성 방법은 먼저, 특정 고정 위치에서 회전 동영상을 획득한다

(S110). 이 때, 회전 동영상은 상기 특정 고정 위치에서 단일 카메라의 회전 동작 촬영에 의하여 획득될 수 있다. 이러한 회전 동영상은 연속되는 프레임 영상들로 이루어져있다. 도 2에는 회전 동영상을 구성하는 프레임 영상들의 예를 도시하고 있다. 도 2에서는 편의상 5개의 프레임 영상만을 샘플링하여 도시하였으나, 실제 입력이 되는 동영상은 연속되는 복수 개의 프레임 영상으로 구성되어 있다.

[0031] 그리고, 회전 동영상의 프레임 영상들을 소정 수식을 이용하여 한장의 파노라마 영상으로 변환한다(S120).

[0032] 구체적으로 단계(S120)는 도 3과 함께 참조하면, 회전 동영상의 초점거리를 계산하는 단계(S121), 프레임 영상들을 반지름이 초점거리인 실린더에 접하는 평면 영상으로 간주하여서, 연속되는 프레임 영상 간의 위치 정렬관계를 계산하는 단계(S122), 실린더 외평 함수를 이용하여, 프레임 영상들을 실린더 곡면 상에 외평시키는 단계(S123)를 포함하여 이루어질 수 있다. 또한, 단계(S120)는 실린더 곡면 상의 동일 좌표에서 프레임 영상들 각각의 픽셀 값이 중복되는 경우, 중복된 픽셀의 평균값을 사용하여 블렌딩 처리하는 단계(S124)를 더 포함하여 이루어질 수 있다.

[0033] 이 때, 회전 동영상의 초점거리를 계산하는 단계(S121)는 먼저 프레임 영상들간의 특징점 매칭을 통해 8 parameter 형식의 평면형 원근 왜곡관계(planar perspective transform)를 계산한다. 그리고, 회전행렬의 각각의 행 벡터는 동일한 크기성분(norm)을 갖고 직교(Orthogonal)한다는 조건으로부터, 각 프레임 영상에서의 초점거리를 계산할 수 있다. 두 영상간의 특징점 매칭을 통해서 선형적인 방법으로 하기의 수학식 1의 평면형 원근 왜곡관계 M을 계산할 수 있다. 그리고, 이 때 x, x'은 두 영상에서의 대응되는 특징점 좌표이다.

수학식 1

$$x' \sim Mx = \begin{bmatrix} m_0 & m_1 & m_2 \\ m_3 & m_4 & m_5 \\ m_6 & m_7 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0034]

[0035] 카메라의 중심을 공간 좌표계의 중심으로 설정하면 공간상의 하나의 포인트 p가 영상 평면(Image plane)의 특징점 x로 사영될 때의 카메라 식을 하기의 수학식 2와 같이 표현할 수가 있다. 수학식 2에서 (c_x, c_y)는 카메라가 사영될 때의 영상 중심을 의미하며, f는 초점 거리, r_{ij}는 3 * 3 회전 행렬 R의 i행 j열 원소를 의미한다.

수학식 2

$$x \sim TVRp,$$

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & c_x \\ 0 & 1 & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, V = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ and } R = [r_{ij}]$$

[0036]

[0037] 이 때, 개념상 편의를 위해 픽셀의 식별체계 중심이 영상의 중심이라 설정하면, c_x = c_y = 0으로 설정할 수 있고 결과적으로 x~VRp 로 정리 가능하다. 여기에서 '~' 연산자는 homogeneous 벡터 표현법임을 의미하며 좌, 우 향 각 원소들간의 비율이 일치함을 의미한다. 연속되는 두 프레임 영상간에 앞 프레임 영상에서 R=I (identity matrix)로 가정하면, 수학식 1의 영상간의 원근 왜곡관계 M=V₁RV₀⁻¹로 표현 가능하다. 여기서, V₀, V₁은 두 프레임 영상의 내부변수 행렬인 수학식 2의 V를 의미한다. 이 수식을 정리하면 아래 수학식 3과 같이 전개 가능하다.

