



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0171943
(43) 공개일자 2023년12월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 23/63 (2023.01) H04N 23/67 (2023.01)
H04N 23/69 (2023.01) H04N 23/695 (2023.01)
(52) CPC특허분류
H04N 23/632 (2023.01)
G06T 7/80 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2023-7036583
(22) 출원일자(국제) 2022년03월25일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2023년10월24일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2022/057921
(87) 국제공개번호 WO 2022/200570
국제공개일자 2022년09월29일
(30) 우선권주장
17/214,424 2021년03월26일 미국(US)

(71) 출원인
포토내이션 리미티드
아일랜드 에이치91브이0티엑스 갈웨이 파크모어
이스트 비즈니스 파크 블록 5
(72) 발명자
스텍 피오토르
아일랜드 에이치91브이0티엑스 갈웨이 파크모어
이스트 비즈니스 파크 블록 5
(74) 대리인
김태홍, 김진희

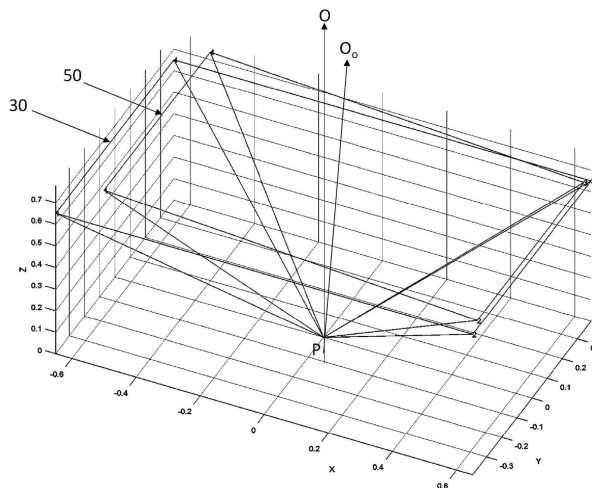
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 카메라 제어 방법

(57) 요약

방법은 제1 초점거리 및 광축 파라미터 값을 포함하는 입력 카메라 투영 모델을 갖는 카메라로부터 획득된 제1 이미지를 디스플레이하는 단계를 포함한다. 제1 이미지의 일 부분이 초점거리 및/또는 광축 파라미터 값이 입력 카메라 투영 모델의 파라미터들과 상이한 출력 카메라 투영 모델과 연관된 제2 이미지로서 선택된다. 방법은 반복적으로: 카메라 렌즈에 대한 초점거리 및/또는 광축 파라미터 값 중 하나를 출력 카메라 투영 모델의 대응하는 값에 접근하도록 조절하는 단계; 조절된 초점거리 또는 광축 파라미터 값을 사용하여 후속 이미지를 획득하는 단계; 제2 이미지에서의 픽셀 좌표들을 정규화된 3D 좌표계를 통해 후속 이미지에서의 개개의 위치들에 매핑하여, 픽셀 좌표들에 대한 개개의 값들을 결정하는 단계; 및 제2 이미지를 디스플레이하는 단계를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04N 23/675 (2023.01)

H04N 23/69 (2023.01)

H04N 23/695 (2023.01)

G06T 2207/10016 (2013.01)

G06T 2207/10028 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

카메라 제어 방법으로서,

제1 초점거리의 렌즈를 구비하는 카메라로, 제1 시야(field of view)를 갖는 제1 이미지를 획득하는 단계 - 상기 카메라는 상기 제1 초점거리 및 광축 파라미터 값을 포함하는 연관된 입력 카메라 투영 모델을 가짐 -;

상기 제1 이미지를 디스플레이하는 단계;

출력 카메라 투영 모델과 연관된 제2 이미지로서 디스플레이될 상기 제1 시야의 적어도 부분의 선택을 수신하는 단계 - 상기 출력 카메라 투영 모델은, 상기 입력 카메라 투영 모델과 공통된 뷰 포인트(point of view)를 가지며, 초점거리 및 광축 파라미터 값 중 적어도 하나는 상기 입력 카메라 투영 모델의 파라미터들과는 상이함 -;

반복적으로:

- a) 상기 카메라의 렌즈에 대한 상기 초점거리 및 광축 파라미터 값 중 적어도 하나를, 상기 출력 카메라 투영 모델의 대응하는 값에 접근하도록 조절하는 단계;
 - b) 상기 조절된 초점거리 또는 광축 파라미터 값을 사용하여 상기 카메라로 후속 이미지를 획득하는 단계;
 - c) 상기 제2 이미지에서의 픽셀 좌표들에 대한 개개의 값들을 결정하기 위하여, 상기 출력 카메라 투영 모델을 사용하여, 상기 제2 이미지에서의 픽셀 좌표들을, 정규화된(normalized) 3차원 좌표계를 통해 상기 입력 카메라 투영 모델에서 상기 조절된 초점거리 또는 광축 파라미터 값들을 사용하여, 상기 후속 이미지에서의 개개의 위치들로 매핑(mapping)하는 단계; 및
 - d) 상기 결정된 픽셀 좌표 값들로 상기 제2 이미지를 디스플레이하는 단계
- 를 포함하는, 카메라 제어 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 매핑하는 단계는,

상기 후속 이미지를 획득하는 것과 이전 이미지를 획득하는 것 사이의 시간에 상기 카메라의 움직임의 표시를 획득하는 단계; 및

상기 카메라의 움직임에 대응(counter)하기 위해 상기 정규화된 3차원 좌표계에서 상기 매핑된 좌표들을 회전시키는 단계

를 더 포함하는, 카메라 제어 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 입력 카메라 투영 모델은 핀홀(pinhole), 직선(rectilinear) 및 어안(fish eye) 투영 모델 중 하나를 포함하는, 카메라 제어 방법.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 출력 카메라 투영 모델은 핀홀, 직선 및 어안 투영 모델 중 하나를 포함하는, 카메라 제어 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 출력 카메라 투영 모델은 직선 투영 모델을 포함하고, 상기 입력 카메라 투영 모델은 상이한 투영 모델을 포함하는, 카메라 제어 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 선택은 상기 디스플레이된 제1 이미지의 하위 영역을 선택하는 것을 포함하고, 상기 조절하는 단계는 상기 렌즈의 상기 초점거리를 조절하는 단계를 포함하는, 카메라 제어 방법.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 선택은 상기 디스플레이된 제1 이미지의 중심에서 벗어난(off-center) 영역을 선택하는 것을 포함하고, 상기 조절하는 단계는, 상기 입력 카메라 투영 모델의 광축 파라미터 값이 상기 출력 카메라 투영 모델의 광축 파라미터 값에 접근하도록, 상기 렌즈의 팬(pan) 또는 틸트(tilt) 각도를 조절하는 단계를 포함하는, 카메라 제어 방법.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 선택은 상기 디스플레이된 제1 이미지의 중심에서 벗어난 하위 영역을 선택하는 것을 포함하고, 상기 조절하는 단계는 상기 렌즈의 상기 초점거리를 조절하는 단계를 포함하는, 카메라 제어 방법.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 선택은 상기 디스플레이된 제1 이미지의 중심에서 벗어난 하위 영역을 선택하는 것을 포함하고, 상기 조절하는 단계는, 상기 렌즈의 상기 초점거리를 조절하는 단계 및 상기 입력 카메라 투영 모델의 광축 파라미터 값이 상기 출력 카메라 투영 모델의 광축 파라미터 값에 접근하도록, 상기 렌즈의 팬 또는 틸트 각도를 조절하는 단계를 포함하는, 카메라 제어 방법.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 a) 내지 d) 단계는, 상기 카메라 렌즈에 대한 상기 초점거리 및 광축 파라미터 값들이 상기 출력 카메라 투영 모델의 대응하는 값과 일치할 때까지 반복되는, 카메라 제어 방법.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 a) 내지 d) 단계는, 상기 제1 시야의 상기 선택된 부분 모두가 디스플레이될 수 있는 지점까지만 반복되는, 카메라 제어 방법.

