



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0096231

(43) 공개일자 2015년08월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 3/00 (2006.01) G06T 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0017401

(22) 출원일자 2014년02월14일

심사청구일자 2014년02월14일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93

(72) 발명자

조상복

경기도 성남시 분당구 정자일로 1, C-1813호 (금곡동, 코오롱트리폴리스)

장영민

울산광역시 중구 병영성길 16, 208호 (남외동, 평화보라타운)

조재현

울산광역시 중구 동천5길 18-10, 3층 (서동)

(74) 대리인

김중선, 이형석

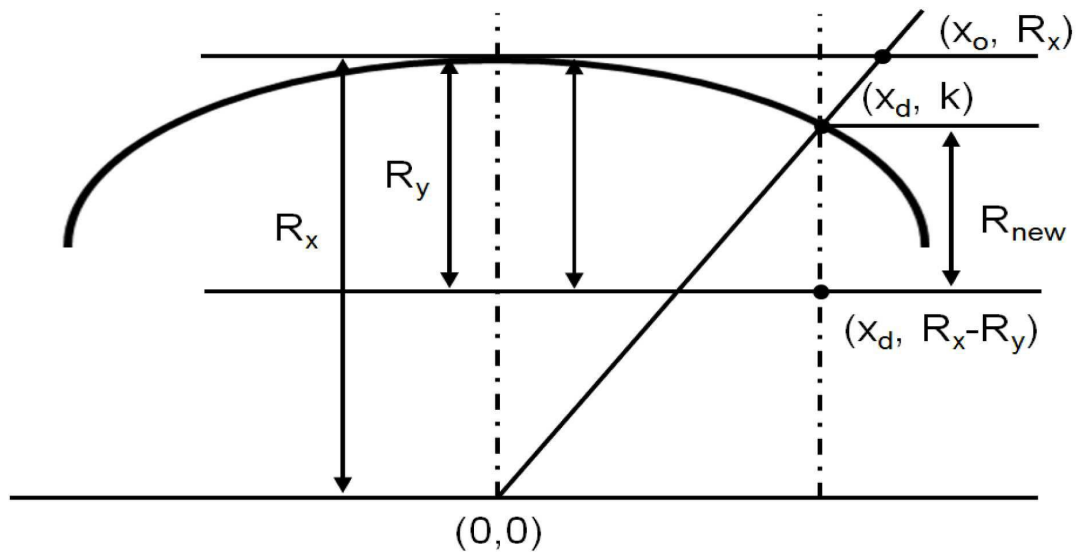
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 렌즈 왜곡 보상 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 왜곡 보상 장치는 FOV(Field Of View) 모델을 이용하여 왜곡 함수를 정의하는 왜곡 함수 정의부; 상기 왜곡 함수로부터 상기 FOV 모델의 역함수를 도출하는 역함수 도출부; 및 상기 FOV 모델의 역함수를 이용하여 구형 어안렌즈로 촬영된 이미지의 왜곡을 보정하는 영상 왜곡 보정부를 포함한다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

FOV(Field Of View) 모델을 이용하여 왜곡 함수를 정의하는 왜곡 함수 정의부;

상기 왜곡 함수로부터 상기 FOV 모델의 역함수를 도출하는 역함수 도출부; 및

상기 FOV 모델의 역함수를 이용하여 구형 어안렌즈로 촬영된 이미지의 왜곡을 보정하는 영상 왜곡 보정부
를 포함하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 영상 왜곡 보정부는

상기 FOV 모델의 역함수, 및 왜곡된 이미지의 좌표를 기준으로 상기 구형 어안렌즈에서 그려지는 원의 반지름을 이용하여 상기 왜곡된 이미지의 좌표에 대한 보정된 좌표값을 계산하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 영상 왜곡 보정부는

상기 구형 어안렌즈의 표면을 이루는 구면의 중심 반지름 및 상기 구면상의 임의의 한 점의 좌표값을 이용하여 상기 임의의 한 점을 포함하여 그려지는 원의 반지름의 크기를 구하고, 상기 원의 반지름의 크기를 상기 FOV 모델의 역함수에 적용하여 상기 이미지에 대한 렌즈 왜곡을 보정하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 영상 왜곡 보정부는

상기 구형 어안렌즈에 의해 촬영된 점 무늬(x축 및 y축으로 일정 간격 떨어지게 배치된 점 무늬들)의 왜곡 영상을 획득하고, 상기 획득된 왜곡 영상의 중심 점 무늬로부터 최외곽 점 무늬까지의 거리를 측정하며, 상기 측정된 거리를 토대로 상기 중심 점 무늬와 상기 최외곽 점 무늬 사이의 점 무늬 개수를 산출하여 원래 영상의 거리를 구하고, 상기 원래 영상의 거리를 상기 FOV 모델의 역함수에 적용하여 상기 중심 반지름의 크기를 측정하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 왜곡 함수 정의부는

상기 FOV 모델을 이용하여 상기 왜곡 함수를 하기의 수학식 1과 같이 정의하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 장치.

[수학식 1]

$$r_d = \frac{1}{\omega} \tan^{-1} (2r_u \tan \frac{\omega}{2})$$

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 역함수 도출부는

상기 왜곡 함수의 수학식 1으로부터 상기 FOV 모델의 역함수를 하기의 수학식 2와 같이 도출하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 장치.