수학식 3

[0038]

$$M = \begin{bmatrix} m_0 & m_1 & m_2 \\ m_3 & m_4 & m_5 \\ m_6 & m_7 & 1 \end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix} r_{00} & r_{01} & r_{02}f_0 \\ r_{10} & r_{11} & r_{12}f_0 \\ r_{20}/f_1 & r_{21}/f_1 & r_{22}f_0/f_1 \end{bmatrix}$$

[0039]

위의 수학식 3에서 f_0, f_1 은 앞 뒤 프레임에서의 초점거리를 의미한다. 그리고, 회전행렬 R의 두 행 벡터는 같은 크기성분(norm)을 갖고 직교(orthogonal)하다는 조건을 활용하면, 아래 수학식 4의 관계를 얻고, f_0 에 관해서 수학식 5와 같이 정리할 수 있으며, 마찬가지로 f_1 값도 계산 가능하다.

수학식 4

[0040]

$$m_0^2 + m_1^2 + m_2^2/f_0^2 = m_3^2 + m_4^2 + m_5^2/f_0^2$$

$$m_0m_3 + m_1m_4 + m_2m_5/f_0^2 = 0.$$

수학식 5

[0041]

$$f_0^2 = \sqrt{\frac{m_0^2 + m_1^2 - m_3^2 - m_4^2}{m_5^2 - m_2^2}} \quad \text{if } m_5 \neq m_2$$

$$f_0^2 = -\frac{m_0m_3 + m_1m_4}{m_2m_5} \quad \text{if } m_5 \neq 0 \text{ and } m_2 \neq 0.$$

[0042]

만약 입력된 동영상에서 초점거리가 고정되어 있고, 위의 연산 결과 계산된 f_0 와 f_1 이 서로 다른 값이라면 아래 수학식 6과 같이 기하학적 평균(geometric mean)을 사용할 수 있으며 다수의 입력 프레임에 대해서는 중간 순위 값(Median value)을 활용할 수 있다.

수학식 6

[0043]

$$f = \sqrt{f_1 f_0}$$

[0044]

다음으로, 연속되는 프레임 영상 간의 위치 정렬관계를 계산하는 단계(S122)에서, 연속한 두 프레임 영상을 반지름이 초점거리인 실린더에 접하는 평면으로 간주할 경우 위에서 보면 도 4와 같은 기하학적 관계를 구성한다. 이때 P'(X', Y', Z')의 위치에 해당하는 공간상의 포인트들은 연속한 두 프레임 영상의 중앙으로부터 같은 거리상에 위치한다. 그렇기 때문에 도 5와 같이 연속된 두 프레임 영상의 중앙(a_1, a_2)으로부터 같은 거리만큼 이동시킨 블록 영역(b_1, b_2)의 픽셀들 간의 매칭을 통해서 두 영상간의 위치 정렬관계를 계산할 수 있다. 두 영상간의 위치 정렬 관계를 계산하는 구체적인 과정은 아래 수학식 7에서의 최적값 ($\Delta x, \Delta y$)를 구하는 방식을 통해 이루어진다. 이 수식에서 ($\Delta x, \Delta y$)는 영상중심으로부터의 수평과 수직 이동거리, W는 입력영상의 가로 길이, h, w는 비교될 스트립 영상의 수평, 수직 길이, k, s는 스트립 영상 안에서의 픽셀 식별자이며 (c_x, c_y)는 영상의 중심점이다. 카메라 회전은 기본적으로 X축 방향으로만 존재한다고 가정하지만 카메라 떨림 문제(Vertical jitter)를 해결하기 위해서 세로축의 검사영역 ε 를 정의한다.

수학식 7

$$\text{Min}_{\substack{0 \leq \Delta x \leq W/2 \\ -\varepsilon \leq \Delta y \leq \varepsilon}} \sum_{k=-W/2}^{W/2} \sum_{s=-h/2}^{h/2} \left[I_t(c_x + \Delta x, c_y + \Delta y) - I_{t+1}(c_x - \Delta x + k, c_y - \Delta y + s) \right]$$

[0045]

[0046]