청구항 12

핸드헬드(handheld) 카메라로서,

렌즈, 상기 렌즈의 초점거리를 변경하도록 구성된 렌즈 액추에이터, 및 카메라 애플리케이션을 실행하고 제1 항의 단계를 수행하기 위해 상기 카메라를 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하는, 핸드헬드 카메라.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 b) 및 c) 단계는, 상기 제2 이미지에 대한 상기 픽셀 좌표 값들을 메모리에 기록하기 전에 카메라 펌웨어

(firmware)에서 수행되는, 핸드헬드 카메라.

청구항 14

제12 항에 있어서,

상기 b) 및 c) 단계는, 상기 후속 이미지에 대한 픽셀 좌표 값들을 메모리에 기록한 후, 카메라 펌웨어에서 또는 상기 카메라 애플리케이션에 의해 수행되는, 핸드헬드 카메라.

청구항 15

컴퓨터 판독가능 매체에 저장되고, 핸드헬드 카메라에서 실행될 때 제1 항의 단계를 수행하도록 구성되는 컴퓨터 판독가능 명령을 포함하는, 컴퓨터 프로그램 제품.

청구항 16

고정 장착형 카메라와, 컴퓨터 판독가능 매체에 저장되고 상기 카메라에 동작가능하게(operably) 연결된 컴퓨팅 디바이스에서 실행될 때 제1 항의 단계를 수행하도록 구성된 컴퓨터 판독가능 명령을 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품을 포함하는, 시스템.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 고정 장착형 카메라는 렌즈와, 상기 렌즈의 초점거리와 팬(pan)과 틸트(tilt) 각도를 변경하도록 구성된 렌즈 액추에이터를 포함하는, 시스템.

청구항 18

제16 항에 있어서,

상기 b) 및 c) 단계는, 상기 제2 이미지에 대한 상기 픽셀 좌표 값들을 메모리에 기록하기 전에 카메라 펌웨어에서 수행되는, 시스템.

청구항 19

제16 항에 있어서,

카메라 애플리케이션은 비대화형(non-interactive)이고, 상기 컴퓨터 판독가능 명령은, 상기 제1 이미지를 디스플레이하고, 상기 컴퓨팅 디바이스의 사용자가 상기 제2 이미지로서 디스플레이될 상기 제1 시야의 상기 부분을 선택할 수 있게 하고, 그리고 상기 컴퓨팅 디바이스가 상기 제2 이미지를 반복적으로 디스플레이하게 하도록 구성되는, 시스템.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 카메라 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

발명의 내용

해결하려는 과제

도 1을 참조하면, 일반적인 전자적으로 제어되는 줌 카메라(zoom camera)(10)의 경우, 카메라 애플리케이션(도시되지 않음)을 실행하는 프로세서(16)는 사용자 상호작용에 반응하여 줌 렌즈(zoom lens)(12)용 액추에이터(actuator)(18)가 초점거리를 변경하여 카메라(10)의 배율(magnification) 및 시야(field of view)를 변경하게 할 수 있다.