[수학식 2]

$$r_u = \frac{\tan(r_d \omega)}{2 \tan \frac{\omega}{2}}$$

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 역함수 도출부는

상기 FOV 모델의 역함수에 관한 상기 수학식 2를 원의 반지름을 이용하여 하기 수학식 3과 같이 표현하고,

상기 영상 왜곡 보정부는

왜곡된 이미지의 좌표, 및 상기 왜곡된 이미지의 좌표를 포함하여 그려지는 원의 반지름을 하기 수학식 3에 대입하여 상기 왜곡된 이미지의 좌표를 보정하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 장치.

[수학식 3]

$$r_u = \frac{R \times r_d}{\sqrt{R^2 - r_d^2}}$$

여기서, r_d 는 왜곡된 이미지의 좌표, R 은 왜곡된 이미지의 좌표를 포함하여 그려지는 원의 반지름, r_u 는 복원된 이미지의 좌표임.

청구항 8

렌즈 왜곡 보정 장치의 왜곡 함수 정의부에서, FOV(Field Of View) 모델을 이용하여 왜곡 함수를 정의하는 단계;

상기 렌즈 왜곡 보정 장치의 역함수 도출부에서, 상기 왜곡 함수로부터 상기 FOV 모델의 역함수를 도출하는 단계; 및

상기 렌즈 왜곡 보정 장치의 영상 왜곡 보정부에서, 상기 FOV 모델의 역함수를 이용하여 구형 어안렌즈로 촬영된 이미지의 왜곡을 보정하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 이미지의 왜곡을 보정하는 단계는

상기 FOV 모델의 역함수, 및 왜곡된 이미지의 좌표를 기준으로 상기 구형 어안렌즈에서 그려지는 원의 반지름을 이용하여 상기 왜곡된 이미지의 좌표에 대한 보정된 좌표값을 계산하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 이미지의 왜곡을 보정하는 단계는

상기 구형 어안렌즈의 표면을 이루는 구면의 중심 반지름 및 상기 구면상의 임의의 한 점의 좌표값을 이용하여 상기 임의의 한 점을 포함하여 그려지는 원의 반지름의 크기를 구하는 단계; 및

상기 원의 반지름의 크기를 상기 FOV 모델의 역함수에 적용하여 상기 이미지에 대한 렌즈 왜곡을 보정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 반지름의 크기를 구하는 단계는

상기 구형 어안렌즈에 의해 촬영된 점 무늬(x축 및 y축으로 일정 간격 떨어지게 배치된 점 무늬들)의 왜곡 영상을 획득하는 단계;

상기 획득된 왜곡 영상의 중심 점 무늬로부터 최외곽 점 무늬까지의 거리를 측정하는 단계;

상기 측정된 거리를 토대로 상기 중심 점 무늬와 상기 최외곽 점 무늬 사이의 점 무늬 개수를 산출하여 원래 영상의 거리를 구하는 단계; 및

상기 원래 영상의 거리를 상기 FOV 모델의 역함수에 적용하여 상기 중심 반지름의 크기를 측정하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 왜곡 함수를 정의하는 단계는

상기 FOV 모델을 이용하여 상기 왜곡 함수를 하기의 수학적 식 1과 같이 정의하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 방법.

[수학식 1]

$$r_d = \frac{1}{\omega} \tan^{-1} (2r_u \tan \frac{\omega}{2})$$

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 FOV 모델의 역함수를 도출하는 단계는

상기 왜곡 함수의 수학식 1으로부터 상기 FOV 모델의 역함수를 하기의 수학식 2와 같이 도출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 방법.

[수학식 2]

$$r_u = \frac{\tan(r_d \omega)}{2 \tan \frac{\omega}{2}}$$

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 역함수 도출부에서, 상기 FOV 모델의 역함수에 관한 상기 수학식 2를 원의 반지름을 이용하여 하기 수학식 3과 같이 표현하는 단계

를 더 포함하고,

상기 이미지의 왜곡을 보정하는 단계는

왜곡된 이미지의 좌표, 및 상기 왜곡된 이미지의 좌표를 포함하여 그려지는 원의 반지름을 하기 수학식 3에 대입하여 상기 왜곡된 이미지의 좌표를 보정하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 렌즈 왜곡 보정 방법.

[수학식 3]

