



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월05일  
(11) 등록번호 10-1996226  
(24) 등록일자 2019년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01B 11/00 (2006.01) G01B 11/02 (2006.01)  
G06T 7/60 (2017.01) G06T 7/73 (2017.01)  
(52) CPC특허분류  
G01B 11/002 (2013.01)  
G01B 11/026 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0050067  
(22) 출원일자 2018년04월30일  
심사청구일자 2018년04월30일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2008249431 A\*  
KR1019980059962 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
재단법인대구경북과학기술원  
대구 달성군 현풍면 테크노중앙대로 333,  
(72) 발명자  
송찬호  
부산광역시 해운대구 해운대로483번길 10, 10동  
1101호 (우동, 롯데아파트)  
정우영  
대구광역시 달서구 상화로8길 23, 103동 904호 (대곡동, 삼성래미안1차아파트)  
김준광  
대구광역시 달성군 화원읍 성화로4길 13, 106동  
1005호 (태왕아파트)  
(74) 대리인  
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 한주철

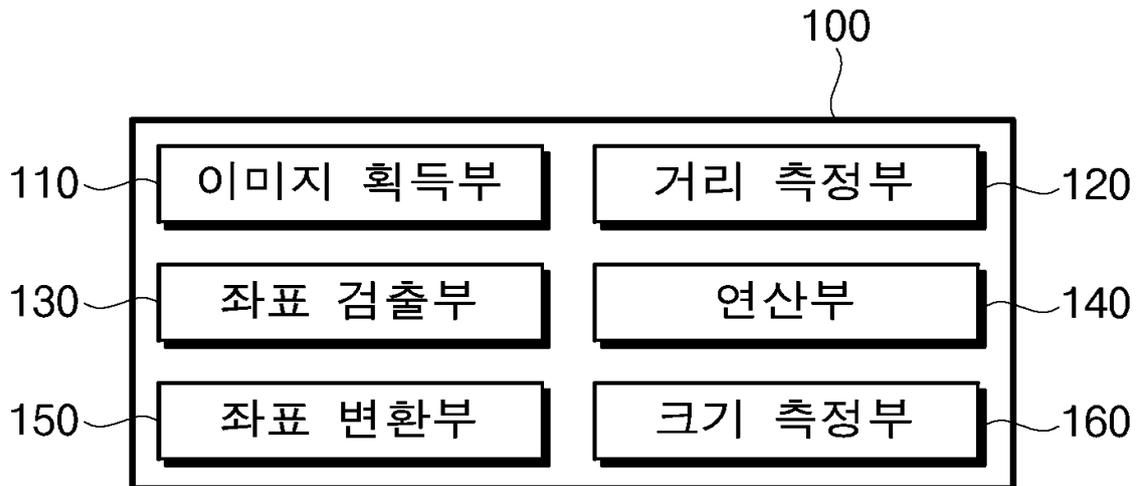
(54) 발명의 명칭 피사체의 3차원 위치 측정 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 피사체의 3차원 위치 측정 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 피사체를 포함한 이미지를 카메라를 통해 획득하는 이미지 획득부와, 상기 카메라와 상기 피사체 간의 거리( $Z_0$ )를 측정하는 거리 측정부, 상기 이미지 상에서 상기 피사체의 N개의 꼭지점에 대응한 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 검출하는 좌표 검출부와,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



상기 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ ) 각각을 대상으로, 상기 이미지 내 기 설정된 중심점( $x_c, y_c$ )에 대한 상기 좌표점( $x_i, y_i$ )의 픽셀 단위의 x축상 편차( $x_c - x_i$ )와 y축상 편차( $y_c - y_i$ )에 픽셀 하나당 미터(meter) 크기를 적용하여, 미터 단위의 x축 편차와 y축 편차를 연산하는 연산부와, 상기 카메라의 초점거리, 상기 x축 편차, 상기 y축 편차 및 상기 거리( $Z_0$ )를 이용하여, 상기 이미지 상의 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 각각 N개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_i$ )으로 변환하는 좌표 변환부, 및 상기 N개의 3차원 좌표점 간의 유클리디안 거리를 이용하여 상기 피사체의 크기를 측정하는 크기 측정부를 포함하는 피사체의 3차원 위치 측정 장치를 제공한다.

본 발명에 의하면, 피사체가 카메라에 대해 기울어진 상태로 촬영되어 이미지 내에서 형상 왜곡이 발생한 경우에도 정확한 수학적 모델을 기반으로 왜곡 오차를 보상함으로써 피사체의 3차원 위치 및 크기를 정확도 있게 추정할 수 있으며 측정 오차를 줄일 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06T 7/60 (2013.01)

G06T 7/73 (2017.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018010013
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	대구경북과학기술원
연구사업명	미래자동차 수요기술개발 및 상용화
연구과제명	미래자동차 수요기술개발 및 상용화
기 여 율	1/2
주관기관	대구경북과학기술원
연구기간	2018.01.01 ~ 2018.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018010012
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	대구경북과학기술원
연구사업명	자율주행자동차의 핵심 요소 기술 개발
연구과제명	자율주행자동차의 핵심 요소 기술 개발
기 여 율	1/2
주관기관	대구경북과학기술원
연구기간	2018.01.01 ~ 2018.12.31

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

피사체를 포함한 이미지를 카메라를 통해 획득하는 이미지 획득부;

상기 카메라와 상기 피사체 간의 거리( $Z_0$ )를 획득하는 거리 획득부;

상기 이미지 상에서 상기 피사체의 N개의 꼭지점에 대응한 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 검출하는 좌표 검출부;

상기 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ ) 각각을 대상으로, 상기 이미지 내 기 설정된 중심점( $x_c, y_c$ )에 대한 상기 좌표점( $x_i, y_i$ )의 픽셀 단위의 x축상 편차( $x_c - x_i$ )와 y축상 편차( $y_c - y_i$ )에 픽셀 하나당 미터(meter) 크기를 적용하여, 미터 단위의 x축 편차와 y축 편차를 연산하는 연산부;

상기 카메라의 초점거리( $f$ ), 상기 x축 편차( $x_i'$ ), 상기 y축 편차( $y_i'$ ) 및 상기 거리( $Z_0$ )를 이용하여, 상기 이미지 상의 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 각각 N개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_i$ )으로 변환하는 좌표 변환부; 및

상기 N개의 3차원 좌표점 간의 유클리디안 거리를 이용하여 상기 피사체의 크기를 측정하는 크기 측정부를 포함하며,

상기 좌표 변환부는,

N=4인 직사각형의 피사체가 상기 카메라에 대해 기울임 없이 촬영된 경우,

$Z_i = Z_0 (i=1, 2, \dots, N)$ 를 적용하여 상기 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 상기 N개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_0$ )으로 변환하되,  $X_i$  및  $Y_i$ 를 아래의 수학적식을 통해 연산하며,

$$X_i = \frac{x_i'}{f} \times Z_0, \quad Y_i = \frac{y_i'}{f} \times Z_0$$

N=4인 직사각형의 피사체가 기울어져 피사체의 윗변의 Z축 위치( $Z_0'$ )가 아랫변의 Z축 위치( $Z_0$ )보다 먼 거리에서 촬영된 경우,