- [0003] 일반적으로, 액추에이터(18)는 스테퍼 모터(stepper motor)(도시되지 않음) 또는 동등한 메커니즘을 포함하고, 하나의 배율에서 또 다른 배율로 이동하는 광학 줌(optical zoom) 트랜지션(transition) 속도는 렌즈 조립체가 조절될 수 있는 속도에 의해 제한된다.
- [0004] 이 경우에서, 줌 렌즈(12)는 단일 모듈로 도시되어 있지만, 획득된 이미지가 시스템 버스(30)를 통해 메모리(14)에 기록되기 전에 획득된 이미지의 기본 이미지 프로세싱을 수행하는 이미지 프로세싱 파이프라인(pipeline)에 임의의 획득된 이미지를 차례로 제공하는 이미지 센서에 결합된 광학 렌즈 조립체를 적어도 포함하고, 각각의 구성요소는 주어진 카메라 내에서 필요에 따라 배열된다는 것이 이해될 것이다.
- [0005] 이러한 점에서, 용어 카메라는 줌 성능(capability)을 갖는 임의의 이미지 캡처 디바이스를 포함하고 전용 스틸 카메라(still camera), 비디오 카메라, 스마트폰, 태블릿 컴퓨터 및 보안 카메라를 포함한다는 것이 이해될 것이다. 특히 마지막 경우, 카메라 애플리케이션은 일반적으로 카메라 프로세서(16)에서 실행되는 비대화형(non-interactive) 애플리케이션에 대한 네트워크 연결을 통해 원격 컴퓨팅 디바이스에서 실행된다.
- [0006] 임의의 그러한 카메라는 또한 렌즈(12)의 광학 줌 성능을 넘어 줌 범위를 확장하기 위한 디지털 줌(digital zoom) 모듈(20)을 구비할 수 있어서, 도 2를 참조하면, 렌즈(12)의 광학 줌 성능이 최대값에 도달할 때(이 경우 30x 배율), 디지털 줌 모듈(20)이 추가적인 이미지 확대(이 경우 최대 40x 배율)를 제공하도록 활성화된다.
- [0007] 도 1에서는 설명의 목적으로 줌 모듈(20)이 렌즈(12)와 별도로 도시되어 있지만, 줌 모듈(20)은 메모리에 기록된 이미지가 필요한 배율로 즉시 제공되도록 이미지 프로세싱 파이프라인 펌웨어에 통합될 수도 있다. 대안적으로, 카메라로부터 획득된 이미지가 그것이 디스플레이되기 전에 확대될 수 있도록 줌 모듈(20)의 기능성(functionality)은 카메라(10)에 대해 로컬이든 원격이든 상관없이 카메라 애플리케이션에서 구현될 수 있다.
- [0008] 도 1에서, 디지털 줌 모듈(20)은 활성화될 때, 렌즈(12)로부터 획득되고 있거나 획득되어 메모리(14')에 기록된(고 있)는 상대적으로 저배율 이미지(14')의 필요한 부분(14'')을 취하여 그 이미지를 보간하여 일반적으로 원래의 저배율 이미지(14')와 동일한 크기 및 해상도의 디스플레이 이미지를 제공한다. 그러한 보간(interpolation)은 바이리니어(bilinear) 또는 바이큐빅(bicubic) 보간법을 사용할 수 있지만, 줌 모듈(20)은 또한 개선된 품질의 확대 이미지를 제공하기 위해 신경망(neural network) 타입 프로세싱을 사용할 수 있고, 예를 들어 Muhammad Haris, Greg Shakhnarovich 및 Norimichi Ukita에 의해 개시된 바와 같은 DBPN(Deep Back-Projection Network)("Deep Back-Projection Networks for Single Image Super-resolution", arXiv:1904.05677v1, [cs.CV], 4 Apr 2019)이 사용될 수 있지만, 임의의 초해상도(super resolution) 망이 사용될 수 있다는 것이 이해될 것이다.
- [0009] 카메라들 또는 카메라 애플리케이션에는 사용자가 배율 증가 또는 감소를 선택할 수 있도록 하는 전용 줌 버튼 또는 화면 아이콘이 있을 수 있으며, 그러한 경우 확대되도록 선택된 디스플레이된 시야 부분은 일반적으로 디스플레이된 시야의 중앙에 위치된다.
- [0010] 그러나 예를 들어, 카메라 애플리케이션이 대화형(interactive) 디스플레이를 제공하는 일부 경우에는, 확대되도록 선택된 디스플레이된 시야 부분이 디스플레이 내에서 중앙에 위치되지 않을 수 있다.
- [0011] 다른 경우에, 카메라는 줌(Z)이 요청됨과 동시에 또는 그 후에 사용자가 카메라 팬(pan)(P) 및/또는 틸트(tilt)(T)를 요청할 수 있도록 하는 조종장치(controls)를 구비할 수도 있다. 그러한 PTZ 카메라의 예로는 네트워크 연결된 디바이스에서 실행되는 사용자 애플리케이션으로부터 원격으로 제어되는 고정 장착형 보안 카메라가 있다. 다시, 그러한 팬 또는 틸트를 요청하는 것은 카메라 광축(optical axis)이 시야 중심에 위치되도록 팬/틸트 액추에이터가 카메라를 물리적으로 이동시키는 데 지연이 수반된다.
- [0012] 카메라(10)에 대화형, 예를 들어 터치스크린, 디스플레이(도시되지 않음)가 제공되는 경우, 직접적으로 카메라에서 또는 네트워크 연결된 디바이스에서 카메라 애플리케이션을 실행하는지 상관없이 이러한 상호작용은 사용자가 포인터(pointer) 디바이스나 터치 스크린 제스처를 사용하여 확대하고 싶은 디스플레이된 시야의 일 부분을 선택하는 대화형 제스처를 만드는 데 수반되는 시간을 포함할 수 있다.
- [0013] 도 2에 도시된 바와 같이, 대화형 제스처를 완료하거나(예를 들어, t_0-t_1 및 t_2-t_3), 버튼/아이콘을 선택하는 데(t_4) 걸리는 시간은 매우 짧을 수 있는 반면, 광학 줌과, 팬 또는 틸트는 그것들의 개개의 액추에이터의 속도에 의해 제한되며 요청된 줌 레벨 또는 포지션에 도달함에 있어 카메라(10)와의 사용자 상호작용이 지연될 수 있다.
- [0014] 이것은 시간 t_4 와 같이 사용자가 예를 들어, 최대 광학 줌을 요청하기 위해 터치스크린 아이콘이나 카메라 버튼

을 선택함으로써 줌 레벨의 증가 등을 즉각적으로 지정할 수 있는 경우, 특히 두드러질 수 있다. 도 2의 예에서, 광학 줌은 사용자가 디지털 줌이 필요한 줌 레벨의 추가 증가를 요청하는 시간 t_5 이후에야 이 줌 레벨에 도달한다. 이 시점부터 카메라는 최대 광학 배율 및 최대 광학+디지털 배율(이 경우 40x)을 초과하는 그 영역에서의 디지털 줌 레벨을 변경하기 위한 사용자 요청에 거의 즉각적으로 응답할 수 있는데, 일반적으로 이미지 보간이 적어도 카메라의 이미지 프레임 획득 레이트(rate)만큼 빠르게 수행될 수 있기 때문이다.

[0015] US10469759는 이미지의 초점을 맞추거나 광학적으로 줌하기 위한 렌즈 조립체, 이미지를 캡처하기 위한 센서 어레이; 명령을 저장하기 위한 메모리; 및 명령을 실행하기 위한 프로세서를 포함하는 디바이스를 개시한다. 프로세서는 센서 어레이가 이미지를 캡처하게 하고; 캡처된 이미지에서 시야를 결정하고; 캡처된 이미지와 연관된 센서 측정값에 기초하여 파라미터 값들을 획득하고; 파라미터 값들, 캡처된 이미지 및 시야에 기초하여 디지털 줌 프로파일 및 광학 줌 프로파일을 획득하고; 카메라를 시야에 대해 수신된 줌 요청으로 설정하기 위해 디지털 줌 프로파일과 광학 줌 프로파일을 공동으로 적용하기 위한 명령을 실행할 수 있다.

[0016] US10469759의 접근방식은 카메라가 주어진 줌 레벨에서 요청된 줌 레벨로 트랜지션할 때 디스플레이된 시야의 중심에서 벗어난(off-center) 선택된 부분일 수 있는 것과 카메라의 광축 사이의 변화하는 관계를 고려하지 않는다는 점에서 단순하다. 이것은 줌 트랜지션 동안 광학 이미지 배율이 증가함에 따라 시야가 지속적으로 왜곡된다는 것을 의미한다. 따라서, 렌즈 액추에이터(18)가 렌즈를 요청된 배율로 구동함에 따라, 증가된 배율의 광학적 부분이 증가하면서 증가된 배율로 즉시 전환하는 것의 이점은 시야의 왜곡이 지속적으로 변하는 것으로 인해 상실된다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명의 제1 양태에 따르면, 청구항 1에 따른 카메라 제어 방법이 제공된다.

[0018] 본 발명의 실시예는 두 가지 카메라 모델:

[0019] 1. 이미지를 획득하기 위해 캘리브레이션된(calibrated) 물리적 렌즈 특성을 나타내는 입력 카메라 모델; 및

[0020] 2. 출력 이미지의 원하는 투영을 나타내는 출력 카메라 모델

[0021] 을 사용하는 이미지 재투영(image re-projection)에 기반한다.

[0022] 재투영을 위해 두 개의 개별적인 카메라 모델을 사용하는 것은 다음을 허용한다:

[0023] · 두 카메라 모델의 초점거리에 차이가 있는 경우, 광학 줌이 요청된 줌 레벨을 향해 변경됨에 따라 시야 왜곡을 도입함이 없이 디지털 줌으로 광학 줌을 보충함;

[0024] · 왜곡 보정 - 예를 들어, 출력 카메라가 직선 투영 모델(rectilinear projection model)을 갖고 입력 카메라 모델이 상이한 타입의 투영에 기반하는 경우; 및

[0025] · 가상(virtual) 카메라 회전 - 특히 줌 트랜지션 동안 카메라 움직임을 고려하기 위한 전자 이미지 안정화(electronic image stabilization)를 수행하기 위해, 투영 중에 카메라 모델들이 서로에 대해 회전하는 경우.