그리고, 다음으로, 프레임 영상들을 실린더 곡면 상에 와핑시키는 단계(S123)는 카메라 영상 평면(Image plane)의 픽셀들을 실린더 영상에 투영하고 실린더 와핑 함수를 통해 파노라마 영상을 생성하는 단계이다. 이때, 실린더 와핑 함수는 다음과 같이 구해진다. 먼저, 도 6a는 입력된 평면 영상을 실린더 상의 곡면 영상으로 투영하는 기하학적 관계를 보여준다. 도 6a에서 (x, y)는 평면 영상에서의 좌표이며, (u, v)는 실린더상의 곡면 영상으로 투영 되었을 때의 좌표이고, θ 는 (x, 0)과 카메라 축이 이루는 각도이다. 도 6b는 도 6a의 상황을 위에서 바라본 수평좌표 관계이며, 도 6c는 도 6a의 상황을 옆에서 바라본 수직좌표 관계이다. 도 6a 내지 도 6c의 수평, 수직 좌표 관계로부터 비례식을 풀면 아래 수학식 8과 같은 실린더 와핑 함수식을 얻을 수 있다. 그리고, 수학식 8을 이용하여, 영상 평면의 각각의 픽셀 (x, y)를 실린더상의 곡면좌표 (u, v)로 대응시킬 수 있다.

수학식 8

$$u = f * \tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right), v = y * \cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right)\right)$$

[0047]

[0048]

모든 프레임에 대해서 상기와 같은 작업을 반복하면서 각각의 프레임 영상을 실린더 곡면상에 와핑시키게 된다. 그리고, 이 과정에서, 정수 좌표로 대응되지 않는 픽셀에 대해서는 선형 보간법을 사용하고, 곡면상의 동일 좌표에 여러 프레임의 픽셀 값이 중복되는 경우에는 간단하게 평균값을 사용하여 블렌딩 처리(S124)한다.

[0049]

단계(S121) 내지 단계(S124)를 통해 도 2의 복수개의 프레임 영상으로 구성된 회전 동영상도 도 7과 같은 한 장의 파노라마 영상으로 생성할 수 있다.

[0050]

또한, 단계(S120)를 통해 생성된 파노라마 영상에 대한 파노라마 양안시차 영상을 생성한다(S130). 구체적으로, 단계(S130)는 도 8과 함께 참조하면, 파노라마 깊이지도 생성하는 단계(S131) 및 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 단계(S132)를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0051]

이 때, 구체적으로 단계(S131)는 파노라마 영상에 중첩되는 레이어를 생성하고, 상기 레이어에 상기 파노라마 영상에 대한 파노라마 깊이지도 생성하는 단계이다. 깊이지도의 생성 예는 도 9a 및 도 9b에 나타나 있다. 도 9a는 입력 영상의 예이다. 그리고, 도 9b는 도 9a의 각 물체의 촬영 시점으로부터의 거리 즉, 깊이정보를 바탕으로 깊이지도 생성한 예이다. 즉, 단계(S131)를 통해 도 7의 파노라마 영상에 중첩되는 레이어를 생성하고, 상기 레이어에 상기 파노라마 영상에 대한 파노라마 깊이지도 생성할 수 있고, 이의 생성 예가 도 10에 도시되어 있다.

[0052]

그리고, 이 때, 구체적으로 단계(S132)는 상기 파노라마 깊이지도에 따라 픽셀마다 시차간격을 할당하고, 시차로 인해 가려진 홀 영역에 대하여 리터칭하여, 상기 파노라마 영상에 대한 상기 파노라마 양안시차 영상을 생성하는 단계이다.

[0053]

즉, 단계(S132)는 단계(S131)에서 생성된 파노라마 깊이지도에 대응하여 파노라마 영상의 각각의 픽셀에 시차를 적용하여 좌, 우 양안시차 영상을 생성하는 단계이다. 단계(S132)는 주어진 영상을 중앙 영상으로 간주하고 좌, 우 방향으로 절반씩의 시차를 갖는 좌, 우 영상을 생성하는 방법으로 이루어질 수 있다. 또는, 단계(S132)는 주어진 영상을 좌 또는 우 영상 중 하나로 간주하고 깊이지도에 따른 시차를 적용하여 다른 한 영상을 생성할 수도 있다. 본 발명의 실시예에서는 먼저 주어진 파노라마 영상을 좌 영상으로 간주하고, 나머지 우 영상을 새로 생성하는 방법을 사용한다. 생성된 파노라마 깊이지도와 픽셀 단위로 적용될 시차 간의 관계는, 생성하고자 하는 입체 영상의 가상 카메라 리그 변수인 카메라 축간 간격과 카메라 사이각도에 따라 변화한다. 그리고, 시청자의 피로감을 줄이기 위해 또는 연출자의 의도에 의해 어떠한 깊이감을 연출할지에 따라