상기 아랫변 상의 두 개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_0$ )( $i=1, 3$ )과, 상기 윗변 상의 두 개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_0'$ )( $i=2, 4$ )을 각각 연산하되, 상기 윗변 상의 3차원 좌표점의 경우 아래의 수학적식을 통해 상기  $Z_0'$  값을 연산한 다음 연산된  $Z_0'$  값을 이용하여  $X_i$  및  $Y_i (i=2, 4)$ 를 연산하는 피사체의 3차원 위치 측정 장치:

$$Z_0' = X_1 \times \frac{f}{x_2'}$$

여기서,  $X_1$ 은 상기 아랫변 상의 제1 좌표점( $x_1, y_1$ )( $i=1$ )에 대응하여 연산된 상기  $X_i$  값,  $x_1'$ 는 상기 제1 좌표점에 대한 상기 x축 편차,  $x_2'$ 는 상기 윗변 상에서 상기 제1 좌표점과 마주한 제2 좌표점( $x_2, y_2$ )( $i=2$ )에 대한 상기 x축 편차를 나타낸다.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

청구항 1에 있어서,

상기 좌표 변환부는,

상기 윗면 상의 3차원 좌표점의 경우, 상기 연산된  $Z_0'$  값을 아래의 수학적식에 적용하여 상기  $X_i$  및  $Y_i(i=2,4)$ 를 연산하는 피사체의 3차원 위치 측정 장치:

$$X_i = \frac{x_i'}{f} \times Z_0', \quad Y_i = \frac{y_i'}{f} \times Z_0' \quad (i=2,4)$$

**청구항 5**

청구항 1에 있어서,

상기 중심점은 상기 카메라의 렌즈 중심에 대응하여 상기 이미지 상에 설정되고, 상기 피사체의 촬영 시 상기 중심점의 위치가 상기 카메라의 화면 상에 표시 제공되며,

상기 피사체를 포함한 이미지는,

상기 피사체의 내부 영역에 상기 중심점이 들어오도록 촬영된 이미지인 피사체의 3차원 위치 측정 장치.

**청구항 6**

피사체의 3차원 위치 측정 장치를 이용한 3차원 위치 측정 방법에 있어서,

피사체를 포함한 이미지를 카메라를 통해 획득하는 단계;

상기 카메라와 상기 피사체 간의 거리( $Z_0$ )를 측정하는 단계;

상기 이미지 상에서 상기 피사체의 N개의 꼭지점에 대응한 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 검출하는 단계;

상기 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ ) 각각을 대상으로, 상기 이미지 내 기 설정된 중심점( $x_c, y_c$ )에 대한 상기 좌표점( $x_i, y_i$ )의 픽셀 단위의 x축상 편차( $x_c - x_i$ )와 y축상 편차( $y_c - y_i$ )에 픽셀 하나당 미터(meter) 크기를 적용하여, 미터 단위의 x축 편차와 y축 편차를 연산하는 단계;

상기 카메라의 초점거리( $f$ ), 상기 x축 편차( $x_i'$ ), 상기 y축 편차( $y_i'$ ) 및 상기 거리( $Z_0$ )를 이용하여, 상기 이미지 상의 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 각각 N개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_i$ )으로 변환하는 단계; 및

상기 N개의 3차원 좌표점 간의 유클리디안 거리를 이용하여 상기 피사체의 크기를 측정하는 단계를 포함하며, 상기 변환하는 단계는,

$N=4$ 인 직사각형의 피사체가 상기 카메라에 대해 기울임 없이 촬영된 경우,

$Z_i=Z_0(i=1,2,\dots,N)$ 를 적용하여 상기 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 상기 N개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_0$ )으로 변환하되,  $X_i$  및  $Y_i$ 를 아래의 수학적식을 통해 연산하며,

$$X_i = \frac{x_i'}{f} \times Z_0, \quad Y_i = \frac{y_i'}{f} \times Z_0$$

$N=4$ 인 직사각형의 피사체가 기울어져 피사체의 윗면의 Z축 위치( $Z_0'$ )가 아랫면의 Z축 위치( $Z_0$ )보다 먼 거리에서 촬영된 경우,

상기 아랫면 상의 두 개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_0$ )( $i=1,3$ )과, 상기 윗면 상의 두 개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_0'$ )( $i=2,4$ )을 각각 연산하되, 상기 윗면 상의 3차원 좌표점의 경우 아래의 수학적식을 통해 상기  $Z_0'$  값을 연산한 다음 연산된  $Z_0'$  값을 이용하여  $X_i$  및  $Y_i(i=2,4)$ 를 연산하는 피사체의 3차원 위치 측정 방법:

$$Z_0' = X_1 \times \frac{f}{x_2'}$$

여기서,  $X_1$ 은 상기 아랫면 상의 제1 좌표점( $x_1, y_1$ )( $i=1$ )에 대응하여 연산된 상기  $X_i$  값,  $x_1'$ 은 상기 제1 좌표점에 대한 상기  $x$ 축 편차,  $x_2'$ 은 상기 윗면 상에서 상기 제1 좌표점과 마주한 제2 좌표점( $x_2, y_2$ )( $i=2$ )에 대한 상기  $x$ 축 편차를 나타낸다.

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

청구항 6에 있어서,

상기 변환하는 단계는,

상기 윗면 상의 3차원 좌표점의 경우, 상기 연산된  $Z_0'$  값을 아래의 수학적식에 적용하여 상기  $X_i$  및  $Y_i$ ( $i=2,4$ )를 연산하는 피사체의 3차원 위치 측정 방법:

$$X_i = \frac{x_i'}{f} \times Z_0', \quad Y_i = \frac{y_i'}{f} \times Z_0' \quad (i = 2, 4)$$

**청구항 10**

청구항 6에 있어서,

상기 중심점은 상기 카메라의 렌즈 중심에 대응하여 상기 이미지 상에 설정되고, 상기 피사체의 촬영 시 상기 중심점의 위치가 상기 카메라의 화면 상에 표시 제공되며,

상기 피사체를 포함한 이미지는,

상기 피사체의 내부 영역에 상기 중심점이 들어오도록 촬영된 이미지인 피사체의 3차원 위치 측정 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 피사체의 3차원 위치 측정 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 피사체를 촬영한 이미지 및 피사체와의 거리를 이용하여 피사체의 3차원 위치를 측정할 수 있는 피사체의 3차원 위치 측정 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 많은 사람들이 스마트폰과 같은 휴대용 단말기를 이용하여 작업 현장에서 공사에 필요한 장비 및 건물 등을 촬영하거나 일상 생활에서 아이들의 성장 사진을 찍기도 하고 낚시를 통해 잡은 물고기와 기념 사진을 찍기도 한다.

[0003] 하지만, 이와 같은 경우 대상체와 스마트폰과의 거리에 따라 대상체의 크기가 다르게 촬영되어 대상체의 크기를 가늠하기 어려웠으며, 대상체의 길이를 알고 싶은 경우 별도의 측정기구를 통해 직접 측정해야 하는 문제점이 있다. 특히, 측정기구를 구비하지 않았거나 대상체에 접근하기 어려운 경우 등 대상체의 측정이 곤란한 상황에서서의 대처 방안이 부족했다.

[0004] 최근에는 센서를 통해 대상체를 감지하고 대상체와의 거리를 측정하는 기술이 활용되고 있다. 대상체와의 거리를 측정하는 센서를 휴대성이 높은 스마트 단말기에 장착하여 대상체를 촬영하는 동시에 대상체와의 거리를 측

정하고 이를 통해 대상체의 크기를 측정하는 기술이 제안된 바 있다.

[0005] 하지만, 피사체가 카메라에 대해 기울어진 상태로 촬영된 경우 이미지 내 피사체의 형상 또는 길이가 왜곡되어 나타나며 이로 인해 피사체의 크기를 정확하게 측정하기 어려운 문제점이 있다.