[0026] 이 2-스테이지 재투영은 입력 이미지를 단지 크로핑(cropping)하고 확대하는 것과 동일한 작업이 아니다. 크로핑은 사실적인 원근(perspective)을 유지하지 못하는 반면, 두 개의 카메라 모델을 사용하는 본 발명에 따른 재투영은 사실적인 원근을 유지하면서 왜곡 보정도 가능하게 하고 가상 카메라의 회전을 허용하여 이미지 안정화를 가능하게 한다.

[0027] 따라서, 본 방법의 실시예는 줌 트랜지션 동안 시야의 왜곡을 도입함이 없이 렌즈의 최대 범위 아래의 줌 레벨에 대해 디지털 줌과 광학 줌을 적절하게 결합함으로써 사용자 경험을 향상시킨다.

[0028] 디스플레이된 시야의 중심에서 벗어난 선택된 부분을 확대하거나 보는 데 필요한, 줌과, 임의의 팬 또는 틸트에 대한 반응은 본질적으로 즉각적이다.

[0029] 입력 카메라 모델은 모든 줌 레벨에 대해 캘리브레이션되며 줌 트랜지션 동안 광학 줌 레벨의 변화와 함께 변한다. 따라서, 카메라가 하나의 줌 레벨에서 또 다른 줌 레벨로 트랜지션하는 동안 획득된 각각의 입력 이미지에 대해, 변화하는 줌 레벨이 고려되어야 하며, 방법은 획득된 이미지를 프로세싱하기 전에 카메라로부터 현재 광학 줌에 대한 정보를 수신한다.

[0030] 사용자가 특정 줌 레벨을 선택하고자 하는 경우, 특정 줌 레벨은 출력 카메라 모델의 초점거리를 조절함으로써

사실상 즉각적으로 설정될 수 있다. 이것은 즉각적인 디지털 줌을 제공한다. 동시에, 새로운 줌 설정이 광학 줌 액추에이터로 전송되고 렌즈 액추에이터가 줌 포지션을 선택된 레벨로 이동시키기 시작한다. 줌 액추에이터가 렌즈를 조절하는 동안, 방법이 현재 줌 레벨로부터 출력에서 원하는 줌 레벨로의 렌즈 투영을 반복적으로 다시 계산하므로 디스플레이되는 이미지의 유효 초점거리(effective focal length)는 변하지 않는다. 사용자가 볼 수 있는 유일한 영향은 디지털 줌이 광학 줌으로 대체됨에 따라 이미지 선명도(sharpness)가 점진적으로 향상되는 것이다.

[0031] 제2 양태에서 렌즈, 상기 렌즈의 초점거리를 변경하도록 구성된 렌즈 액추에이터, 카메라 애플리케이션을 실행하고 청구항 1의 단계를 수행하기 위해 카메라를 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하는 핸드헬드(handheld) 카메라가 제공된다.

[0032] 제3 양태에서, 컴퓨터 판독가능 매체에 저장되고 핸드헬드 카메라에서 실행될 때 청구항 1의 단계를 수행하도록 구성되는 컴퓨터 판독가능 명령을 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품이 제공된다.

[0033] 제4 양태에서, 고정 장착형(fixed mount) 카메라 및 컴퓨터 판독가능 매체에 저장되고 상기 카메라에 동작가능하게(operably) 연결된 컴퓨팅 디바이스에서 실행될 때 청구항 1의 단계를 수행하도록 구성된 컴퓨터 판독가능 명령을 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품을 포함하는 시스템이 제공된다.

발명의 효과

도면의 간단한 설명

[0034] 이제 본 발명의 실시예가 첨부 도면을 참조하여 예로서 설명될 것이다.

도 1은 광학 및 디지털 줌 성능을 갖춘 종래의 카메라를 도시한다.

도 2는 도 1의 카메라에서 광학 줌에서 디지털 줌으로의 트랜지션을 예시한다.

도 3은 본 발명의 실시예에 사용된 예시적인 입력 및 출력 카메라 투영을 예시한다.

도 4는 본 발명의 실시예에 사용된 예시적인 입력 및 회전된 출력 카메라 투영을 예시한다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예에 사용된 또 다른 예시적인 입력 및 출력 카메라와 회전된 출력 투영을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 도 3을 참조하면, 잘 이해되는 바와 같이 이미지를 획득하기 위한 카메라의 시야는 투영 모델(projection model)로 모델링될 수 있으며, 단순화를 위해, 이미지를 획득하기 위한 입력 카메라에 대한 투영 모델은 3D 절두체(frustum)(30)로서 나타낼 수 있으며 절두체의 베이스(base)가 획득된 이미지에 대응한다. 마찬가지로, 확대되도록 선택되거나 카메라가 그것을 향하여 팬/틸트할 획득된 이미지의 디스플레이되는 버전의 부분은 연관된 투영 모델을 갖는 절두체(40)로 나타낼 수 있으며, 각각의 절두체(30, 40)는 공통 뷰 포인트(P)(투영 중심이라고도 함)를 갖는다.

[0036] 이 예에서, 카메라(10)는 절두체(30)의 직사각형 베이스에 대응하는 시야를 갖는 획득된 이미지를 생성하는 주어진 레벨의 광학 배율을 제공하고 있다. 이 예에서, 카메라(10)의 시야 내로부터 출력 직사각형 이미지가 터치 스크린 디스플레이와의 상호작용이나, 카메라 애플리케이션에 의해 검출되는 줌 버튼의 구동(actuation)을 통해 사용자에게 의해 선택되었다. 절두체(40)의 베이스는, 설명의 편의를 위해 그리고 절두체(40)에 대한 투영 모듈이 절두체(30)에 대한 것보다 더 긴 초점거리를 포함한다는 것을 나타내기 위해, 절두체(30)의 베이스 위로 높게 도시되어 있다.

[0037] 도 3의 예에서, 절두체(40)의 베이스에 대응하는 출력 이미지는 획득된 입력 이미지의 중앙에 위치되므로 그들 개개의 광축 O_0/O 는 일치하지만, 하기의 상세한 설명에서 이해되듯이, 이것은 필수적인 것은 아니다.

[0038] 본 출원의 실시예는 입력 카메라 모델을 사용하여 획득된 입력 이미지로부터의 포인트들을 정규화된(normalized) 3D 공간으로 변환하고, 출력 카메라 모델을 사용하여 이를 다시 2D 출력 이미지 공간에 투영한다.

[0039] 출력 이미지를 생성하기 위해, 입력 카메라 모델을 통해 획득된 이미지를 변환하고 그 다음 출력 카메라 모델을

통해 변환하는 것을 순방향 투영(forward projection)이라고 한다. 그러나 실제로는 값(들)이 결정될 출력 이미지에서의 임의의 픽셀 위치가 출력 카메라 모델을 사용하여 정규화된 3D 공간에서의 위치로 변환되고 그런 다음 입력 카메라 모델을 사용하여 상기 획득된 이미지 공간에서의 위치로 변환된다. 그런 다음 획득된 이미지 공간에서의 투영 위치를 둘러싸거나 인접한 픽셀 위치들에서 획득된 이미지 데이터가 사용, 전형적으로 보간되어 출력 이미지 픽셀 위치에 대한 픽셀 값(들)을 생성한다. 이를 역방향 투영(backward projection)이라고 한다.

