



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0106116

(43) 공개일자 2015년09월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 7/00 (2006.01) H04N 5/247 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0028215

(22) 출원일자 2014년03월11일

심사청구일자 2014년03월11일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인화로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

신도형

서울특별시 송파구 올림픽로 435, 215동 803호 (신천동, 파크리오아파트)

정원조

서울특별시 송파구 올림픽로 99, 137동 2901호 (잠실동, 잠실엘스아파트)

(74) 대리인

특허법인충정

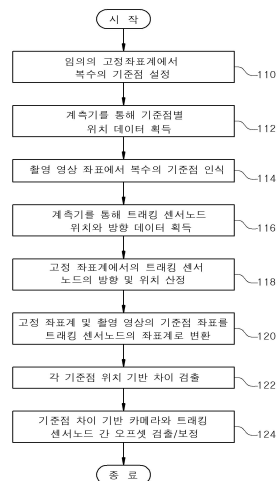
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 방법 및 시스템**

(57) 요약

본 발명은 3차원 공간 내 설치된 소정 영역의 카메라 위치로부터 세 개의 직교하는 좌표축 기반 임의의 고정 좌표계에서 복수의 기준점을 설정하고, 설정된 상기 기준점별 위치 데이터를 계측기를 통해 획득하는 과정과, 카메라 촬영을 통해 획득된 영상의 좌표에서 상기 복수의 기준점을 인식하는 과정과, 상기 카메라 설치위치로부터 기 설정된 간격으로 대향하게 위치하는 트래킹 센서 노드의 위치와 방향 데이터를 상기 계측기를 통해 획득하여 고정 좌표계에서의 트래킹 센서 노드의 방향 및 위치를 산정하는 과정과, 상기 고정 좌표계의 기준점의 좌표 및 상기 획득된 영상에서 기준점이 인식된 좌표를 상기 트래킹 센서 노드의 좌표계로 좌표 변환하여 각 기준점 위치 기반 차이를 검출하는 과정과, 검출된 상기 기준점의 차이에 따라 카메라와 트래킹 센서 노드간 오프셋(offset)을 검출하여 보정을 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 47775-1

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신진연구

연구과제명 건설시공관리를 위한 증강현실 시스템 ARPad의 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국연구재단

연구기간 2013.05.01 ~ 2014.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

3차원 공간 내 설치된 소정 영역의 카메라 위치로부터 세 개의 직교하는 좌표축 기반 임의의 고정 좌표계에서 복수의 기준점을 설정하고, 설정된 상기 기준점별 위치 데이터를 계측기를 통해 획득하는 과정과,

카메라 촬영을 통해 획득된 영상의 좌표에서 상기 복수의 기준점을 인식하는 과정과,

상기 카메라 설치위치로부터 기설정된 간격으로 대향하게 위치하는 트래킹 센서 노드의 위치와 방향 데이터를 상기 계측기를 통해 획득하여 고정 좌표계에서의 트래킹 센서 노드의 방향 및 위치를 산정하는 과정과,

상기 고정 좌표계의 기준점의 좌표 및 상기 획득된 영상에서 기준점이 인식된 좌표를 상기 트래킹 센서 노드의 좌표계로 좌표 변환하여 각 기준점 위치 기반 차이를 검출하는 과정과,

검출된 상기 기준점의 차이에 따라 카메라와 트래킹 센서 노드간 오프셋(offset)을 검출하여 보정을 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 고정 좌표계에서의 트래킹 센서 노드의 방향 및 위치를 산정하는 과정은,

상기 계측기를 통해 트래킹 센서 노드에 마킹된 복수의 포인트를 계측하여 수행됨을 특징으로 하는 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 트래킹 센서 노드의 좌표계는,

최소 제곱법에 의해 트래킹 센서 노드 중점의 위치와 방향각을 가지는 6개의 변수에 대응하는 값을 산출하여 좌표 변환되어 생성됨을 특징으로 하는 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 마킹된 복수의 포인트 중 어느 하나의 포인트의 좌표에 대하여 임의의 고정 좌표계에서의 트래킹 센서 노드 좌표축과 트래킹 센서 노드 위치 기반 좌표축을 기준으로 각각 정의하고,