[0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국공개특허 제2016-0147159호(2016.12.22 공개)에 개시되어 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명은 피사체가 카메라에 대해 기울어진 상태로 촬영되어 형상 왜곡이 발생한 경우에도 피사체의 3차원 위치 및 크기를 정확하게 측정할 수 있는 피사체의 3차원 위치 측정 장치 및 그 방법을 제공하는데 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 발명은, 피사체를 포함한 이미지를 카메라를 통해 획득하는 이미지 획득부와, 상기 카메라와 상기 피사체 간의 거리( $Z_0$ )를 측정하는 거리 측정부, 상기 이미지 상에서 상기 피사체의 N개의 꼭지점에 대응한 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 검출하는 좌표 검출부와, 상기 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ ) 각각을 대상으로, 상기 이미지 내 기 설정된 중심점( $x_c, y_c$ )에 대한 상기 좌표점( $x_i, y_i$ )의 픽셀 단위의 x축상 편차( $x_c - x_i$ )와 y축상 편차( $y_c - y_i$ )에 픽셀 하나당 미터(meter) 크기를 적용하여, 미터 단위의 x축 편차와 y축 편차를 연산하는 연산부와, 상기 카메라의 초점거리, 상기 x축 편차, 상기 y축 편차 및 상기 거리( $Z_0$ )를 이용하여, 상기 이미지 상의 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 각각 N개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_i$ )으로 변환하는 좌표 변환부, 및 상기 N개의 3차원 좌표점 간의 유클리디안 거리를 이용하여 상기 피사체의 크기를 측정하는 크기 측정부를 포함하는 피사체의 3차원 위치 측정 장치를 제공한다.

[0009] 또한, 상기 좌표 변환부는, 상기 피사체가 상기 카메라에 대해 기울임 없이 촬영된 경우,  $Z_i = Z_0 (i=1, 2, \dots, N)$ 를 적용하여 상기 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 상기 N개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_0$ )으로 변환하되,  $X_i$  및  $Y_i$ 를 아래의 수학적 식을 통해 연산할 수 있다.

[0010] 
$$X_i = \frac{x_i'}{f} \times Z_0, \quad Y_i = \frac{y_i'}{f} \times Z_0$$

[0011] 여기서,  $x_i'$ 는 상기 x축 편차,  $y_i'$ 는 상기 y축 편차,  $f$ 는 상기 카메라의 초점거리를 나타낸다.

[0012] 또한, 상기 피사체는  $N=4$ 인 직사각형 형태를 가지며, 상기 좌표 변환부는, 상기 피사체가 기울어져 피사체의 윗변의 Z축 위치( $Z_0'$ )가 아랫변의 Z축 위치( $Z_0$ )보다 먼 거리에서 촬영된 경우, 상기 아랫변 상의 두 개의 3차원 좌표점( $X_1, Y_1, Z_0$ )( $i=1, 3$ )과, 상기 윗변 상의 두 개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_0'$ )( $i=2, 4$ )을 각각 연산하되, 상기 윗변 상의 3차원 좌표점의 경우 아래의 수학적 식을 통해 상기  $Z_0'$  값을 연산한 다음 연산된  $Z_0'$  값을 이용하여  $X_i$  및  $Y_i (i=2, 4)$ 를 연산할 수 있다.

[0013] 
$$Z_0' = X_1 \times \frac{f}{x_2'}$$

[0014] 여기서,  $X_1$ 은 상기 아랫변 상의 제1 좌표점( $x_1, y_1$ )( $i=1$ )에 대응하여 연산된 상기  $X_i$  값,  $x_1'$ 는 상기 제1 좌표점에 대한 상기 x축 편차,  $x_2'$ 는 상기 윗변 상에서 상기 제1 좌표점과 마주한 제2 좌표점( $x_2, y_2$ )( $i=2$ )에 대한 상기 x축 편차를 나타낸다.

[0015] 또한, 상기 좌표 변환부는, 상기 윗변 상의 3차원 좌표점의 경우, 상기 연산된  $Z_0'$  값을 아래의 수학적 식에 적용하여 상기  $X_i$  및  $Y_i (i=2, 4)$ 를 연산할 수 있다.

[0016] 
$$X_i = \frac{x_i'}{f} \times Z_0', \quad Y_i = \frac{y_i'}{f} \times Z_0' \quad (i = 2, 4)$$

[0017] 또한, 상기 중심점은 상기 카메라의 렌즈 중심에 대응하여 상기 이미지 상에 설정되고, 상기 피사체의 촬영 시 상기 중심점의 위치가 상기 카메라의 화면 상에 표시 제공되며, 상기 피사체를 포함한 이미지는, 상기 피사체의 내부 영역에 상기 중심점이 들어오도록 촬영된 이미지일 수 있다.

[0018] 그리고, 본 발명은, 피사체의 3차원 위치 측정 장치를 이용한 3차원 위치 측정 방법에 있어서, 피사체를 포함한 이미지를 카메라를 통해 획득하는 단계와, 상기 카메라와 상기 피사체 간의 거리( $Z_0$ )를 측정하는 단계와, 상기 이미지 상에서 상기 피사체의 N개의 꼭지점에 대응한 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 검출하는 단계와, 상기 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ ) 각각을 대상으로, 상기 이미지 내 기 설정된 중심점( $x_c, y_c$ )에 대한 상기 좌표점( $x_i, y_i$ )의 픽셀 단위의 x축상 편차( $x_c - x_i$ )와 y축상 편차( $y_c - y_i$ )에 픽셀 하나당 미터(meter) 크기를 적용하여, 미터 단위의 x축 편차와 y축 편차를 연산하는 단계와, 상기 카메라의 초점거리, 상기 x축 편차, 상기 y축 편차 및 상기 거리( $Z_0$ )를 이용하여, 상기 이미지 상의 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 각각 N개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_i$ )으로 변환하는 단계, 및 상기 N개의 3차원 좌표점 간의 유클리디안 거리를 이용하여 상기 피사체의 크기를 측정하는 단계를 포함하는 피사체의 3차원 위치 측정 방법을 제공한다.

**발명의 효과**

[0019] 본 발명에 의하면, 피사체가 카메라에 대해 기울어진 상태로 촬영되어 이미지 내에서 형상 왜곡이 발생한 경우에도 정확한 수학적 모델을 기반으로 왜곡 오차를 보상함으로써 피사체의 3차원 위치 및 크기를 정확도 있게 추정할 수 있으며 측정 오차를 줄일 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 피사체의 3차원 위치 측정 장치의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 도 1의 장치를 이용한 피사체의 3차원 위치 측정 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에서 피사체의 이미지 상의 좌표를 3차원 좌표로 변환하는 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에서 카메라에 대해 기울임 있게 촬영된 피사체의 이미지 상의 좌표를 3차원 좌표로 변환하는 원리를 설명하는 도면이다.
- 도 5 및 도 6은 각각 피사체가 카메라에 대해 기울임 없이 촬영된 이미지 및 기울임 있게 촬영된 이미지를 예시한 도면이다.
- 도 7은 사용자 단말을 이용하여 소정 건물에 대한 1층 창문부터 3층 창문을 각각 1m 및 10m 거리에서 측정한 모습을 나타낸 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 방법에 의한 창문의 가로 및 세로 크기 측정 결과를 기존 방법에 따른 측정 결과와 비교하여 나타낸 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0022] 본 발명은 피사체의 3차원 위치 측정 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 이미지 상에 맺힌 피사체의 2차원 좌표, 카메라와 피사체 간 거리, 카메라의 초점거리 등을 이용하여 피사체의 실제 크기와 카메라에 대한 피사체의 3차원 위치를 정확하게 측정할 수 있는 기법을 제시한다.
- [0023] 본 발명의 실시예에서 피사체의 3차원 위치 측정 장치는 사용자 단말 자체에 해당하거나 사용자 단말에 포함될 수 있으며, 사용자 단말 상에 모바일 앱과 같은 응용 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서, 사용자 단말은 스마트폰, 스마트 패드, 노트북, 태블릿 PC, PDA 등을 포함할 수 있다.
- [0024] 또한, 3차원 위치 측정 장치는 카메라 및 거리 센서에서 각각 획득한 피사체 이미지, 이미지 상의 픽셀 좌표, 피사체와의 거리 값, 카메라 규격 등을 활용하여 피사체의 3차원 위치를 측정할 수 있다. 여기서 카메라 및 거리 센서는 사용자 단말에 장착 또는 내장될 수 있다.