깊이지도를 해석하여 시차를 적용하는 방식은 다양하게 변화될 수 있다. 파노라마 깊이지도에 따라 시차를 적용하여 새로운 우 영상을 생성하면 좌 영상의 정보만으로는 채워지지 않는 가려진 영역(occlusion region) 또는 홀 영역이 발생한다. 이러한 가려진 영역은 리터칭 작업을 통해 적절한 텍스처를 채워 넣음으로써, 파노라마 영상에서의 우 영상 생성을 완료할 수 있다. 즉, 파노라마 양안 시차 영상을 생성 완료하게 된다.

[0054] 또한, 단계(S120)에서 사용된 소정 수식의 역변환 수식을 이용하여, 단계(S130)에서 생성된 파노라마 양안시차 영상을 각각의 프레임 영상에 대한 양안시차 영상으로 변환한다(S140). 즉, 단계(S140)는 단계(S132)에서 생성된 파노라마 우 영상을 각각의 프레임 영상에서의 우 영상들로 역 변환하는 단계이다. 그리고, 단계(S140)는 단계(S120)의 수학식 7에서 구한 영상간의 정렬변수(Δx, Δy)와, 수학식 8에서 구한 실린더 좌표함수의 역함수(수학식 9)를 이용하여 실린더 곡면상의 좌표(u, v)를 다시 각각의 프레임에서의 평면 영상에서의 좌표(x, y)로 역변환한다.

수학식 9

$$x = f * \tan\left(\frac{u}{f}\right), y = \frac{v}{\cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{f}\right)\right)}$$

[0055]

[0056] 단계(S140)를 통해 각각의 프레임 영상에 대한 좌, 우 영상 즉, 양안시차 영상이 최종 생성된다.

[0057] 상기와 같이, 본 발명은 회전 동영상의 프레임 영상들을 소정 수식을 이용하여 한 장의 파노라마 영상으로 생성하고, 상기 파노라마 영상에 대한 파노라마 양안시차 영상을 생성하며, 상기 소정 수식의 역 변환 수식으로 상기 파노라마 양안시차 영상을 각 프레임에 대한 양안시차 영상으로 변환한다. 이러한, 본 발명은 동영상에서 매 프레임 영상마다 수작업으로 양안시차 영상을 생성하는 방식과 비교하여, 보다 간편히 각 프레임 영상에 대한 양안시차 영상을 생성할 수 있다.

[0058] 이하에서는 본 발명에 따른 입체 영상 생성 장치의 구성 및 동작에 대하여 설명하도록 한다.

[0059] 도 11은 본 발명에 따른 입체 영상 생성 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

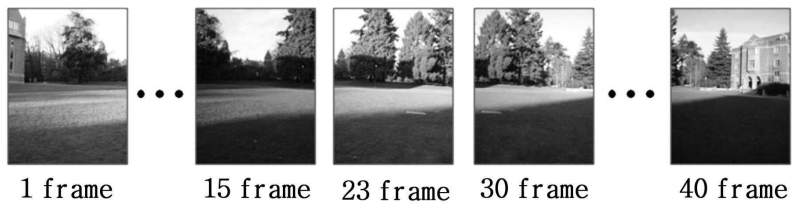
[0060] 도 11을 참조하면, 본 발명에 따른 입체 영상 생성 장치(1000)는 영상 생성부(100), 파노라마 영상 생성부(200), 파노라마 양안시차 영상 생성부(300) 및 프레임 양안시차 영상 생성부(400)를 포함하여 구성된다.