상기 임의의 고정 좌표계에서의 좌표축을 기준으로 한 트래킹 센서 노드의 중점 위치와 방향을 정의하여 하기의 수학적식에서와 같이 상기 마킹된 복수의 포인트별 방정식이 생성되고 상기 중점 위치와 방향에 각각 대응하는 언노운(unknown)변수가 생성되어 임의의 고정 좌표계에서의 좌표축에 대한 트래킹 센서 노드의 위치와 방향이 산정됨을 특징으로 하는 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 방법.

$$\begin{bmatrix} x_i^S \\ y_i^S \\ z_i^S \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} x_i^P - x_0 \\ y_i^P - y_0 \\ z_i^P - z_0 \end{bmatrix}$$

$$\text{where } M = \begin{bmatrix} \cos\kappa_0 & -\sin\kappa_0 & 0 \\ \sin\kappa_0 & \cos\kappa_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\varphi_0 & 0 & -\sin\varphi_0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\varphi_0 & 0 & \cos\varphi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\omega_0 & \sin\omega_0 \\ 0 & -\sin\omega_0 & \cos\omega_0 \end{bmatrix}$$

청구항 5

3차원 공간 내 소정 영역에 설치된 카메라와,

상기 카메라와 대향하여 기설정된 간격으로 소정 거리를 두어 위치되는 트래킹 센서 노드와,

상기 카메라 및 트래킹 센서 노드에 인접하게 위치하여 상기 카메라 및 트래킹 센서 노드 기반으로 생성되는 임의의 기준점을 계측하는 계측기와,

네트워크를 통해 연결된 상기 카메라 위치로부터 세 개의 직교하는 좌표축 기반 임의의 고정 좌표계에서 복수의 기준점을 설정하고, 설정된 기준점별 위치 데이터가 계측기를 통해 계측되도록 제어하고, 상기 카메라 촬영을 통해 획득된 영상의 좌표에서 상기 복수의 기준점을 인식하여 상기 고정 좌표계의 기준점의 좌표 및 상기 획득된 영상에서 기준점이 인식된 좌표를 상기 트래킹 센서 노드의 좌표계로 좌표 변환하여 각 기준점 위치 기반 차이를 검출하여 카메라와 트래킹 센서 노드 간 오프셋(offset)을 검출하여 보정하는 제어 서버를 포함함을 특징으로 하는 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제어 서버는,

상기 계측기를 통해 트래킹 센서 노드에 마킹된 복수의 포인트를 계측하여 고정 좌표계에서의 트래킹 센서 노드의 방향 및 위치를 산정함을 특징으로 하는 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 제어 서버는,

상기 트래킹 센서 노드의 좌표계가 최소 제곱법에 의해 트래킹 센서 노드 중심의 위치와 방향각을 가지는 6개의 변수에 대응하는 값을 산출하여 좌표 변환되도록 제어함을 특징으로 하는 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 방법.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 제어 서버는,

상기 마킹된 복수의 포인트 중 어느 하나의 포인트의 좌표를 임의의 고정 좌표계에서의 트래킹 센서 노드 좌표축과 트래킹 센서 노드 위치 기반 좌표축을 기준으로 각각 정의하고,

상기 임의의 고정 좌표계에서의 좌표축을 기준으로 한 트래킹 센서 노드의 중심점 위치와 방향을 정의하여 하기의 수학식에서와 같이 상기 마킹된 복수의 포인트별 방정식이 생성되어 상기 중심점 위치와 방향에 각각 대응하는 언노운(unknown)변수가 생성되어 임의의 고정 좌표계에서의 좌표축에 대한 트래킹 센서노드의 위치와 방향을 산정함을 특징으로 하는 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 시스템.

$$\begin{bmatrix} x_i^S \\ y_i^S \\ z_i^S \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} x_i^P - x_0 \\ y_i^P - y_0 \\ z_i^P - z_0 \end{bmatrix}$$

$$\text{where } M = \begin{bmatrix} \cos\kappa_0 & -\sin\kappa_0 & 0 \\ \sin\kappa_0 & \cos\kappa_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\varphi_0 & 0 & -\sin\varphi_0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\varphi_0 & 0 & \cos\varphi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\omega_0 & \sin\omega_0 \\ 0 & -\sin\omega_0 & \cos\omega_0 \end{bmatrix}$$