$$r_u = \frac{R \times r_d}{\sqrt{R^2 - r_d^2}}$$

여기서, r_d 는 왜곡된 이미지의 좌표, R 은 왜곡된 이미지의 좌표를 포함하여 그려지는 원의 반지름, r_u 는 복원된 이미지의 좌표임.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명의 실시예들은 렌즈 왜곡 보상 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 구형 어안렌즈로 촬영된 영상의 왜곡을 보정하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 일반적으로 3D 영상의 직선들은 렌즈 왜곡이 발생하지 않는다면 2D 영상에 투영되더라도 직선이 되어야 한다. 따라서, 2D 영상 내의 곡선들을 검출하고 왜곡 모델의 파라미터를 추정한 다음 왜곡 모델에 적용하여 왜곡된 점을 왜곡되지 않은 점으로 매핑하는 방법이다. 왜곡 파라미터를 추정하기 위해서는 다음과 같은 과정을 거친다.
- [0003] 첫 번째 단계는 영상 내에 존재하는 선분을 검출하는 과정이다. Sobel operator를 이용하여 각 픽셀의 그래디언트 양과 각도를 구한 후 동일한 직선을 이루고 있는 픽셀들을 하나의 그룹으로 묶음으로써 선분을 검출한다.
- [0004] 두 번째 단계는 이렇게 각 그룹으로 나누어진 선분들을 연결시켜서 긴 곡선으로 만든다. 두 선분을 연결하기 위해서 두 선분의 끝점 사이 거리, 두 선분 사이의 각도, 두 선분의 수직거리를 모두 관찰하면서 이것들이 각 정해진 임계값 이하인 경우에는 두 선분을 하나의 선으로 간주하여 연결함으로써 긴 곡선으로 만드는 것이다.
- [0005] 세 번째 단계에서는 3D 영상에서 직선이 아닌 곡선으로 존재했던 것들을 아웃라이어로 정의하고 이를 파라미터 추정에서 제외시켜 최대한 직선이 되도록 하는 것이다. 마지막으로 앞서 아웃라이어를 정의할 때 빠르고 정확하게 긴 선들을 검출할 수 있도록 Hough 변환을 반복적으로 진행하며 영상의 중심에서부터 곡선에 이르는 거리에 따라 임계값에 가중치를 적용하고, 인라이어로 판단되는 파라미터의 범위를 줄여 왜곡을 추정한다.
- [0006] 이렇게 기존의 렌즈 왜곡 보정 방법은 3D 영상에서 직선이었던 선이 2D 영상에 투영되어도 직선이 된다는 가정을 하고 왜곡이 일어나기 전에 직선이라 생각되었던 선들을 찾아낸 후 왜곡 모델링을 이용하여 이 선들이 최대한 직선이 되었을 때의 왜곡 파라미터를 찾는 방법이다. 또한, 3D 영상에서 직선임에도 불구하고 파라미터 왜곡 추정에 방해가 되는 선들까지도 아웃라이어에 포함하여 제거시킨다. 이러한 방법은 영상의 지정 영역의 왜곡만을 지역적으로 보정하는 단점이 있으며, 인라이어 및 아웃라이어의 정의 과정에서 오류가 발생할 수 있다.
- [0007] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 좀 더 근본적인 렌즈 왜곡을 정의하고 보정하기 위해 렌즈의 표면을 타원으로서 원의 일부분이라고 가정하며, 렌즈가 디자인되는 방법을 기본으로 하는 FOV(Field Of View) 모델을 사용하며 렌즈의 중심과 나란한 왜곡된 한 점의 위치 및 그 점의 보정된 위치 값을 통해 보정하는 방법을 사용한다.
- [0008] 관련 선행기술로는 일본 공개특허공보 제2010-171914호(발명의 명칭: 화상 데이터 변환 장치, 공개일자: 2010년 8월 5일)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 일 실시예는 FOV 모델의 역함수와 구형 어안렌즈의 구면체 반지름을 이용하여 렌즈 왜곡을 보정함으로써, 렌즈 왜곡에 대한 평활도를 개선할 수 있으며, 이를 통해 영상 판독 시 실제 모습과 동일한 결과를 얻을 수 있는 렌즈 왜곡 보정 장치 및 방법을 제공한다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예는 터널이나 지하차도에 진입 또는 탈출 시 급격한 조도 변화에 대해서도 효과적으로 영상을 촬영할 수 있는 렌즈 왜곡 보정 장치 및 방법을 제공한다.
- [0011] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 왜곡 보정 장치는 FOV(Field Of View) 모델을 이용하여 왜곡 함수를 정의하는 왜곡 함수 정의부; 상기 왜곡 함수로부터 상기 FOV 모델의 역함수를 도출하는 역함수 도출부; 및 상기 FOV 모델의 역함수를 이용하여 구형 어안렌즈로 촬영된 이미지의 왜곡을 보정하는 영상 왜곡 보정부부를 포함한다.
- [0013] 상기 영상 왜곡 보정부는 상기 FOV 모델의 역함수, 및 왜곡된 이미지의 좌표를 기준으로 상기 구형 어안렌즈에서 그려지는 원의 반지름을 이용하여 상기 왜곡된 이미지의 좌표에 대한 보정된 좌표값을 계산할 수 있다.
- [0014] 상기 영상 왜곡 보정부는 상기 구형 어안렌즈의 표면을 이루는 구면의 중심 반지름 및 상기 구면상의 임의의 한 점의 좌표값을 이용하여 상기 임의의 한 점을 포함하여 그려지는 원의 반지름의 크기를 구하고, 상기 원의 반지

름의 크기를 상기 FOV 모델의 역함수에 적용하여 상기 이미지에 대한 렌즈 왜곡을 보정할 수 있다.

[0015] 상기 영상 왜곡 보정부는 상기 구형 어안렌즈에 의해 촬영된 점 무늬(x축 및 y축으로 일정 간격 떨어지게 배치된 점 무늬들)의 왜곡 영상을 획득하고, 상기 획득된 왜곡 영상의 중심 점 무늬로부터 최외곽 점 무늬까지의 거리를 측정하며, 상기 측정된 거리를 토대로 상기 중심 점 무늬와 상기 최외곽 점 무늬 사이의 점 무늬 개수를 산출하여 원래 영상의 거리를 구하고, 상기 원래 영상의 거리를 상기 FOV 모델의 역함수에 적용하여 상기 중심 반지름의 크기를 측정할 수 있다.

[0016] 상기 왜곡 함수 정의부는 상기 FOV 모델을 이용하여 상기 왜곡 함수를 하기의 수학식 1과 같이 정의할 수 있다.

[0017] [수학식 1]

$$r_d = \frac{1}{\omega} \tan^{-1} \left(2r_u \tan \frac{\omega}{2} \right)$$

[0018]

[0019] 상기 역함수 도출부는 상기 왜곡 함수의 수학식 1으로부터 상기 FOV 모델의 역함수를 하기의 수학식 2와 같이 도출할 수 있다.