- [0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 피사체의 3차원 위치 측정 장치의 구성을 나타낸 도면이고, 도 2는 도 1의 장치를 이용한 피사체의 3차원 위치 측정 방법을 설명하는 도면이다.
- [0026] 도 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 피사체의 3차원 위치 측정 장치(100)는 이미지 획득부(110), 거리 측정부(120), 좌표 검출부(130), 연산부(140), 좌표 변환부(150) 및 크기 측정부(160)를 포함한다.
- [0027] 먼저, 이미지 획득부(110)는 피사체를 포함한 이미지를 카메라를 통해 획득한다(S210).
- [0028] 본 발명의 실시예의 경우 피사체의 촬영 시에는 이미지 상에 기 설정된 중심점( $x_c, y_c$ )의 위치를 카메라의 화면 상에 표시하여 제공할 수 있고 이를 통해 피사체의 촬영을 가이드할 수 있다. 여기서, 이미지 내 중심점이란 카메라의 렌즈 중심에 대응할 수 있다.
- [0029] 사용자는 화면 상에 표시된 중심점을 보면서 피사체의 내부 영역에 중심점( $x_c, y_c$ )이 들어오도록 이미지를 촬영할 수 있다. 예를 들어, 피사체가 사각형 형상인 경우, 사각형 내부에 중심점이 들어오는 형태로 피사체를 조준 또는 포커싱하여 촬영할 수 있다.
- [0030] 거리 측정부(120)는 카메라와 피사체 간의 거리( $Z_0$ )를 측정한다(S220). 거리 측정은 이미지 획득과 동시에 이루어질 수도 있고 순차로 이루어질 수도 있다. 거리 측정부(120)는 적외선, 레이저 등을 이용한 거리 센서를 이용하여 피사체와의 거리를 측정할 수 있다. 거리 센서는 사용자 단말에 설치 또는 내장될 수 있다.
- [0031] 좌표 검출부(130)는 앞서 획득된 이미지 상에서 피사체의 N개의 꼭지점에 대응한 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 검출한다(S230). 이에 따라, 피사체의 각 꼭지점 부근에 대한 이미지 상의 픽셀 좌표를 얻을 수 있다.
- [0032] 피사체의 꼭지점에 대응하는 이미지 상의 각 좌표점( $x_i, y_i$ )들은 중심점( $x_c, y_c$ )을 기준으로 사방으로 퍼져 있으며, 이들을 3차원 상의 좌표로 변환하기 위해서는 좌표점( $x_i, y_i$ )과 중심점( $x_c, y_c$ ) 간의 편차를 구해야 한다.
- [0033] 연산부(140)는 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ ) 각각을 대상으로, 이미지 내 기 설정된 중심점( $x_c, y_c$ )에 대한 좌표점( $x_i, y_i$ )의 픽셀 단위의 x축상 편차( $x_c - x_i$ )와 y축상 편차( $y_c - y_i$ )에 픽셀 하나당 미터(meter) 크기를 적용하여, 미터 단위의 x축 편차와 y축 편차를 연산한다(S240).
- [0034] 여기서, 설명의 편의상 픽셀 단위의 편차는 x축상/y축상 편차, 그리고 미터 단위의 편차는 x축/y축 편차로 구분하여 명명하였다.
- [0035] 만일, 피사체가 사각형인 경우, 4개의 좌표점 ( $x_1, y_1$ ), ( $x_2, y_2$ ), ( $x_3, y_3$ ), ( $x_4, y_4$ ) 각각에 대해, 픽셀 단위의 x축상 편차( $x_c - x_i$ )와 y축상 편차( $y_c - y_i$ )를 구한 다음, 이들에 대해 픽셀-미터 변환 계수(변환 파라미터)인  $S_x$ 와  $S_y$ 를 각각 적용하여 미터 단위의 x축 및 y축 편차로 환산할 수 있다.
- [0036]  $S_x$ 와  $S_y$  값은 픽셀 하나당 미터(meter) 단위의 가로 및 세로 크기를 의미할 수 있는데 두 값은 서로 동일할 수 있다. 이러한,  $S_x$ 와  $S_y$  값은 이미지 상에 표현되는 픽셀 하나의 가로 및 세로 크기(단위: meter)를 의미할 수 있다.
- [0037] 픽셀 단위의 x축상 편차( $x_c - x_i$ )에  $S_x$ 를 곱할 경우에 미터 단위의 x축 편차(이하,  $x_i'$  값)가 구해지며, 마찬가지로 픽셀 단위의 y축상 편차( $y_c - y_i$ )에  $S_y$ 를 곱할 경우 미터 단위의 y축 편차(이하,  $y_i'$  값)이 구해진다. 이를 다시 표현하면,  $x_i' = (x_c - x_i) \times S_x$ ,  $y_i' = (y_c - y_i) \times S_y$  가 된다.
- [0038] 이와 같이,  $S_x$ 와  $S_y$  값은 카메라에 설정되는 픽셀-미터 변환 계수에 해당하는 것으로, 카메라 분야에서 픽셀 단위의 크기를 미터 단위의 크기로 환산하는데 사용되는 일반적인 계수이며, 카메라의 캘리브레이션을 통해 결정될 수도 있고, 카메라의 스펙에 미리 고정될 수도 있다.
- [0039] 이후, 좌표 변환부(150)는 카메라의 초점거리( $f$ ), x축 편차( $x_i'$ ), y축 편차( $y_i'$ ) 및 거리( $Z_0$ )를 이용하여, 이미지 상의 N개의 좌표점( $x_i, y_i$ )을 각각 N개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_i$ )으로 변환한다(S250). 초점거리( $f$ ), x축과 y축 편차( $x_i', y_i'$ ) 및 거리( $Z_0$ )를 이용한 좌표 변환 수식은 추후 상세히 설명할 것이다.