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 증강현실 제공 시스템에서의 트래킹 독립적 오프셋 캘리브레이션에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 비디오 시스템 증강현실 시스템에서 비디오 카메라 자체를 트래킹 센서로 사용하는 시스템은 비디오 카메라와 트래킹 센서가 하나이기 때문에 이들 사이의 오프셋은 존재하지 않는다. 따라서 이러한 시스템에서는 비디오 카메라와 트래킹 센서의 오프셋 캘리브레이션이 별도로 필요하지 않다.
- [0003] ARToolworks 사의 ARToolKit 기반 시스템이나 Total Immersion사의 D`fusion 시리즈가 비디오 카메라-트래킹 센서 일체형 시스템의 대표적인 예이다.
- [0004] 하지만 이러한 일체형 시스템은 비디오 카메라에서 촬영한 실사 이미지에서 특정 포인트를 인식해 사전에 등록한 해당 포인트와 대비하여 비디오 카메라의 위치와 방향을 계산하는 특성상 빛의 세기나 반사 등의 광학적 노이즈에 상당히 민감한 단점이 있다.
- [0005] 이에 반하여 비디오 카메라와는 별도의 트래킹 센서를 사용하는 비일체형 시스템은 트래킹 센서의 기능상 더욱 안정적인 트래킹을 구현할 수 있으나 비디오 카메라와 트래킹 센서 사이의 위치 및 방향 오프셋을 캘리브레이션하여야 한다.
- [0006] 이러한 비디오 카메라와 트래킹 센서의 오프셋 캘리브레이션의 대표적인 예가 Shin and Dunston (2010)의 캘리브레이션 방법이다.
- [0007] Shin and Dunston (2010)은 트래킹 센서의 로컬축을 기준으로 비디오 카메라 중심과의 x, y, z축의 3개 위치 오프셋과 pan, tilt, roll 회전의 3개 방향 오프셋을 캘리브레이션 하였다.
- [0008] 이들이 사용한 방식은 실제 공간에 다수의 기준점을 설치한 후 이의 위치를 트래킹 좌표 기준으로 측정하였다.
- [0009] 또한 비디오 카메라와 트래킹 센서가 서로 고정된 상태에서 비디오 카메라로 설치된 기준점들의 전체 뷰를 다수 촬영하였다. 이때 촬영 시 비디오 카메라와 함께 움직인 트래킹 센서의 위치와 방향도 트래킹 시스템에서 측정되어 저장되었다.
- [0010] 이렇게 촬영된 사진마다 기준점들의 픽셀값들을 측정하였다. 이러한 u, v축 픽셀값을 실제 포인트 u, v 값(Real u, Real v)이라고 할 수 있다.
- [0011] 한편 기준점의 트래킹 좌표상 X, Y, Z 좌표값과 사진마다 촬영 함께 저장된 트래킹 센서의 방향과 위치값을 사용하여 이를 가상 카메라에 프로젝트 하여 가상 포인트의 u, v 값(Virtual u, Virtual v)이 계산된다.
- [0012] 사진마다 이렇게 계산된 가상 포인트 u, v 값과 사진에서 직접 추출한 실제 포인트 u, v 값을 각각 비교하여 ($\delta u = |Real\ u - Virtual\ u|$, $\delta v = |Real\ v - Virtual\ v|$) 그 오차를 합한다($\delta u + \delta v$). 이러한 식으로 각 사진마다 모든 기준점들에 대한 u, v 값들의 오차를 계산하여 모든 사진에 걸쳐 그 합을 구하게 된다.
- [0013] 이때 초기에 임의로 설정한 6개(x, y, z, pan, tilt, roll)의 오프셋이 실제 오프셋과는 달라 가상 포인트 u, v 값과 실제 포인트 u, v의 값들 각각의 오차는 크게 나오게 된다.
- [0014] 이러한 차이를 줄이는 방향으로 6개 오프셋이 조정되어 u, v 값들의 오차의 합이 산정되는 과정이 오차의 합이 허용치로 수렴될 때까지 반복적으로 수행된다.
- [0015] 이러한 반복을 통하여 u, v 값들의 오차의 합이 허용치로 수렴될 때의 6개의 오프셋 값이 최적의 오프셋으로 결정되게 된다.
- [0016] 하지만 Shin and Dunston (2010)의 방법은 사용되는 기준점들의 트래킹 좌표상 좌표값이 정확해야 한다는 조건이 충족되어야만 한다.
- [0017] 만약 기준점들의 좌표값이 정확하지 못하다면 오프셋 캘리브레이션 과정에서 오차의 합이 허용치로 수렴되지 못하고 부정확한 오프셋 값을 내놓게 된다.
- [0018] 문제는 많은 트래킹 시스템들이 최소 수 mm의 오차를, 크게는 수 cm의 오차를 가지고있어 소수의 초정밀 트래킹 시스템을 제외하고는 기준점들의 좌표값을 정확하게 측정하기가 사실상 어렵다는 점이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 따라서 본 발명은 비디오 카메라와 트래킹 센서의 오프셋 캘리브레이션 과정에서 트래킹 시스템의 정밀도가 영향을 주지 않도록 트래킹에 독립적인 오프셋 캘리브레이션 기술을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0020] 본 발명의 일 견지에 따르면, 3차원 공간 내 설치된 소정 영역의 카메라 위치로부터 세 개의 직교하는 좌표축 기반 임의의 고정 좌표계에서 복수의 기준점을 설정하고, 설정된 상기 기준점별 위치 데이터를 계측기를 통해 획득하는 과정과, 카메라 촬영을 통해 획득된 영상의 좌표에서 상기 복수의 기준점을 인식하는 과정과, 상기 카메라 설치위치로부터 기설정된 간격으로 대향하게 위치하는 트래킹 센서 노드의 위치와 방향 데이터를 상기 계측기를 통해 획득하여 고정 좌표계에서의 트래킹 센서 노드의 방향 및 위치를 산정하는 과정과, 상기 고정 좌표계의 기준점의 좌표 및 상기 획득된 영상에서 기준점이 인식된 좌표를 상기 트래킹 센서 노드의 좌표계로 좌표 변환하여 각 기준점 위치 기반 차이를 검출하는 과정과, 검출된 상기 기준점의 차이에 따라 카메라와 트래킹 센서 노드간 오프셋(offset)을 검출하여 보정을 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