[0020] [수학식 2]

$$r_u = \frac{\tan(r_d \omega)}{2 \tan \frac{\omega}{2}}$$

[0021]

[0022] 상기 역함수 도출부는 상기 FOV 모델의 역함수에 관한 상기 수학식 2를 원의 반지름을 이용하여 하기 수학식 3과 같이 표현하고, 상기 영상 왜곡 보정부는 왜곡된 이미지의 좌표, 및 상기 왜곡된 이미지의 좌표를 포함하여 그려지는 원의 반지름을 하기 수학식 3에 대입하여 상기 왜곡된 이미지의 좌표를 보정할 수 있다.

[0023] [수학식 3]

$$r_u = \frac{R \times r_d}{\sqrt{R^2 - r_d^2}}$$

[0024]

[0025] 여기서, r_d 는 왜곡된 이미지의 좌표, R 은 왜곡된 이미지의 좌표를 포함하여 그려지는 원의 반지름, r_u 는 복원된 이미지의 좌표임.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 왜곡 보정 방법은 렌즈 왜곡 보정 장치의 왜곡 함수 정의부에서, FOV(Field Of View) 모델을 이용하여 왜곡 함수를 정의하는 단계; 상기 렌즈 왜곡 보정 장치의 역함수 도출부에서, 상기 왜곡 함수로부터 상기 FOV 모델의 역함수를 도출하는 단계; 및 상기 렌즈 왜곡 보정 장치의 영상 왜곡 보정부에서, 상기 FOV 모델의 역함수를 이용하여 구형 어안렌즈로 촬영된 이미지의 왜곡을 보정하는 단계를 포함한다.

[0027] 상기 이미지의 왜곡을 보정하는 단계는 상기 FOV 모델의 역함수, 및 왜곡된 이미지의 좌표를 기준으로 상기 구형 어안렌즈에서 그려지는 원의 반지름을 이용하여 상기 왜곡된 이미지의 좌표에 대한 보정된 좌표값을 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0028] 상기 이미지의 왜곡을 보정하는 단계는 상기 구형 어안렌즈의 표면을 이루는 구면의 중심 반지름 및 상기 구면상의 임의의 한 점의 좌표값을 이용하여 상기 임의의 한 점을 포함하여 그려지는 원의 반지름의 크기를 구하는 단계; 및 상기 원의 반지름의 크기를 상기 FOV 모델의 역함수에 적용하여 상기 이미지에 대한 렌즈 왜곡을 보정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 상기 반지름의 크기를 구하는 단계는 상기 구형 어안렌즈에 의해 촬영된 점 무늬(x축 및 y축으로 일정 간격 떨어지게 배치된 점 무늬들)의 왜곡 영상을 획득하는 단계; 상기 획득된 왜곡 영상의 중심 점 무늬로부터 최외곽 점 무늬까지의 거리를 측정하는 단계; 상기 측정된 거리를 토대로 상기 중심 점 무늬와 상기 최외곽 점 무늬 사이의 점 무늬 개수를 산출하여 원래 영상의 거리를 구하는 단계; 및 상기 원래 영상의 거리를 상기 FOV 모델의

역함수에 적용하여 상기 중심 반지름의 크기를 측정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0030] 상기 왜곡 함수를 정의하는 단계는 상기 FOV 모델을 이용하여 상기 왜곡 함수를 하기의 수학식 1과 같이 정의하는 단계를 포함할 수 있다.

[0031] [수학식 1]

$$r_d = \frac{1}{\omega} \tan^{-1} (2r_u \tan \frac{\omega}{2})$$

[0032]

[0033] 상기 FOV 모델의 역함수를 도출하는 단계는 상기 왜곡 함수의 수학식 1으로부터 상기 FOV 모델의 역함수를 하기의 수학식 2와 같이 도출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0034] [수학식 2]

$$r_u = \frac{\tan(r_d \omega)}{2 \tan \frac{\omega}{2}}$$

[0035]

[0036] 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 왜곡 보정 방법은 상기 역함수 도출부에서, 상기 FOV 모델의 역함수에 관한 상기 수학식 2를 원의 반지름을 이용하여 하기 수학식 3과 같이 표현하는 단계를 더 포함하고, 상기 이미지의 왜곡을 보정하는 단계는 왜곡된 이미지의 좌표, 및 상기 왜곡된 이미지의 좌표를 포함하여 그려지는 원의 반지름을 하기 수학식 3에 대입하여 상기 왜곡된 이미지의 좌표를 보정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0037] [수학식 3]

$$r_u = \frac{R \times r_d}{\sqrt{R^2 - r_d^2}}$$

[0038]

[0039] 여기서, r_d 는 왜곡된 이미지의 좌표, R 은 왜곡된 이미지의 좌표를 포함하여 그려지는 원의 반지름, r_u 는 복원된 이미지의 좌표임.

[0040] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0041] 본 발명의 일 실시예에 따르면, FOV 모델의 역함수와 구형 어안렌즈의 구면체 반지름을 이용하여 렌즈 왜곡을 보정함으로써, 렌즈 왜곡에 대한 평활도를 높일 수 있다.

[0042] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 98% 이상의 렌즈 왜곡에 대한 평활도를 보이기 때문에 영상의 판독 시 실제 모습과 같은 결과를 얻을 수 있다.

[0043] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 터널이나 지하차도에 진입 또는 탈출 시 급격한 조도 변화에 대해서도 효과적으로 영상을 촬영할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0044] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 왜곡 보정 장치를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 사용되는 FOV 모델을 도시한 도면이다.