[0061] 영상 생성부(100)는 특정 고정 위치에서 회전 동영상을 획득한다. 이 때, 회전 동영상은 상기 특정 고정 위치에서 단일 카메라의 회전 동작 촬영에 의하여 획득될 수 있다. 이러한 회전 동영상은 연속되는 프레임 영상들로 이루어져있다.

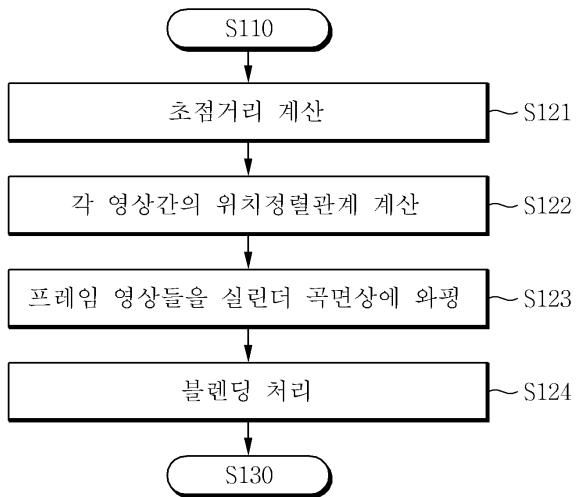
[0062] 파노라마 영상 생성부(200)는 영상 생성부(100)에서 획득한 회전 동영상의 프레임 영상들을 소정 수식을 이용하여 한 장의 파노라마 영상으로 변환한다. 이러한, 파노라마 영상 생성부(200)는 초점거리 계산부(210), 정렬관계 계산부(220) 및 좌평부(230)를 포함하여 구성된다. 그리고, 파노라마 영상 생성부(200)는 블렌딩 처리부(240)를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[0063] 초점거리 계산부(210)는 회전 동영상의 초점거리를 계산한다. 정렬관계 계산부(220)는 프레임 영상들을 반지름이 초점거리인 실린더에 접하는 평면 영상으로 간주하여서, 연속되는 프레임 영상 간의 위치 정렬관계를 계산한다. 좌평부(230)는 실린더 좌평 함수를 이용하여, 프레임 영상들을 실린더 곡면 상에 좌평시킨다. 이 때, 실린더 좌평 함수는 상기의 수학식 8과 같다. 블렌딩 처리부(240)는 실린더 곡면 상의 동일 좌표에서 프레임 영상들 각각의 픽셀 값이 중복되는 경우, 중복된 픽셀의 평균값을 사용하여 블렌딩 처리한다.