- [0040] 만일, 피사체가 카메라에 대해 기울임 없이 평행하게 촬영된 경우, N개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_i$ )의  $Z_i$ 값은 모두  $Z_0$ 가 되므로, N개의 3차원 좌표점은 ( $X_i, Y_i, Z_0$ )으로 정의될 수 있다.
- [0041] 하지만, 피사체의 윗변이 아랫변보다 후방으로 기울어져 아랫변보다 좀더 멀리서 촬영된 경우에는 윗변의 Z축 값은 아랫변의 Z축 값보다 클 것이다. 만일, 앞서 측정된 거리 값( $Z_0$ )이 아랫변에 대해 구해진 값이라면 윗변의 Z축 값( $Z_0'$ )은  $Z_0$  값 보다는 클 것이다.
- [0042] 다음, 크기 측정부(160)는 N개의 3차원 좌표점 간의 유클리디안 거리를 이용하여 피사체의 크기를 측정한다 (S260). 만일, 피사체가 N=4인 사각형 형상인 경우, 크기 측정부(160)는 각각의 3차원 좌표점 간 유클리디안 거리를 구하는 것을 통하여 피사체의 크기(ex, 가로, 세로, 각 변 길이 등)를 구할 수 있으며, 크기를 이용하여 면적도 구할 수 있다.
- [0043] 이하에서는 본 발명의 실시예를 위한 좌표변환 원리를 구체적으로 설명한다.
- [0044] 도 3은 본 발명의 실시예에서 피사체의 이미지 상의 좌표를 3차원 좌표로 변환하는 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [0045] 도 3 (a)는 사용자 단말(10)에서 피사체(20)를 촬영하는 모습을 상측에서 바라본 것이다. 피사체(20)의 실제 가로 길이는 1m이고, 피사체(20)와 사용자 단말(10) 간 측정 거리는 20m( $Z_0=20m$ )이고, 카메라의 초점거리( $f$ )는 0.4m이며, 이미지 상에 찍힌 피사체(20)의 가로 길이( $A$ )는 2cm(0.02m)인 것을 가정한다.
- [0046] 여기서,  $B=Z_0 \times A / f$ 의 공식에 따라, 피사체(20)의 실제 가로 크기( $B$ )는  $1m(=20m \times 2cm / 0.4m)$ 로 계산될 수 있다.
- [0047] 도 3 (b)는 그 원리를 설명하는 도면이다. 좌측의 2D 이미지 평면(2D image plane)은 2차원 이미지 상의 평면을 나타낸다. 2D 이미지 평면 상의 중심점( $x_c, y_c$ )은 촬상 화면의 중심점을 의미할 수 있다. 주점(Principal point)은 2D 이미지 평면의 중심점( $x_c, y_c$ )을 광축에 대해 초점거리( $f$ ) 만큼 투영시킨 지점을 나타낸다.
- [0048] 좌측 2D 이미지 평면 상에 도시한 2D 좌표점( $x_a, y_a$ )은 피사체의 임의 꼭지점 좌표를 의미하는 것으로 가정한다. 예를 들어 피사체가 사각형 형상이면 피사체의 네 모서리 지점 중 어느 한 지점의 좌표를 의미할 수 있다.
- [0049] 이러한 2D 좌표점( $x_a, y_a$ )을 주점(principal point)을 기준으로 다시 초점거리( $f$ ) 만큼 대칭이동(반전) 시키면, 우측에 있는 가상 2D 이미지 평면 상의 2D 좌표 위치가 얻어진다.
- [0050] 또한, 대칭선을 3차원 좌표계까지 연장하면 여러 개의 삼각형이 나오며, 삼각형에 대한 각 변의 비례식을 이용하면 2D 좌표점( $x_a, y_a$ )에 대응하는 3D 좌표점( $X_a, Y_a, Z_a$ )을 알 수 있다. 3D 좌표점( $X_a, Y_a, Z_a$ ) 자체는 이미지의 중심점을 기준으로 만들어지므로 3D 좌표계의 중심점( $X_c, Y_c, Z_c$ )의 경우  $X_c, Y_c$  값을 0으로 가정할 수 있다.
- [0051] 3D 좌표점( $X_a, Y_a, Z_a$ )의  $Z_a$  값은 거리 측정에 의해 얻어진 값이므로 도 3에서  $Z_a=Z_0$ 이다. 3D 좌표점( $X_a, Y_a, Z_a$ )의  $X_a$  와  $Y_a$  값은 삼각형의 각 변에 대한 비례식 상에  $Z_0$  및  $f$ 를 대입하여 구할 수 있다.  $Z_0$ 는 실측되는 값이고  $f$ 는 미리 알고 있는 값이다.
- [0052] 도 3 (b)는  $X_a$  값을 구하는 방법을 설명한 것이다. 도 3 (b)에서  $f : x = Z_0 : X_a$ 의 비례식이 성립한다. 이때, 설명의 편의상 도 3 (b)의  $x$ 는  $x_c$ 에 대한  $x_a$ 의 미터 단위의 x축 편차로 가정한다.
- [0053] 상술한 비례식( $f : x = Z_0 : X_a$ )에 따라  $X_a$  값은 다음의 수학적 식 1과 같이 정리될 수 있다.

**수학적 식 1**

[0054] 
$$X_a = \frac{x}{f} \times Z_0$$

[0055] 도 3 (b)에서 알 수 있듯이, 2D 좌표점은 대칭 이동 시에 방향이 반전된다. 또한, 수학적 식 1의  $x$ 는 픽셀 단위의

$x_c - x_a$  값에 변환계수를 곱하여 구해질 수 있으며, 2D 좌표점( $x_a, y_a$ )이 중심점( $x_c, y_c$ )보다 좌측에 있을 때는  $x$  값이 양의 값이 되면서  $X_a$  값 또한 양의 값이 되고, 우측에 있는 경우에는  $x$  값이 음의 값이 되면서  $X_a$  값 또한 음의 값이 될 수 있다. 즉, 2D 평면 상에서 피사체의 좌표점이 중심점에 대해 왼쪽 또는 오른쪽에 있는지 여부에 따라 3D 좌표점의  $X_a$  값이 양수 또는 음수가 될 수 있다.

[0056] 도시하지 않았지만,  $Y_a$  값도 수학적 식 1과 동일한 원리로 구하면 된다. 즉, 비례식( $f:y=Z_0:Y_a$ )에 따라  $Y_a$  값은 아래의 수학적 식 2와 같이 정리될 수 있다.

**수학적 식 2**

$$Y_a = \frac{y}{f} \times Z_0$$

[0057] 이때, 설명의 편의상  $y$ 는  $y_c$ 에 대한  $y_a$ 의 미터 단위의  $y$ 축 편차로 가정한다. 3D 좌표점의  $Y_a$  값 역시, 2D 평면 상에서 피사체의 좌표점이 중심점에 대해 아래쪽 또는 위쪽에 있는지 여부에 따라 양수 또는 음수가 될 수 있다.

[0059] 상술한 원리를 이용하면, 이미지 상의 피사체의 각 꼭지점 좌표를 그에 대응되는 3차원 상의 좌표로 변환할 수 있다. 또한, 각 꼭지점의 3차원 좌표 간 유클리디안 거리를 구하면 피사체의 크기(가로, 세로 등)가 얻어진다.

[0060] 앞서 도 3의 예시는 피사체가 기울임 없이 촬영된 경우이지만, 피사체가 카메라에 대해 기울임 있게 촬영되는 경우 이미지 내 피사체 형상의 왜곡이 발생하므로 변형된 수학적 식이 필요하다.

[0061] 예를 들어, 지상에서 스마트폰을 들어올려 4층의 창문을 촬영하고 이를 통해 창문 크기를 추정하고자 하는 경우에, 원근감에 의해 창문의 윗변이 아랫변보다 짧은 길이로 촬영될 수 있다.

[0062] 도 4는 본 발명의 실시예에서 카메라에 대해 기울임 있게 촬영된 피사체의 이미지 상의 좌표를 3차원 좌표로 변환하는 원리를 설명하는 도면이다. 이때  $N=4$ 인 사각형의 피사체를 예시한다.

[0063] 도 4의 (a)는 피사체의 촬영 이미지로서, 비교가 용이하도록 피사체가 기울임 없이 촬영된 경우(점선)와 기울임 있게 촬영된 경우(실선)를 함께 나타내고 있다.

[0064] 이미지 상에서 피사체의 윗변의 좌표점( $x_a, y_a$ )의 경우 기울어짐 발생 시에 ( $x'_a, y'_a$ )로 이동한 것을 알 수 있으며, 중심점 좌표 ( $x_c, y_c$ )와 더욱 가까워진 것을 알 수 있다.

[0065] 그런데, 피사체가 기울임 있게 촬영되었다 하더라도, 실제 3차원 좌표계 관점에서 바라보면, 도 4 (b)와 같이 기울임 전과 후에 대한 해당 꼭지점의  $X$ 축상 위치는 사실상 변화가 없기 때문에, 실질적으로  $X'_a = X_a$ 가 된다. 물론, 이러한 논리는  $X_a$ 와 관련한 점선 라인이 아랫변을 의미하는 경우에도 성립한다.