도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 렌즈 표면의 중심 반지름을 계산하는 과정을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 어안렌즈의 왜곡 보정 과정을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 7 내지 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 왜곡 보정 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 왜곡 보정 장치를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.

도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 왜곡 보정 장치(100)는 왜곡 함수 정의부(110), 역함수 도출부(120), 영상 왜곡 보정부(130) 및 제어부(140)를 포함할 수 있다.

상기 왜곡 함수 정의부(110)는 FOV(Field Of View) 모델을 이용하여 왜곡 함수를 정의한다. 여기서, 상기 FOV 모델은 구형 어안렌즈가 디자인되는 방법을 기본으로 하여 상기 구형 어안렌즈의 표면을 타원으로서 원의 일부 분이라고 가정하여 구현한 왜곡 모델을 나타낸다. 상기 FOV 모델에 대해서는 도 2를 참조하여 후술하기로 한다.

상기 역함수 도출부(120)는 상기 왜곡 함수 정의부(110)에 의해 정의된 왜곡 함수로부터 상기 FOV 모델의 역함수를 도출한다. 참고로, 상기 FOV 모델의 왜곡 함수 및 그 역함수는 아래의 수학식 1, 2와 같이 나타낼 수 있다.

[수학식 1]

$$r_d = \frac{1}{\omega} \tan^{-1} (2r_u \tan \frac{\omega}{2})$$

[수학식 2]

$$r_u = \frac{\tan(r_d \omega)}{2 \tan \frac{\omega}{2}}$$

상기 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 FOV 모델의 역함수(수학식 2)를 이용하여, 상기 구형 어안렌즈로 촬영된 이미지의 왜곡을 보정한다.

즉, 상기 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 FOV 모델의 역함수, 및 왜곡된 이미지의 좌표를 기준으로 상기 구형 어안렌즈에서 그려지는 원의 반지름을 이용하여 상기 왜곡된 이미지의 좌표에 대한 보정된 좌표값을 계산함으로써, 상기 구형 어안렌즈로 촬영된 이미지의 왜곡을 보정할 수 있다.

이를 위해, 상기 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 구형 어안렌즈의 표면을 이루는 구면의 중심 반지름 및 상기 구면상의 임의의 한 점의 좌표값을 이용하여 상기 임의의 한 점을 포함하여 그려지는 원의 반지름의 크기를 구할 수 있다. 그리고, 상기 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 원의 반지름의 크기를 상기 FOV 모델의 역함수에 적용하여 상기 이미지에 대한 렌즈 왜곡을 보정할 수 있다.

여기서, 상기 임의의 한 점을 포함하여 그려지는 원의 반지름의 크기를 구하는 과정에 대해 예를 들어 아래와 같이 설명한다.

[0059] 상기 구형 어안렌즈에 의해 촬영된 점 무늬의 왜곡 영상이 있으며, 이때 상기 점 무늬는 x축 및 y축으로 일정 간격 떨어지게 배치된 점 무늬들로 이루어져 있다고 가정한다. 이러한 경우, 상기 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 구형 어안렌즈에 의해 촬영된 점 무늬의 왜곡 영상을 획득하고, 상기 획득된 왜곡 영상의 중심 점 무늬로부터 최외곽 점 무늬까지의 거리를 측정할 수 있다.

[0060] 그리고, 상기 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 측정된 거리를 토대로 상기 중심 점 무늬와 상기 최외곽 점 무늬 사이의 점 무늬 개수를 산출하고, 상기 산출된 점 무늬 개수와 점 무늬 간의 거리를 이용하여 원래 영상의 거리를 구할 수 있다. 그리고, 상기 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 원래 영상의 거리를 상기 FOV 모델의 역함수에 적용하여 상기 중심 반지름의 크기를 측정할 수 있다.

[0061] 따라서, 상기 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 측정된 구면의 중심 반지름의 크기와 상기 구면상의 임의의 한 점의 좌표값을 이용하여 상기 임의의 한 점을 포함하여 그려지는 원의 반지름의 크기를 구할 수 있다.

[0062] 이렇게 구해진 원의 반지름의 크기를 이용하면 상기 FOV 모델의 역함수, 즉 상기 수학식 2를 하기 수학식 3과 같이 표현될 수 있다. 이에 따라, 상기 영상 왜곡 보정부(130)는 왜곡된 이미지의 좌표, 및 상기 왜곡된 이미지의 좌표를 포함하여 그려지는 원의 반지름을 하기 수학식 3에 대입하여 상기 왜곡된 이미지의 좌표를 보정할 수 있다.

[0063] [수학식 3]

$$r_u = \frac{R \times r_d}{\sqrt{R^2 - r_d^2}}$$

[0064]

[0065] 여기서, r_d 는 왜곡된 이미지의 좌표, R 은 왜곡된 이미지의 좌표를 포함하여 그려지는 원의 반지름, r_u 는 복원된 이미지의 좌표이다.

[0066] 상기 제어부(140)는 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 왜곡 보정 장치(100), 즉 상기 왜곡 함수 정의부(110), 상기 역함수 도출부(120), 상기 영상 왜곡 보정부(130) 등의 동작을 전반적으로 제어할 수 있다.

[0067] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 사용되는 FOV 모델을 도시한 도면이다. 이하에서는 도 2를 참조하여 FOV 모델에 대해 설명하기로 한다.