[0040] 흑백 이미지의 경우 출력 이미지 위치당 하나의 값만 계산될 필요가 있지만, RGB, YCC, LAB와 같은 색상 포맷을 포함한 다른 이미지 포맷의 경우 위의 프로세스가 출력 이미지의 각각의 색상 평면에 대해 반복된다.

[0041] 어떤 경우든, 두 카메라 모두가 동일한 파라미터들을 갖는 경우 투영은 결과적으로 항등 변환(identity transform)을 발생시킨다(이미지가 변경되지 않음). 그러나, 출력 카메라의 초점거리가 입력 카메라의 초점거리보다 긴 경우에는 디지털 줌이 제공된다. 대안적으로, 또는 추가적으로, 출력 카메라의 광축이 입력 카메라 축에서 벗어나면 디지털 패닝(panning)/틸팅(tilting)이 제공된다.

[0042] 출력 좌표 공간에서 F_0 가 초점길이이고 O_0 이 광축 위치인, 원하는 배율 레벨을 표현하는 출력 카메라 투영을 정의해보자.

[0043] 디지털 확대가 필요한 경우, F_0 는 입력 카메라 투영에 대한 캘리브레이션된(calibrated) 값 F 와 상이할 것이다. 확대되도록 선택된 디스플레이된 시야의 부분(하위 영역)이 중심에서 벗어난 경우, O_0 는 입력 카메라 투영에 대한 광축 O 와 상이할 것이다.

[0044] 도입부에서 설명된 바와 같이, 이는 사용자가 확대될 터치스크린 디스플레이의 하위 영역을 자유롭게 선택하는 경우 발생할 수 있다. 또는 대안적으로, 이는 사용자가 카메라가 팬 또는 틸트할 것을 요청한 경우 발생할 수 있다.

[0045] 출력 카메라 모델은 어안(fish-eye) 또는 직선(rectilinear)을 포함하는 임의의 타입이 될 수 있지만, 단순화를 위해 이 예에서는 핀홀(pinhole) 투영이 사용된다.

[0046] 역방향 투영을 사용하면, 첫 번째 단계는 출력 이미지 좌표(일반적으로 픽셀 위치(X,Y))를 정규화된 3D 공간에 투영하는 것이다:

$$x = \frac{X - O_{0x}}{F_0}$$

$$y = \frac{Y - O_{0y}}{F_0}$$

$$z = 1$$

[0050] 결과적인 벡터 $[x,y,z]$ 는 단위 길이로 정규화될 수 있지만 이 단계는 선택적이며 최종 결과에 영향을 주지 않는다. 본 명세서에서 정규화된 좌표계는 모든 선형 차원(linear dimension)들이 (위에서와 같이) 유효 초점거리로 나누어지는 반면, 정규화된 벡터는 길이가 1인 벡터이다(그리고 이것은 본 출원에서는 필수적인 것은 아니다).

[0051] 선택적으로, 3D 좌표계에서의 포인트들은 3D 좌표계의 원점을 중심으로 추가적으로 회전되어, 입력 카메라의 광학 배율 및/또는 광축이 출력 카메라의 원하는 배율 및 광축을 향해 이동하는 동안 카메라 자체의 움직임에 대응(counteract)할 수 있다. 분명히, 이것은 전형적으로 (렌즈보다는) 카메라 움직임 영향을 받는 핸드헬드 카메라에만 필요하다.

[0052] 입력 이미지의 경계를 넘어서 확장되는 출력 이미지로 인해 발생하는 흑색 경계 상태를 방지하기 위해 그러한 회전이 결정되고 제한될 수 있는 하나의 기술이 2019년 9월 19일에 출원된 미국 출원 No. 16/575,748에 더욱 상세히 설명되어 있다(Ref: FN-648-US).

[0053] 예를 들어, W02014/146983(Ref: FN-389-PCT)에 개시된 것과 같은 프레임-투-프레임(frame-to-frame) 모션을 결정하기 위한 다른 프로세싱과, W02017/140438(Ref: FN-495-PCT)에 개시된 것과 같은 다른 형태의 광학 또는 전자 이미지 안정화가 대신 사용될 수 있다.

[0054] 어떤 경우든, 이미지 안정화를 위해 회전되는지 여부에 관계없이 다음 단계에서는 입력 렌즈의 캘리브레이션된 모델을 사용하여 3D 공간에서의 좌표가 소스 이미지에 투영된다. 다시, 임의의 타입의 렌즈 왜곡 모델링(방사형(radial), 접선형(tangential) 등)을 포함하여, 임의의 투영 모델(직선형, 어안형 등)이 여기서 사용될 수 있다.

[0055] 하기 예에서는 사실감을 더하기 위해 핀홀 투영이 방사형 왜곡 모델을 사용하여 확장되었다. 핀홀(원근) 투영의 첫 번째 단계는 x, y 좌표를 z 좌표 값으로 나누는 것이다. 이는 정규화된 3D 좌표계로부터의 포인트를 X, Y 평면(2D)에 투영한다:

$$x_s = \frac{x}{z}$$

$$y_s = \frac{y}{z}$$

[0057] 그런 다음 왜곡 모델이 적용된다:

$$x_d = x_s(1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6)$$

$$y_d = y_s(1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6)$$

[0059] 여기서 $r = \sqrt{x_s^2 + y_s^2}$ 이고 k_n 은 왜곡 계수이다. 최종 단계는 소스 이미지 픽셀 공간으로의 변환이다:

$$X_d = Fx_d + O_x$$

$$Y_d = Fy_d + O_y$$

[0061] 이 마지막 변환에서는 출력 카메라 모델에 대한 O_x, O_y 와 동일하지 않을 수 있는 입력 이미지 O_x, O_y 의 광축 좌표가 사용되는 것에 유의한다.

[0062] 일반적으로 O_x 와 O_y 는 카메라 캘리브레이션 프로세스를 통해 발견되며 일반적으로 입력 이미지의 중심과 일치하지 않는다. 이들은 입력 이미지 좌표계(픽셀)에서 입력 카메라의 광축 위치를 나타낸다. 출력 광축 위치 O_x, O_y 는 출력 이미지의 중심으로 설정될 수 있다. 이 경우 팬/틸트가 관여되지 않으면 입력 이미지는 광축 위치를 중심으로 대칭적으로 크로핑될 것이다. 크롭 영역은 (O_x 및 O_y 가 이미지의 중앙에 있지 않은 경우) 입력 이미지 내에서 중앙에 위치되지 않을 수 있다. 입력 이미지 내에서 크롭 센터링이 필요하다면, O_x, O_y 의 값이 입력 이미지에 다시 투영될 때 출력 이미지의 중심이 입력 이미지의 중심과 일치하도록 설정될 수 있다. 출력 카메라의 팬/틸트가 적용되는 경우, 입력 이미지에 투영된 출력 이미지 중심은 그것의 위치가 크롭 윈도우(crop window)의 위치 및 형상과 함께 변할 것이다. 이러한 변화의 본질은 두 카메라의 투영 파라미터들에 따라 달라진다.