[0066] 도 4 (a)에서는  $f:x=Z'_0:X'_a$ 의 비례식이 성립한다. 이때,  $X'_a = X$ 를 대입하면,  $f:x=Z'_0:X_a$ 가 된다.

[0067] 따라서,  $Z'_0$ 는 다음의 수학적 식 3과 같이 정리될 수 있다.

**수학적 식 3**

$$Z'_0 = X_a \times \frac{f}{x}$$

[0069] 수학적 식 3에서  $x$ 는  $x_c$ 에 대한  $x_a$ 의 미터 단위의  $x$ 축 편차를 의미한다.

[0070] 이와 같이  $Z'_0$  값이 구해지면, 비례식( $f:x=Z'_0:X_a$ ) 상에  $Z'_0$  값을 대입함으로써, 역으로  $X_a$  값을 구할 수 있다. 이는 수학적 식 4와 같다.

수학식 4

$$X'_a = \frac{x}{f} \times Z'_0$$

[0071]

[0072] 다음, 비슷한 원리로 도 4 (b)에서는  $Y'_a$  값을 구할 수 있다. 다만, 피사체의 기울어짐에 따라  $Y'_a$  값의 경우  $Y_a$  값보다 작아진다.

[0073] 도 4 (b)에서  $f:y=Z'_0:Y'_a$ 의 비례식이 성립하며, 이 비례식에 앞서 구한  $Z'_0$  값을 대입하면,  $Y'_a$  값은 수학식 5의 방법으로 구해진다.

수학식 5

$$Y'_a = \frac{y}{f} \times Z'_0$$

[0074]

[0075] 수학식 5에서  $y$ 는  $y_c$ 에 대한  $y_a$ 의 미터 단위의  $y$ 축 편차를 나타낸다.

[0076] 상술한 원리를 기초로 이하에서는 피사체가 기울임 없이 촬영된 경우 및 기울임 있게 촬영된 경우 각각에 대한 3차원 위치 측정 방법을 상세히 설명한다.

[0077] 도 5는 피사체가 기울임 없이 촬영된 이미지를 예시한 도면이다.

[0078] 여기서, 이미지 내 중심점의 좌표는  $(x_c, y_c)$ 이고, 이미지 내 피사체의 각 꼭지점의 좌표점은 각각  $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ ,  $(x_3, y_3)$ ,  $(x_4, y_4)$ 로 정의한다. 가로 1000개, 세로 800개의 픽셀로 이루어진 이미지의 경우, 중심점의 좌표  $(x_c, y_c)=(500, 400)$  일 수 있다.

[0079] 연산부(140)는 앞서 설명한 바와 같이, 4개의 좌표점  $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ ,  $(x_3, y_3)$ ,  $(x_4, y_4)$  각각에 대해, 중심점  $(x_c, y_c)$ 을 기준으로 각 좌표점  $(x_i, y_i)$ 의 픽셀 단위의  $x$ 축상 편차( $x_c - x_i$ )와  $y$ 축상 편차( $y_c - y_i$ )에 대해, 픽셀 하나당 미터 단위의 크기를 적용(곱셈)하여, 미터 단위의  $x$ 축 편차( $x_i'$ )와  $y$ 축 편차( $y_i'$ )를 연산한다. 이에 따라, 중심점을 기준으로 좌표점이 위치한 지점까지의  $x$ 축/ $y$ 축 방향의 픽셀 스케일의 편차가 미터 스케일의 편차 값으로 보정(변환)된다.

[0080] 도 5와 같이, 피사체가 카메라에 대해 기울임 없이 촬영된 경우, 좌표 변환부(150)는  $Z_i=Z_0(i=1, 2, \dots, N)$ 를 적용하여,  $N$ 개의 좌표점  $(x_i, y_i)$ 을  $N$ 개의 3차원 좌표점  $(X_i, Y_i, Z_0)$ 으로 변환하되,  $X_i$  및  $Y_i$ 를 아래의 수학식 6을 통해 연산한다.

수학식 6

$$X_i = \frac{x_i'}{f} \times Z_0, \quad Y_i = \frac{y_i'}{f} \times Z_0$$

[0081]

[0082] 여기서,  $x_i'$ 는  $x$ 축 편차,  $y_i'$ 는  $y$ 축 편차,  $f$ 는 카메라의 초점거리를 나타낸다.

[0083] 이러한 방법으로, 좌표 변환부(150)는 이미지 상의 4개의 좌표점  $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ ,  $(x_3, y_3)$ ,  $(x_4, y_4)$ 을 그에 대응하는 4개의 3차원 좌표점  $(X_1, Y_1, Z_0)$ ,  $(X_2, Y_2, Z_0)$ ,  $(X_3, Y_3, Z_0)$ ,  $(X_4, Y_4, Z_0)$ 으로 각각 변환한다. 이때, 구해진 3차원 좌표점 간 거리(유클리디안 거리)를 구하면, 피사체의 실제 크기를 추정할 수 있게 된다.

[0084] 도 5는 피사체가 기울임 있게 촬영된 이미지를 예시한 도면이다. 이미지 내 중심점 및 피사체의 각 좌표점에 대한 기호의 정의는 앞서를 참조한다.

[0085] 좌표 변환부(150)는 피사체가 기울어져 피사체의 윗변의 Z축 위치( $Z_0'$ )가 아랫변의 Z축 위치( $Z_0$ )보다 먼 거리에서 촬영된 경우, 아랫변 상의 두 개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_0$ )( $i=1,3$ )은 앞서 수학적 식 6을 이용하여 연산한다. 즉, 수학적 식 6을 이용하여 ( $X_1, Y_1, Z_0$ )과 ( $X_3, Y_3, Z_0$ )를 구한다.

[0086] 하지만, 좌표 변환부(150)는 윗변 상의 두 개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_0'$ )( $i=2,4$ )의 경우 다른 수학적 식을 사용하여 연산한다. 이를 위해, 좌표 변환부(150)는 아래의 수학적 식 7을 통해  $Z_0'$  값을 먼저 연산한 다음, 연산된  $Z_0'$  값을 이용하여  $X_i$  및  $Y_i$ ( $i=2,4$ )를 연산한다.

**수학적 식 7**

[0087] 
$$Z_0' = X_1 \times \frac{f}{x_2'}$$

[0088] 여기서,  $X_1$ 은 아랫변 상의 제1 좌표점( $x_1, y_1$ )( $i=1$ )에 대응하여 연산된  $X_i$  값,  $x_1'$ 는 제1 좌표점에 대한 x축 편차,  $x_2'$ 는 윗변 상의 제2 좌표점( $x_2, y_2$ )( $i=2$ )에 대한 x축 편차를 나타낸다. 제2 좌표점은 제1 좌표점과 상하로 마주한 좌표점이다.

[0089] 윗변 상의 제2 좌표점( $x_2, y_2$ )에 대응한 3차원 상의  $X_2$  값은 사실상 아랫변 상의 제1 좌표점( $x_1, y_1$ )에 대응한 3차원 상의  $X_1$  값과 동일하기 때문에,  $X_1$ 을 이용하여  $Z_0'$ 를 구하면 된다.

[0090] 이후, 좌표 변환부(150)는 연산된  $Z_0'$  값을 아래의 수학적 식 8에 적용하여 윗변 상의 두 개의 3차원 좌표점( $X_i, Y_i, Z_0'$ )( $i=2,4$ )에 대한  $X_i$  및  $Y_i$ ( $i=2,4$ )를 연산한다. 즉, 수학적 식 8을 이용하여 ( $X_2, Y_2, Z_0'$ )와 ( $X_4, Y_4, Z_0'$ )를 각각 구한다.