[0068] 렌즈로 촬영된 영상의 왜곡 모델은 왜곡된 좌표를 수치 연산을 통해 왜곡이 없는 좌표로 변환하기 위해 필요하며, 이러한 왜곡 모델은 어안렌즈가 디자인되는 방법을 기본으로 하는 FOV 모델을 사용하며 함수로 표현할 수 있다. 이것은 각도의 해상도가 대략적으로 이미지의 직경에 따른 이미지 해상도에 비례한다는 것을 가정한 것이다.

[0069] 도 2에서, r_u 는 구의 중심에서부터 원래 영상의 한 점까지의 거리 값이고, r_d 는 구면 위로 투영되어 왜곡된 위치까지의 거리 값이다. 점(A)가 구 위의 평면으로 투영이 되면 방사 왜곡으로 인해 (B)의 위치로 오게 된다.

[0070] 이와 마찬가지로 영상이 어안렌즈를 통해 들어오게 되면 구 위의 평면상으로 투영이 되기 때문에 방사 왜곡이 발생하게 된다. 그러나 어안렌즈의 광학적인 성질이 정확히 FOV 모델을 따르는 않으므로 이를 보정하기 위해 FOV 모델의 왜곡 함수와 그 역함수를 이용하는데 이는 앞서 언급한 수학식 1과 수학식 2로 표현된다.

[0071] 또한, FOV모델의 역함수에 대한 수학식 2를 구의 반지름 R 을 이용하여 정리하면 앞서 언급한 수학식 3과 같다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 구의 반지름을 알 수 있다면 상기 수학식 3을 이용하여 왜곡된 점들에 대한 보정된 위치값을 계산할 수 있다.

[0072] 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 렌즈 표면의 중심 반지름을 계산하는 과정을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[0073] 도 3에 도시된 바와 같이, y축과 직교하는 원의 반지름 R_2 는 x축과 직교하는 구의 중심을 지나는 원의 선상에 있으므로 점(C)의 y값을 이용하면 원의 반지름 R_1 의 크기를 구할 수가 있고, R_1 를 구한 뒤 상기 FOV 모델에 적용

을 하면 점(C)의 x값의 보정된 위치(좌표) 값을 구할 수가 있다.

[0074] 같은 방법으로 점(C)의 y값의 보정된 위치 값을 구하면 점(C)의 왜곡 보정된 위치 값을 구할 수가 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 구의 중심 반지름만 구한다면 다른 모든 위치에서의 원의 반지름을 구할 수 있으므로 전체 영상을 왜곡 보정할 수가 있다.

[0075] 왜곡된 한 점의 원래 위치값을 계산하기 위해서는 먼저 중심축의 반지름을 구한다. 어안렌즈로 점 무늬의 영상을 찍으면 도 4와 같은 왜곡된 영상을 얻을 수 있는데, 중심(중심 점 무늬)으로부터 점무늬 끝(최외곽 점 무늬)의 거리를 계산한 뒤, 점 무늬의 개수를 통해 원 영상의 거리를 얻을 수 있으며, 이렇게 얻은 거리 값을 상기 FOV 모델에 적용하면 상기 어안렌즈의 구면의 중심을 지나는 x축, y축의 중심 반지름 R_x , R_y 를 구할 수 있다.

[0076] 도 5 및 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 어안렌즈의 왜곡 보정 과정을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[0077] 도 5를 참조하면, 어안렌즈의 표면을 이루는 구면에서 왜곡된 이미지의 모든 점들은 각각의 위치에 따른 x축, y축 반지름을 갖는데, 상기 FOV 모델을 적용하기 위해서는 모든 점들의 위치에 대한 x축, y축 반지름을 구하여야 한다.

[0078] 본 발명의 일 실시예에서는 중심과 나란한 왜곡된 한 점의 위치와 그 점의 보정된 위치값을 통해 구한 중심 반지름만을 이용하여 영상의 모든 위치에서의 새로운 x축, y축 반지름을 구한 뒤, 상기 FOV 모델에 적용하여 영상의 렌즈 왜곡을 보정할 수 있다.

[0079] 임의의 한 점에서 왜곡된 y의 위치 값을 보정하기 위해서는 그 위치에서의 y축 반지름을 알아야 하는데, y축 반지름 R_{new} 은 x축 중심 반지름 위의 왜곡된 x의 위치 값 x_d 의 선상에 있으므로 앞에서 구한 x축, y축 중심 반지름

인 R_x , R_y 와 x_d 의 값을 이용하여 구할 수 있다. $k = \sqrt{R_x^2 - x_d^2}$ 이므로, y축 반지름 R_{new} 은 수학적 4와 같다. 여기서, 상기 R_{new} 는 도 3의 R_1 에 해당하는 값이다.

[0080] [수학적 4]

$$R_{new} = \sqrt{R_x^2 - x_d^2} - (R_x - R_y)$$

[0081]

[0082] 따라서, y좌표의 왜곡 보정된 위치값은 위에서 구한 y축 반지름 R_{new} 과 왜곡된 y의 위치값을 상기 FOV 모델을 이용한 수학적 3에 대입하여 다음의 수학적 5와 같이 구할 수 있다.

[0083] [수학적 5]

$$y_o = \frac{\{\sqrt{R_x^2 - x_d^2} - (R_x - R_y)\} \times y_d}{\{\sqrt{R_x^2 - x_d^2} - (R_x - R_y)\}^2 - y_d^2}$$

[0084]

[0085] 상기 수학적 5를 이용하면 x축 중심 반지름을 통해서 (x_d , y)에서의 새로운 y축의 반지름을 구할 수 있는데, 이 값을 다시 상기 수학적 3에 대입하면 새로운 좌표의 원래 위치값의 y좌표 값을 구할 수 있으며, 같은 방법으로 x좌표 값을 구하여 왜곡 보정된 원래 위치값을 구할 수가 있다.