[0063] 카메라에 팬/틸트 메커니즘이 없고 디스플레이된 이미지의 중심에서 벗어난 부분이 확대를 위해 선택된 경우, 상기 부분의 모두가 보이는 상태에서 상기 부분이 확대될 수 있는 범위에는 한계가 있을 것이다. 이 경우 카메라 애플리케이션은 선택된 부분 모두가 보이는 지점에서 줌 트랜지션을 정지하거나, 요청된 레벨로 계속 줄하고 디스플레이된 이미지에서 원래 선택된 부분 중 일부를 크로핑하거나 입력 이미지 외부의 빈 영역을 보여주는 것 간에 선택해야 할 필요가 있을 것이다.

[0064] 카메라 움직임에 대응하지 않으면, 출력 절두체는 카메라 줌, 팬 및/또는 틸트 트랜지션 동안 일정하게 유지될 수 있다. 그러나 이미지 안정화가 사용되면, 광학 배율이 출력 카메라의 원하는 배율과 광축을 향해 트랜지션되는 동안 카메라 자체의 움직임에 대응하기 위해 디스플레이될 시야의 원하는 부분이 이동함에 따라 출력 카메라 절두체가 움직일 수 있다.

[0065] 카메라에 렌즈 배럴(lens barrel)이나 센서를 움직이는 광학 이미지 안정화 시스템이 장착된 경우 입력 카메라의 광축(O_x, O_y) 움직임이 필요할 수 있다. 그러한 경우 움직임은 카메라 시스템에 의해 실시간으로 측정되어 디지털 줌 모듈로 전달된다.

[0066] 입력 이미지와 출력 이미지에 대응하는 절두체 크기 사이의 임의의 차이는 출력 절두체의 회전에 대해 약간의

자유도를 허용한다는 것이 이해될 것이며, 이것은 디지털 패닝 또는 틸팅을 용이하게 하고/하거나 비디오 안정화를 제공하기 위해 가상 카메라 방향을 변경하는 데 사용될 수 있다.

[0067] 도 4는 입력 카메라 절두체(30)에 대해 회전된 출력 카메라 절두체(50)를 도시한다. 줌 트랜지션 동안 임의의 주어진 시간에서 선택된 배율, 즉 출력 카메라 절두체(50)와, 현재 획득된 입력 이미지 절두체(30) 사이의 차이가 클수록, 두 카메라 모델 사이의 화각(angle of view) 차이가 더 크기 때문에 안정화 범위(또는 회전 자유도)가 커진다. 이것은 입력 카메라 절두체(30)와, 도 5의 회전되지 않은 절두체(60)와 도 4의 절두체(50)에 대해 이용가능한 회전 범위와 비교한 도 6의 출력 카메라 절두체(70)의 회전 범위 사이의 관계에 의해 보여질 수 있다.

[0068] 이해되는 바와 같이, 카메라에 가변초점(줌) 렌즈가 장착된 경우, 줌 트랜지션 동안 입력 카메라 모델은 초점거리의 임의의 변경과 카메라 패닝 및/또는 틸팅을 고려한 임의의 변경을 포함하여 업데이트되고, 그와 함께 입력 카메라 절두체(30)가 업데이트된다. 출력 카메라 모델이 변경될 필요가 없는 경우 이미지 안정화를 위해 유효 출력 시야는 동일하게 유지될 것이다. 사용자가 볼 수 있는 유일한 효과는 렌즈의 초점거리가 증가할 때 디지털 줌이 점점 광학 줌으로 대체됨에 따라 이미지 해상도가 향상된다는 것이다.

[0069] 이미지 안정화가 사용되는 경우, 트랜지션 동안 카메라 움직임에도 불구하고(가능하게는 필요한 줌 레벨을 선택하기 위해 사용자가 카메라 조종장치와 상호작용하여 발생할 수도 있음) 확대된 시야가 일정하고 왜곡되지 않은 상태로 유지될 수 있다.

[0070] 설명된 바와 같이, 직사각형 베이스를 갖는 절두체는 제한으로서가 아니라, 설명 및 명확성을 위한 목적으로만 여기에 도시되어 있다. 입력 카메라의 절두체 형상은 일반적으로 사용된 렌즈 투영 타입과 렌즈 왜곡에 따라 결정된다. 출력 카메라 절두체의 형상은 원하는 최종 투영을 나타낸다. 투영 모델의 변경이 필요한 경우, 이는 입력 카메라와 동일한 투영일 수 있거나 임의의 다른 투영일 수도 있다. 예를 들어, 실제 렌즈 투영 모델을 사용하여 입력 절두체(30)를 생성하고 핀홀 카메라 모델을 사용하여 출력 카메라 절두체(50, 60, 70)를 생성하면, 렌즈 왜곡을 교정할 수 있다. 유사하게, 출력 카메라에 대한 광축(Q_o)이 입력 카메라에 대한 광축(O)에서 벗어날 때, 재투영은 출력 카메라 절두체가 직사각형 베이스보다는 사다리꼴을 포함할 것임을 의미한다는 것이 이해되어야 한다.

[0071] 위에 설명된 예는 줌 트랜지션을 기반으로 했지만, 위에서 설명된 개념은 디스플레이된 시야의 선택된 부분이 중심에서 벗어난, 패닝 또는 틸팅을 포함하는 카메라 회전에 적용될 수 있다. 이 경우, 디스플레이된 시야의 선택된 부분은 가상 카메라의 회전을 통해 즉시 디스플레이 중앙으로 가져올 수 있으며, 팬/틸트 액추에이터가 물리적 카메라를 회전시킴에 따라, 가상 카메라가 물리적 카메라의 팬/틸트 메커니즘의 실제 배향(orientation)과 원하는 배향 사이의 차이만큼 회전되며, 다시 트랜지션 동안 카메라 움직임을 고려할 수 있는 가능성을 가진다.

[0072] 일부 경우에는 줌 없이 가상 패닝/틸팅이 적용될 수 있음에 유의한다.