**수학적 식 8**

[0091] 
$$X_i = \frac{x_i'}{f} \times Z_0', \quad Y_i = \frac{y_i'}{f} \times Z_0' \quad (i = 2, 4)$$

[0092] 이러한 방법으로, 좌표 변환부(150)는 이미지 상의 4개의 좌표점을 4개의 3차원 좌표점으로 변환하며, 크기 측정부(160)는 이들 3차원 좌표점 간 거리를 이용하여 피사체의 실제 크기를 추정한다.

[0093] 이러한 방법을 이용하면, 이미지 내에서는 윗변과 아랫변 길이가 달라 보이지만, 크기 변환 결과 피사체의 윗변의 실제 길이와 아랫변의 실제 길이가 거의 동일하게 측정될 수 있게 된다.

[0094] 이와 같이, 본 발명의 실시예는 기울어진 상태로 촬영된 피사체의 이미지 상의 형상적인 왜곡을 수학적 식을 통해 보상함으로써 이를 통해 크기 추정 오차를 줄일 수 있다. 즉, 단순히 이미지 상의 픽셀 크기와 카메라 배율만 이용하여 실제 크기를 계산하는 기존 방식의 경우 기울어진 피사체의 형상 왜곡을 전혀 보상할 수 없지만 본 발명의 실시예는 기존의 기술보다 정확한 수학 모델을 기반으로 하였으므로, 피사체 크기 추정오차가 보다 정확하며 기존의 문제점을 해결할 수 있다. 또한, 단순한 피사체의 크기(가로, 세로 등)만 측정하는 것이 아니라 그 전에 피사체의 3차원 위치 정보를 알 수 있으므로 기술적 활용도가 높다고 볼 수 있다.

[0095] 다음은 본 발명의 실시예에 따른 방법을 이용한 측정 사례를 설명한다.

[0096] 도 7은 사용자 단말을 이용하여 소정 건물에 대한 1층 창문부터 3층 창문을 각각 1m 및 10m 거리에서 측정한 모습을 나타낸 도면이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 방법에 의한 창문의 가로 및 세로 크기 측정 결과를 기존 방법에 따른 측정 결과와 비교하여 나타낸 도면이다.

- [0097] 도 8에서 가로(위), 가로(아래)는 창문의 윗변 및 아랫변의 길이를 측정된 결과를 나타내고, 세로(좌), 세로(우)는 창문의 좌변 및 우변의 길이를 측정된 결과를 나타낸다. 또한, 도 8 (a)는 기존 방법, (b)는 본 발명의 방법에 의한 결과를 나타낸다.
- [0098] 도 8 (a)와 같이, 기존의 방법은 기울어진 창문의 형상 왜곡을 보정할 수 없기 때문에, 전반적으로 실제 길이에 비해 오차율이 큰 것을 알 수 있으며, 특히 윗변과 아랫변의 측정 길이의 차가 큰 것을 알 수 있다. 하지만, 도 8 (b)와 같이, 본 실시예에 따른 방법을 이용한 경우 윗변과 아랫변 간의 측정 길이의 차가 거의 없으며 각 변의 측정 오차율이 전반적으로 낮은 것을 알 수 있다.
- [0099] 이상과 같은 본 발명에 의하면, 피사체가 카메라에 대해 기울어진 상태로 촬영되어 이미지 내에서 형상 왜곡이 발생한 경우에도 정확한 수학적 모델을 기반으로 왜곡 오차를 보상함으로써 피사체의 3차원 위치 및 크기를 정확도 있게 추정할 수 있으며 측정 오차를 줄일 수 있다.
- [0100] 또한, 본 발명에 따르면, 별도의 측정 기구가 없는 경우, 피사체까지 접근이 어려운 경우 등 피사체의 측정이 곤란한 상황에서 사용자 단말 등을 통한 이미지 촬영 만으로 피사체의 정확한 크기를 측정할 수 있다.
- [0101] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

**부호의 설명**

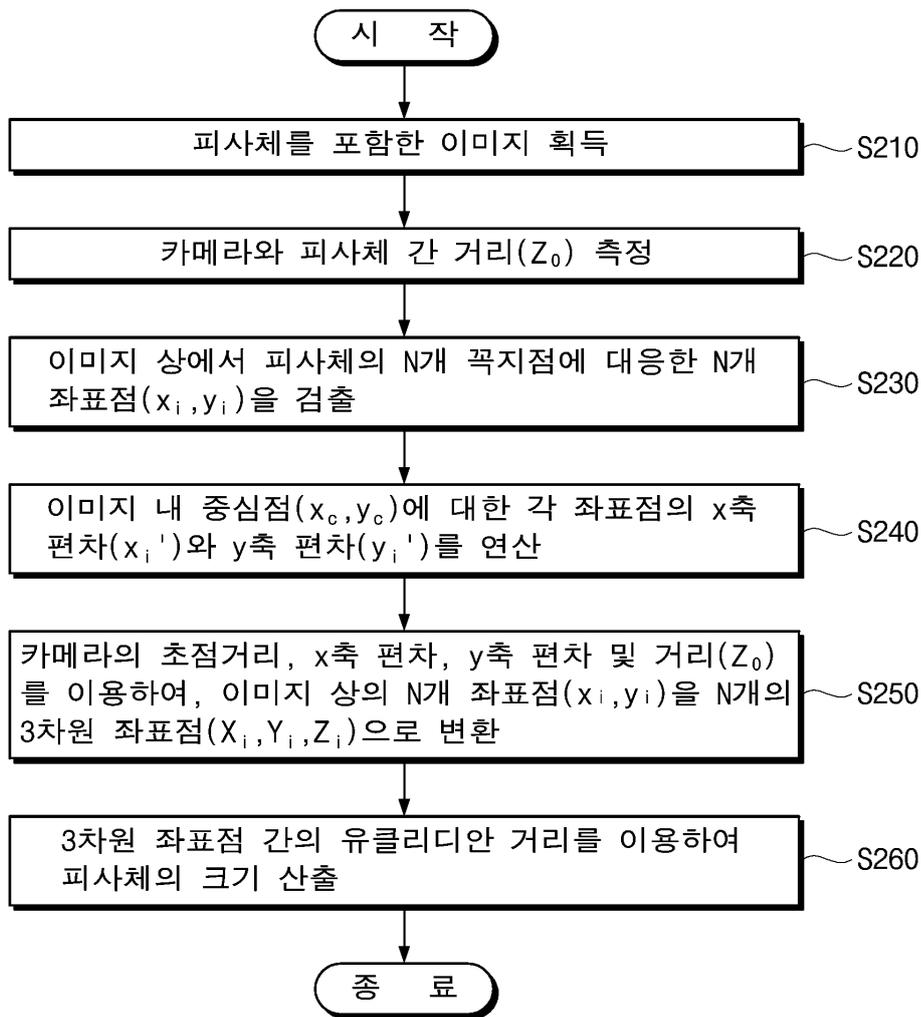
- [0102] 100: 3차원 위치 측정 장치            110: 이미지 획득부
- 120: 거리 측정부                            130: 좌표 검출부
- 140: 연산부                                 150: 좌표 변환부
- 160: 크기 측정부