[0086] 또한, 상하좌우 각각의 왜곡된 점들의 위치와 그 점들의 보정된 값을 구하면 상하좌우의 왜곡률이 다른 경우에도 왜곡 보정이 가능하다. 도 6의 (a)는 어안렌즈에 의해 왜곡된 이미지를 보여주며, 도 6의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따라 보정된 이미지를 보여준다.

[0087] 도 7 내지 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 왜곡 보정 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.

[0088] 먼저 도 1 및 도 7을 참조하면, 단계(710)에서 상기 렌즈 왜곡 보정 장치(100)의 왜곡 함수 정의부(110)는 FOV(Field Of View) 모델을 이용하여 왜곡 함수를 정의한다.

- [0089] 다음으로, 단계(720)에서 상기 렌즈 왜곡 보정 장치(100)의 역함수 도출부(120)는 상기 왜곡 함수로부터 상기 FOV 모델의 역함수를 도출한다.
- [0090] 다음으로, 단계(730)에서 상기 렌즈 왜곡 보정 장치(100)의 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 FOV 모델의 역함수를 이용하여 구형 어안렌즈로 촬영된 이미지의 왜곡을 보정한다.
- [0091] 이하에서는 도 8을 참조하여 상기 단계(730)에 대해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0092] 도 1 및 도 8을 참조하면, 단계(810)에서 상기 렌즈 왜곡 보정 장치(100)의 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 구형 어안렌즈의 표면을 이루는 구면의 중심 반지름 및 상기 구면상의 임의의 한 점의 좌표값을 이용하여 상기 임의의 한 점을 포함하여 그려지는 원의 반지름의 크기를 구한다.
- [0093] 이어서, 단계(820)에서 상기 렌즈 왜곡 보정 장치(100)의 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 원의 반지름의 크기를 상기 FOV 모델의 역함수에 적용하여 상기 이미지에 대한 렌즈 왜곡을 보정한다.
- [0094] 이하에서는 도 9를 참조하여 상기 단계(810)에 대해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0095] 도 1 및 도 9를 참조하면, 단계(910)에서 상기 렌즈 왜곡 보정 장치(100)의 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 구형 어안렌즈에 의해 촬영된 점 무늬의 왜곡 영상을 획득한다. 상기 점 무늬의 왜곡 영상은 도 4와 같다.
- [0096] 이후, 단계(920)에서 상기 렌즈 왜곡 보정 장치(100)의 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 획득된 왜곡 영상의 중심 점 무늬로부터 최외곽 점 무늬까지의 거리를 측정한다.
- [0097] 이후, 단계(930)에서 상기 렌즈 왜곡 보정 장치(100)의 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 측정된 거리를 토대로 상기 중심 점 무늬와 상기 최외곽 점 무늬 사이의 점 무늬 개수를 산출한다.
- [0098] 이후, 단계(940)에서 상기 렌즈 왜곡 보정 장치(100)의 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 산출된 점 무늬 개수를 통해 원래 영상의 거리를 구한다.
- [0099] 이후, 단계(950)에서 상기 렌즈 왜곡 보정 장치(100)의 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 원래 영상의 거리를 상기 FOV 모델의 역함수에 적용하여 상기 중심 반지름의 크기를 측정한다.
- [0100] 이후, 단계(960)에서 상기 렌즈 왜곡 보정 장치(100)의 영상 왜곡 보정부(130)는 상기 측정된 중심 반지름의 크기 및 상기 임의의 한 점의 좌표값을 이용하여 임의의 한 점을 지나는 원의 반지름의 크기를 구한다.
- [0101] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에서는 FOV 모델의 역함수와 구형 어안렌즈의 구면체 반지름을 이용하여 렌즈 왜곡을 보정할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 의하면 렌즈 왜곡에 대한 평활도를 높일 수 있으며, 98% 이상의 렌즈 왜곡에 대한 평활도를 보이기 때문에 영상의 판독 시 실제 모습과 같은 결과를 얻을 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 의하면 터널이나 지하차도에 진입 또는 탈출 시 급격한 조도 변화에 대해서도 효과적으로 영상을 촬영할 수 있다.
- [0102] 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터로 구현되는 동작을 수행하기 위한 프로그램 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함한다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크와 같은 자기-광 매체, 및 롬, 램, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.
- [0103] 지금까지 본 발명에 따른 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구의 범위뿐 아니라 이 특허 청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.
- [0104] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는