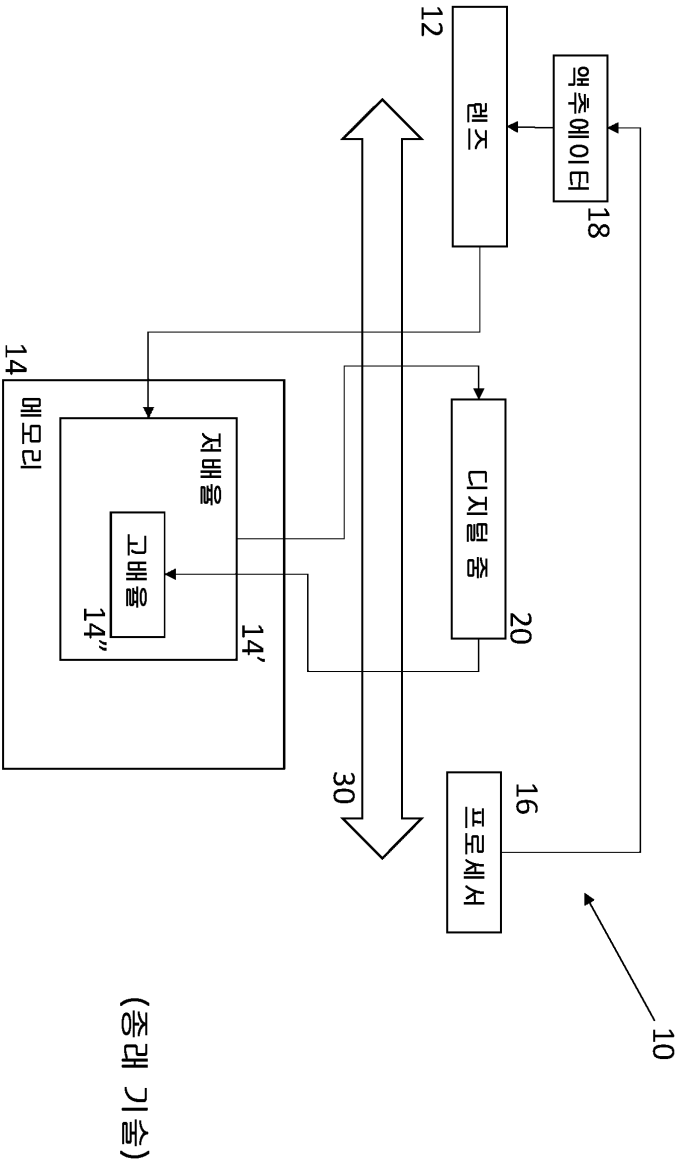
[0073] 이 경우 사용자는 현재 시야와 중첩되는 시야를 캡처하기 위해 카메라 패닝을 요청할 수 있다(전형적인 사용 사례는 고정된 카메라를 제어하는 경우일 것이다).

[0074] 위에서 설명된 방법을 사용하면, 출력 카메라 절두체는 처음에 입력 카메라 절두체 외부로 확장될 것이고, 입력 카메라가 팬/틸트하여 그것의 시야가 출력 카메라 절두체 전체를 덮을 때까지 일정 시간이 필요할 것이다. 그럼에도 불구하고 팬/틸트 트랜지션 동안 임의의 주어진 순간에 입력 카메라 절두체와 중첩되는 출력 카메라 절두체 부분에 대해 위에 설명된 재투영이 수행될 수 있으므로, 출력 이미지의 보이는 부분이 일정한 포지션에 즉시 디스플레이되고 입력 카메라가 필요한 위치로 팬/틸트함에 따라 출력 이미지의 디스플레이할 수 없는 부분이 점차 감소하도록 허용한다. 즉, 디스플레이는 필요한 팬/틸트 위치로 즉시 점프하고 왜곡 없이, 카메라가 팬/틸트함에 따라, 디스플레이의 누락된 부분을 그것이 사용 가능해지면 채울 것이다. 이것은 카메라 트랜지션 동안 안정적인 시야를 유지하기 위해 의도적으로 흑색 경계가 제공되는 예이다.

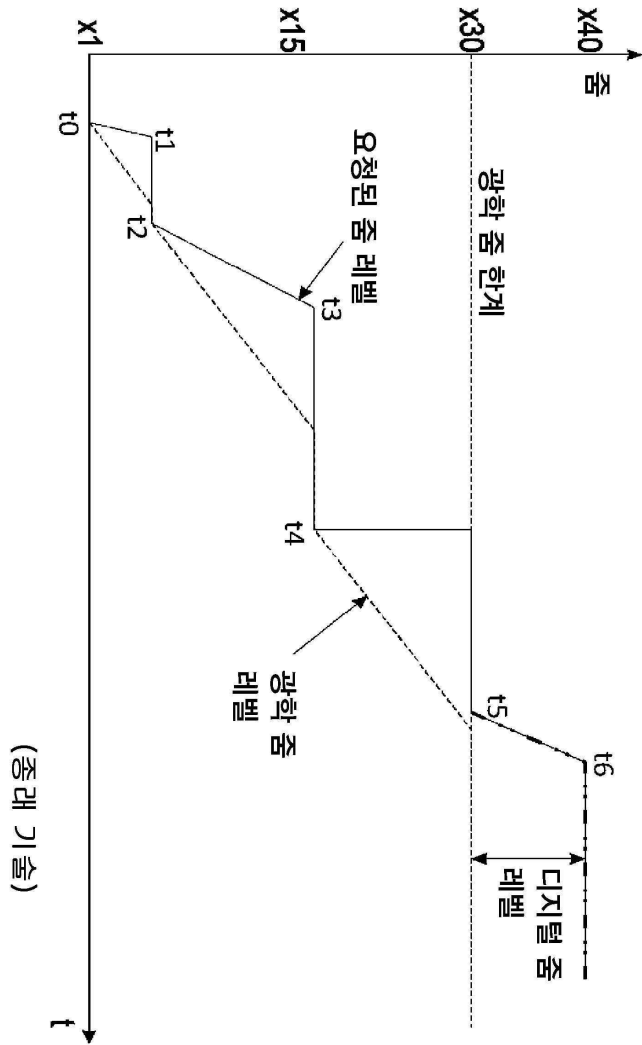
[0075] 확대되도록 선택된 디스플레이된 시야의 임의의 하위 영역은 그것이 선택되는 이미지와 동일한 종횡비를 가질 필요가 없다는 것이 이해되어야 한다. 이 경우 카메라 애플리케이션은 선택된 하위 영역이 디스플레이를 위해 재투영될 때 이를 크로핑할지 왜곡할지 여부를 결정할 수 있다. 마찬가지로 많은 경우 재투영된 이미지는 하위 영역이 선택되는 이미지와 크기 및 해상도가 동일하지만, 반드시 그런 것은 아니다.