**도면**

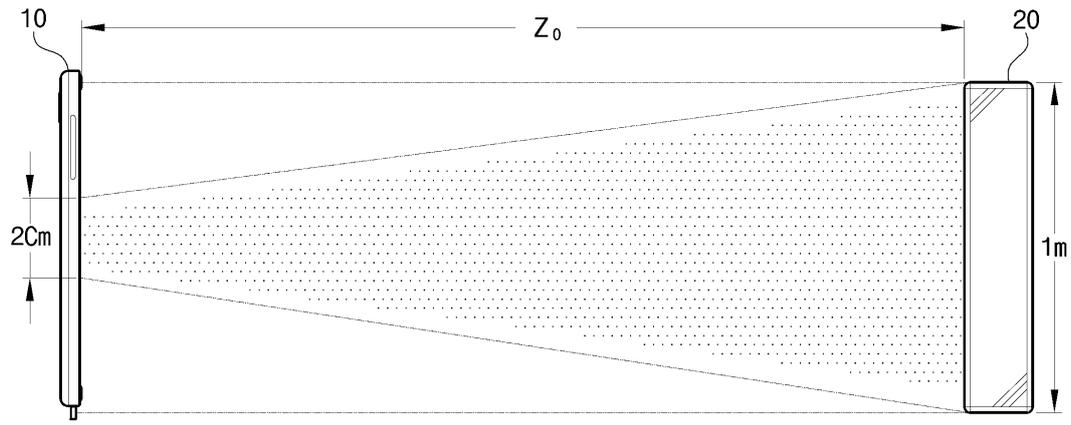
**도면1**



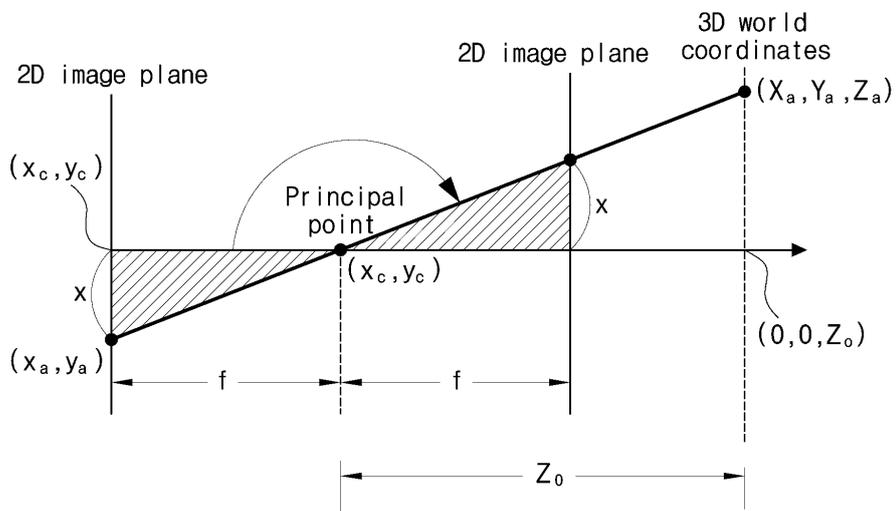
도면2



도면3

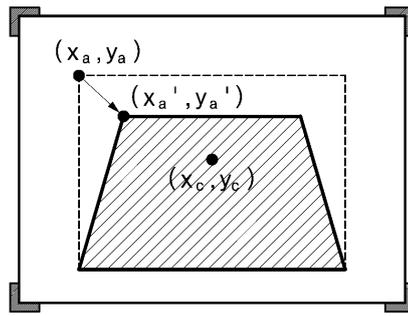


(a)

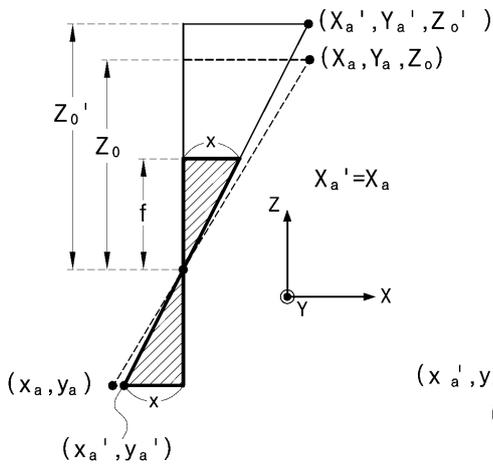


(b)

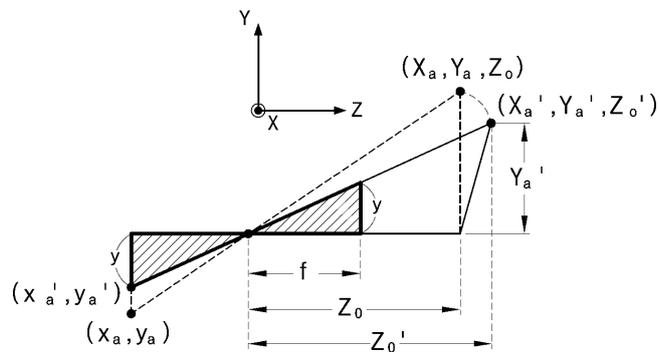
도면4



(a) 이미지

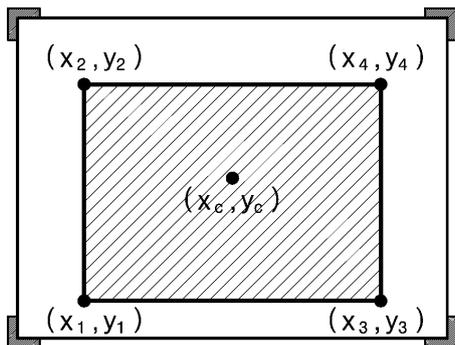


(b) 위에서 본모습

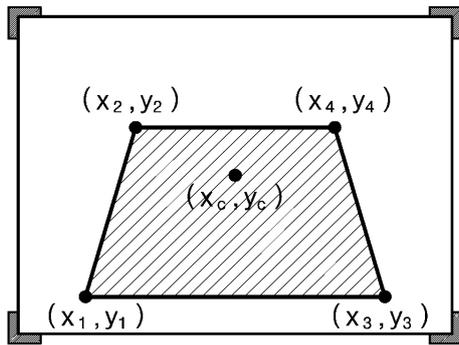


(c) 옆에서 본모습

도면5



도면6



도면7



도면8

	측정 거리		가로 (위)	가로 (아래)	세로 (좌)	세로 (우)
			Test 1	2층_5m	측정길이	1.15E+03
		오차율	8.52	0.70	8.99	9.21
	3층_5m	측정길이	1.14E+03	1.28E+03	1.01E+03	1.00E+03
		오차율	9.71	1.31	11.36	11.86
	4층_5m	측정길이	1.17E+03	1.29E+03	9.93E+02	9.95E+02
		오차율	6.90	2.74	12.88	12.71
	2층_10m	측정길이	1.25E+03	1.30E+03	1.15E+03	1.14E+03
		오차율	0.90	3.34	0.69	0.16
	3층_10m	측정길이	1.21E+03	1.27E+03	1.09E+03	1.08E+03
		오차율	4.32	0.79	4.26	5.03
	4층_10m	측정길이	1.20E+03	1.27E+03	1.09E+03	1.08E+03
		오차율	5.10	0.71	4.25	4.89

(a)

	측정 거리		가로 (위)	가로 (아래)	세로 (좌)	세로 (우)
			Test 1	2층_5m	측정길이	1.27E+03
		오차율	0.70	0.70	2.93	2.97
	3층_5m	측정길이	1.28E+03	1.28E+03	1.14E+03	1.13E+03
		오차율	1.31	1.31	0.32	1.11
	4층_5m	측정길이	1.29E+03	1.29E+03	1.12E+03	1.13E+03
		오차율	2.74	2.74	1.43	1.21
	2층_10m	측정길이	1.30E+03	1.30E+03	1.20E+03	1.19E+03
		오차율	3.34	3.34	4.97	3.97
	3층_10m	측정길이	1.27E+03	1.27E+03	1.15E+03	1.13E+03
		오차율	0.79	0.79	0.46	0.59
	4층_10m	측정길이	1.27E+03	1.27E+03	1.18E+03	1.17E+03
		오차율	0.71	0.71	3.25	2.27

(b)