것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

110: 왜곡 함수 정의부

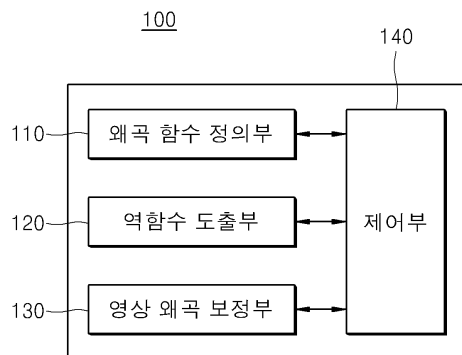
120: 역함수 도출부

130: 영상 왜곡 보정부

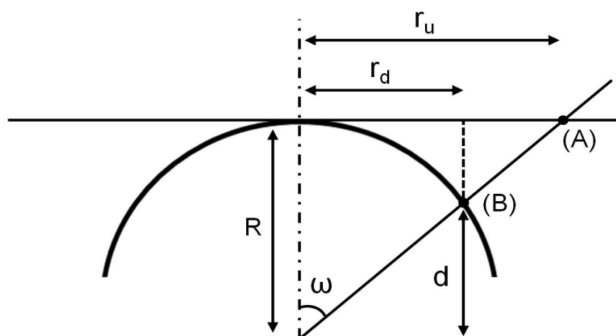
140: 제어부

도면

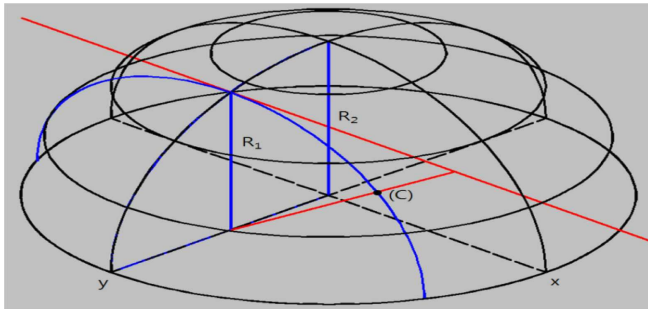
도면1



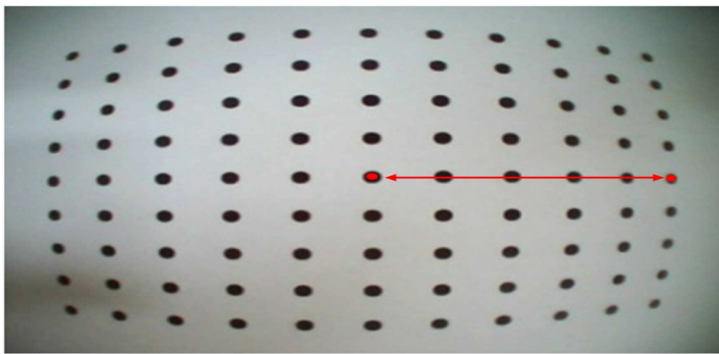
도면2



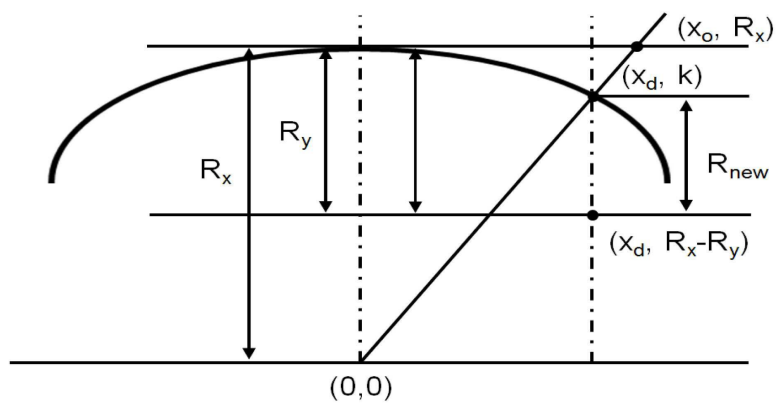
도면3



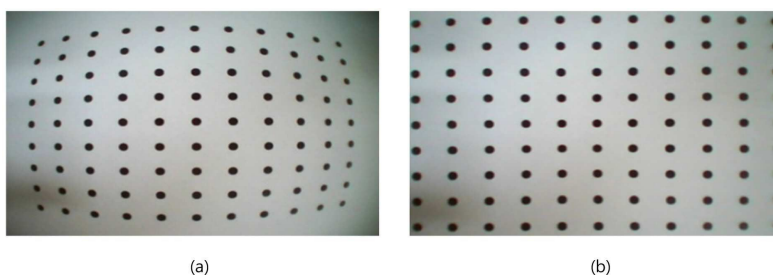
도면4



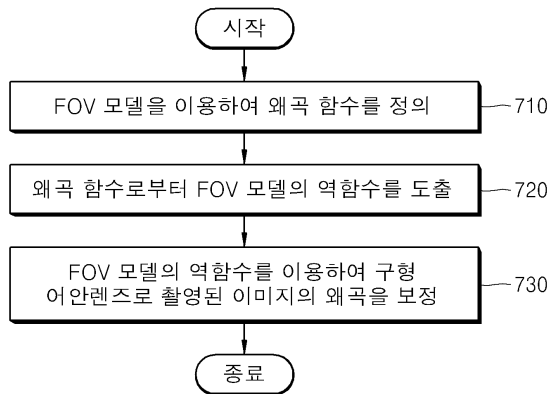
도면5



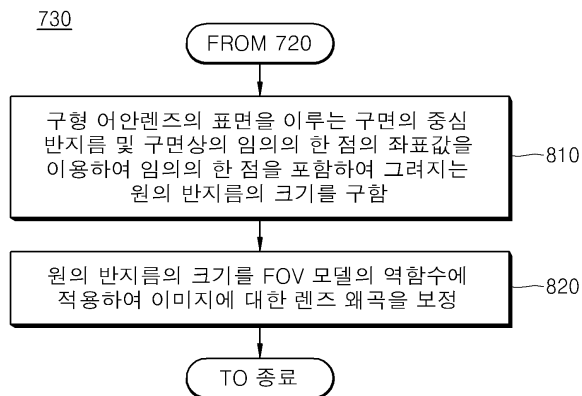
도면6



도면7



도면8



도면9