도면

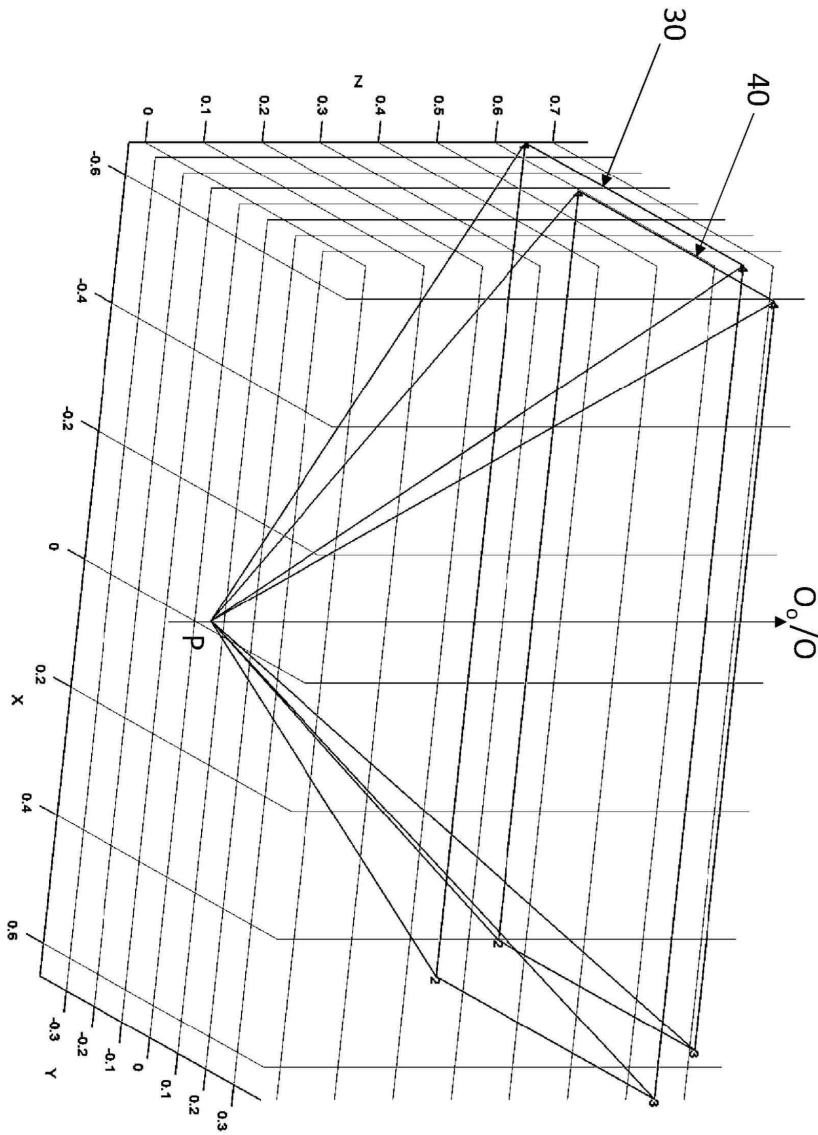
도면1



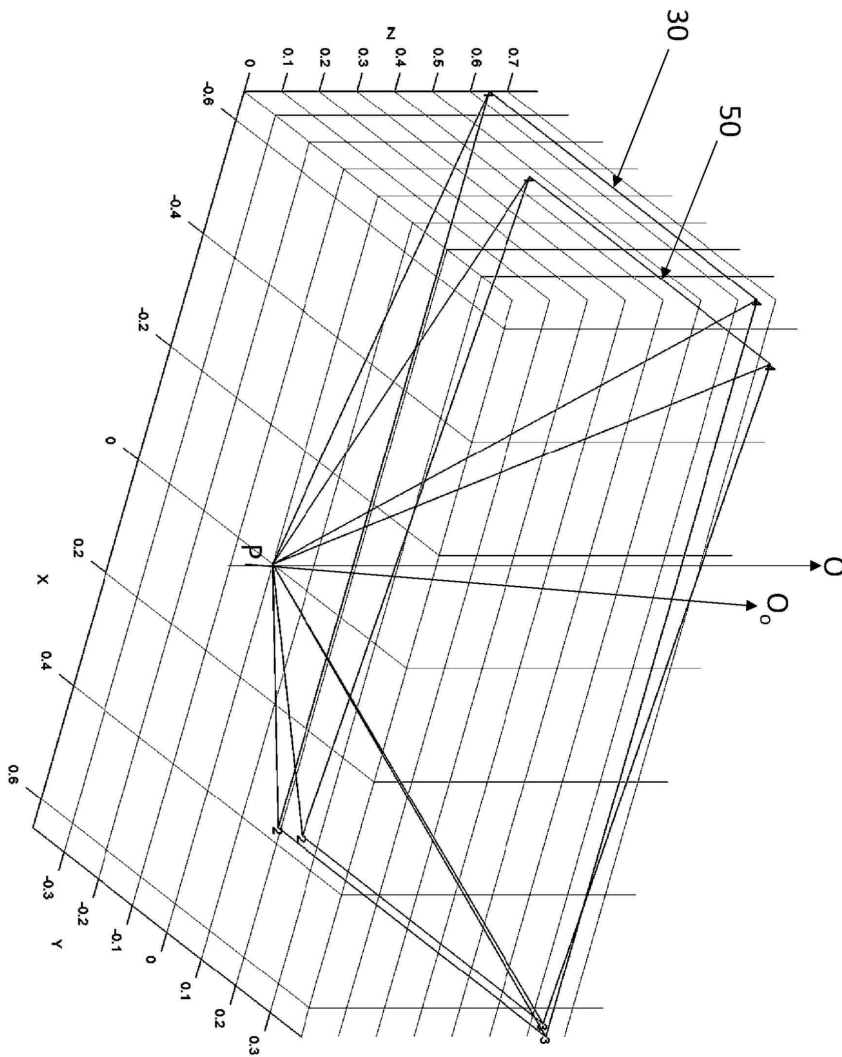
도면2



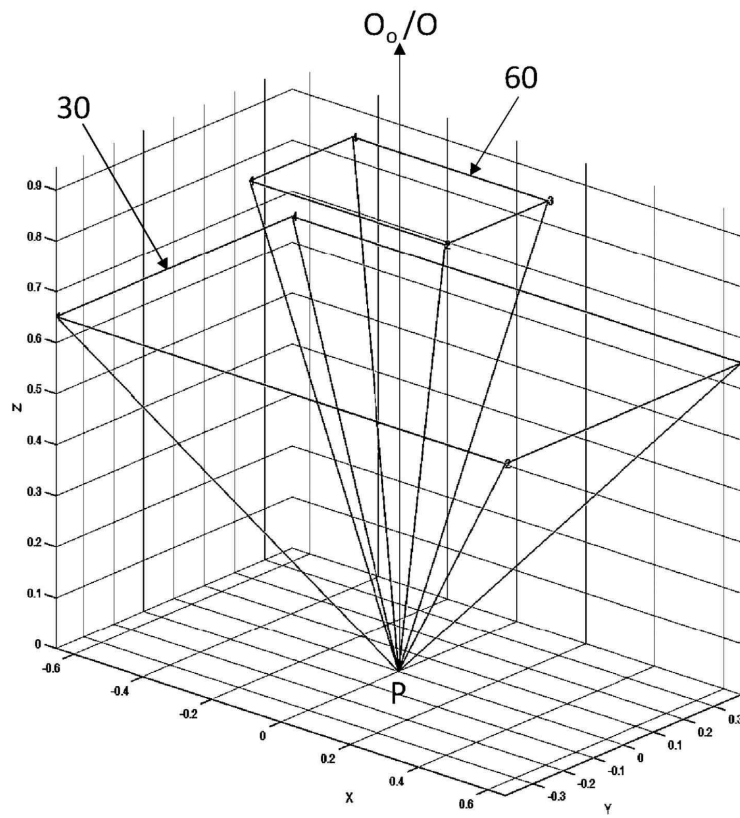
도면3



도면4



도면5



도면6