[0021] 본 발명의 다른 견지에 따르면, 3차원 공간 내 소정 영역에 설치된 카메라와, 상기 카메라와 대향하여 기설정된 간격으로 소정 거리를 두어 위치되는 트래킹 센서 노드와, 상기 카메라 및 트래킹 센서 노드에 인접하게 위치하여 상기 카메라 및 트래킹 센서 노드 기반으로 생성되는 임의의 기준점을 계측하는 계측기와, 네트워크를 통해 연결된 상기 카메라 위치로부터 세 개의 직교하는 좌표축 기반 임의의 고정 좌표계에서 복수의 기준점을 설정하고, 설정된 기준점별 위치 데이터가 계측기를 통해 계측되도록 제어하고, 상기 카메라 촬영을 통해 획득된 영상의 좌표에서 상기 복수의 기준점을 인식하여 상기 고정 좌표계의 기준점의 좌표 및 상기 획득된 영상에서 기준점이 인식된 좌표를 상기 트래킹 센서 노드의 좌표계로 좌표 변환하여 각 기준점 위치 기반 차이를 검출하여 카메라와 트래킹 센서 노드 간 오프셋(offset)을 검출하여 보정하는 제어 서버를 포함함을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명은 트래킹 독립적 오프셋 캘리브레이션을 통해 트래킹 시스템의 정밀도가 오프셋 캘리브레이션에 영향을 주지 않도록 함으로써 초정밀 트래킹 시스템을 사용하지 않더라도 정확한 오프셋 캘리브레이션이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 방법에 관한 전체 흐름도.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 시스템의 구성도.

도 본 발명의 일 실시 예에 따른 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 시스템에서 트래킹 센서 노드를 보인 예시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 하기 설명에서는 구체적인 구성 소자 등과 같은 특정 사항들이 나타나고 있는데 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐 이러한 특정 사항들이 본 발명의 범위 내에서 소정의 변형이나 혹은 변경이 이루어질 수 있음은 이 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명하다 할 것이다.

[0025] 본 발명은 비디오 시스루(see-through) 증강현실 시스템에서 레지스트레이션(registration)의 완벽한 구현을 위한 비디오 카메라와 트래킹 센서 사이의 오프셋 캘리브레이션을 수행함에 있어, 트래킹의 정확성에 영향을 받지 않고 오프셋 캘리브레이션을 수행할 수 있는 트래킹 독립적 오프셋 캘리브레이션에 관한 기술을 제공하고자 한다.