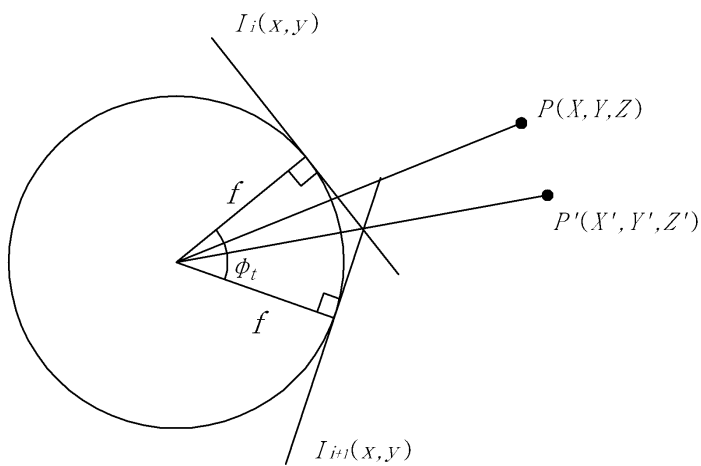
도면2



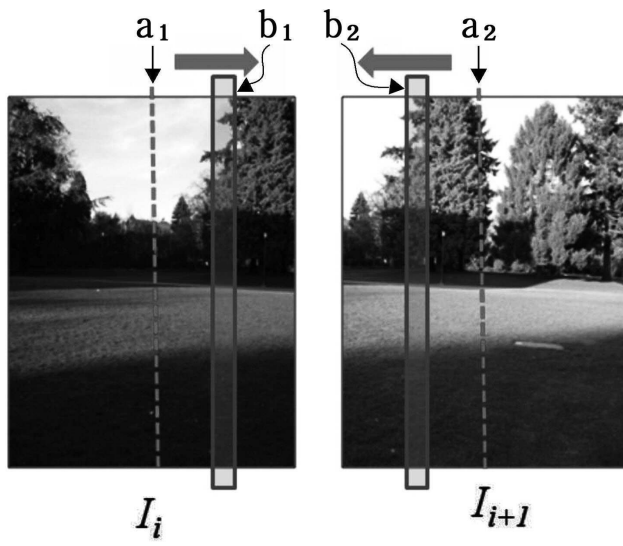
도면3



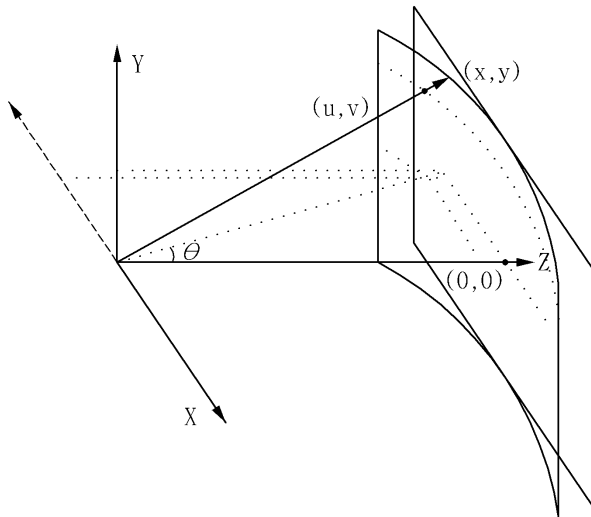
도면4



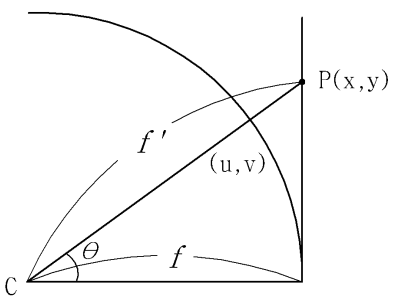
도면5



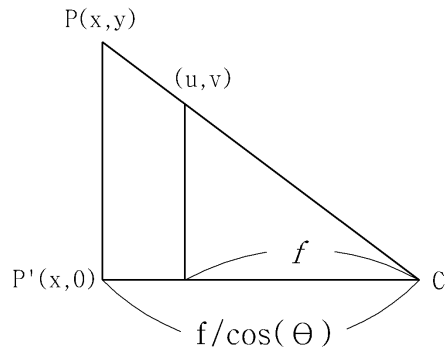
도면6a



도면6b



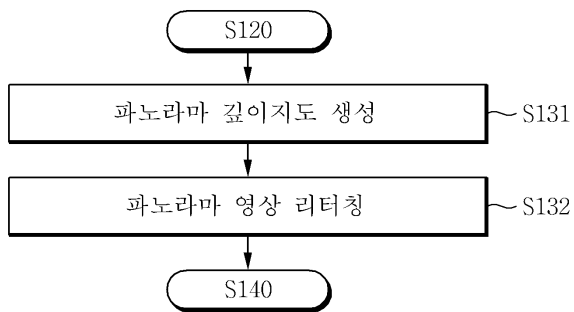
도면6c



도면7



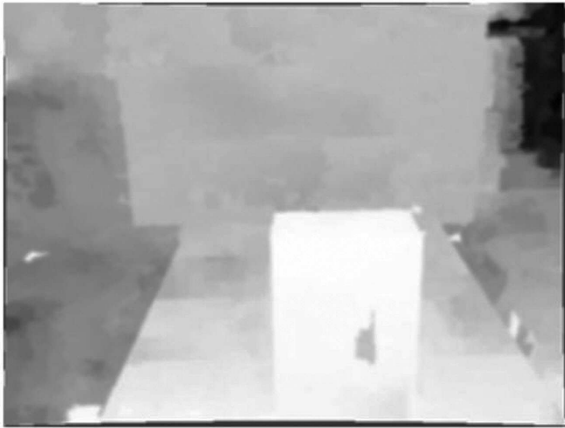
도면8



도면9a



도면9b



도면10



도면11

1000