[0026] 우선, 본 발명의 일 실시 예에 따른 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 방법에 관해 도 1을 참조하여 자세히 살펴보기로 한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 방법에 관한 전체 흐름도이다.

[0028] **계측기를 사용하여 트래킹 센서 노드의 위치 및 방향 산정**

[0029] 도 1을 참조하면, 먼저 110 과정에서는 3차원 공간 내 설치된 소정 영역의 카메라 위치로부터 세 개의 직교하는 좌표축 기반 임의의 고정 좌표계에서 복수의 기준점을 설정한다.

[0030] 여기서, 상기 세 개의 직교하는 좌표축은 기설정된 영역에 고정되어 설치된 카메라를 중심으로 3차원 공간에서 방향성을 나타내는 3축의 x, y, z축을 의미하는 것으로, 지구 중심 좌표계에 대한 카메라에 대한 임의의 고정 좌표계 내에서 각각 가로(수평, 넓이, 좌우), 세로(높이, 상하, 수직), 깊이(심도, 원근)을 나타낸다.

[0031] 112 과정에서는 토탈스테이션(total station)과 같은 계측기를 사용하여 임의의(이하 후술되는 캘리브레이션 동안은 고정된) 고정 좌표계에서 3개 이상의 기준점의 위치 데이터를 획득한다.

[0032] 이때, 상기 계측기는 각도와 거리를 함께 측정할 수 있는 측량기로, 본 발명의 실시 예에 따라 임의의 고정 좌표계에서 미리 설정된 다수의 기준점의 위치를 움직임 추정이 가능한 트래킹(tracking) 시스템으로 계측하는 대신 상기 계측기를 사용하여 임의의 고정 좌표계의 좌표 상에 대한 좌표로 계측을 수행하여 위치 데이터를 획득한다.

[0033] 실제 포인트 u, v값을 획득하기 위하여 임의의 좌표계 내에서 카메라와 트래킹 센서노드가 서로 고정된 다음 114 과정에서는 카메라 촬영을 통해 획득된 영상의 좌표에서 상기 복수의 기준점을 인식한다.

[0034] 즉, 상기 카메라를 통해 입력된 초기 영상으로부터 임의의 고정 좌표계 내 기준점별 위치를 전체 영상 영역에 포함된 화소들을 인식하여 저장하는 것으로, 실제 포인트 u, v값을 얻기 위하여 기설정된 주기별로 촬영된 영상마다 기준점들의 픽셀값들을 계측한다. 이러한 u, v축 픽셀값을 실제 포인트 u, v값(Real u, Real v)라고 할 수 있다.

[0035] 또한, 실제 포인트 u, v값을 얻기 위하여 카메라와 트래킹 센서 노드가 서로 고정된 다음 카메라로 기준점 뷰(view)를 다수 촬영해야 하는데 이때 촬영 시 트래킹 센서노드의 위치와 방향을 계측해야 해야 하므로, 116 과정에서는 상기 계측기를 통해 트래킹 센서 노드의 위치와 방향 데이터를 획득하고, 이를 통해 118 과정에서는 상기 트래킹 센서 노드의 방향 및 위치 산정을 상기 고정 좌표계 기반 하에 수행한다. 이때, 상기 트래킹 센서 노드의 위치 및 방향 계측값은 기준점의 위치 계측값과 함께 가상 포인트 u, v 값을 계산하는데 사용된다.

[0036] 상기 트래킹 센서 노드는 본 발명의 실시 예에 따라 카메라의 설치위치로부터 기설정된 간격으로 대향하게 위치하는 것으로, 본 발명에서는 카메라와 트래킹 센서 노드가 서로 고정된 상태에서 카메라로 설치된 기준점들의 전체 뷰를 다수 촬영하고, 촬영 시 카메라와 함께 움직인 트래킹 센서 노드의 위치와 방향도 트래킹 시스템에서 계측되어 저장되는 것과 달리, 상기 임의의 고정 좌표계에서 설정된 기준점과 마찬가지로 상기 트래킹 센서 노드의 위치 및 방향의 계측도 트래킹 시스템에서 계측하는 것이 아니라, 기준점의 위치를 계측한 상기 계측기를 통해 동일한 임의의 고정된 좌표 상에서 계측하게 된다.

[0037] 상기 118 과정에서 고정 좌표계에서의 트래킹 센서 노드의 방향 및 위치를 산정하는 것은, 상기 계측기를 통해 트래킹 센서 노드에 마킹된 복수의 포인트를 계측하여 수행되는 것으로, 도 3에 도시된 트래킹 센서 노드 상부에 마킹된 P1, P2, P3를 포함한다.

[0038] 상기 마킹된 복수의 포인트 중 어느 하나의 포인트의 좌표에 대하여 임의의 고정 좌표계에서의 트래킹 센서 노드 좌표축과 트래킹 센서 노드 위치 기반 좌표축을 기준으로 각각 정의하고,

[0039] 상기 임의의 고정 좌표계에서의 좌표축을 기준으로 한 트래킹 센서 노드의 중점 위치와 방향을 정의하여 하기의 수학적 1에서와 같이 상기 마킹된 복수의 포인트별 방정식이 생성되고 상기 중점 위치와 방향에 각각 대응하는 언노운(unknown)변수가 생성되어 임의의 고정 좌표계에서의 좌표축에 대한 트래킹 센서 노드의 위치와 방향이 산정된다.

수학식 1

$$\begin{bmatrix} x_i^S \\ y_i^S \\ z_i^S \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} x_i^P - x_0 \\ y_i^P - y_0 \\ z_i^P - z_0 \end{bmatrix}$$

$$\text{where } M = \begin{bmatrix} \cos \kappa_0 & -\sin \kappa_0 & 0 \\ \sin \kappa_0 & \cos \kappa_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \varphi_0 & 0 & -\sin \varphi_0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \varphi_0 & 0 & \cos \varphi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \omega_0 & \sin \omega_0 \\ 0 & -\sin \omega_0 & \cos \omega_0 \end{bmatrix}$$

여기서, 임의의 고정 좌표축을 기준으로 한 트래킹 센서 노드의 중심 위치와 방향을 ($x_0, y_0, z_0, \omega_0, \varphi_0, \kappa_0$)라고 하면, 수학식 1에서와 같이 P_1, P_2, P_3 에 대하여 각각 3개씩 9개의 방정식이 생성되고

인노운(unknown) 변수는 ($x_0, y_0, z_0, \omega_0, \varphi_0, \kappa_0$)로 6개가 된다. 따라서 최소 제곱법으로 6개 변수에 대한 값을 구함으로써 임의의 고정 좌표축에 대한 센서 중심의 위치와 방향을 산정할 수 있게 된다.

120 과정에서 상기 고정 좌표계의 기준점의 좌표 및 상기 카메라를 통해 획득된 영상에서 기준점이 인식된 좌표를 상기 트래킹 센서노드의 좌표계로 좌표 변환한다.

상기 트래킹 센서노드의 좌표계는, 상술한 최소 제곱법에 의해 트래킹 센서노드 중심의 위치와 방향각을 가지는 6개의 변수에 대응하는 값을 산출하여 좌표 변환되어 생성된다.

이후, 122 과정에서 고정 좌표계에서 설정된 기준점별 위치와, 상기 고정 좌표계의 기준점을 촬영한 영상에 대한 좌표에서 기준점별 위치에 차이를 각각 검출한다.

124 과정에서는 검출된 상기 기준점의 차이에 따라 카메라와 트래킹 센서 간 오프셋(offset)을 검출하여 보정을 수행한다.

트래킹 센서 노드 좌표를 기준으로 한 카메라의 위치와 방향 산정

더욱 상세하게는, 임의의 고정 좌표축을 기준으로 트래킹 센서 노드의 중심으로부터 카메라 중심의 위치는 수학식 2와 같이 표현 가능하다.

수학식 2

수학식 2

수학식 2

$$\begin{bmatrix} x^c \\ y^c \\ z^c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{bmatrix} + M^T \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{bmatrix}$$

[0050] 여기서, Δx , Δy , Δz 는 트래킹 센서 노드 좌표계를 기준으로 트래킹 센서 노드 중심에 대한 카메라 중심의 오프셋을 나타낸다.

[0051] 카메라 좌표계가 트래킹 센서 노드 좌표계에 대하여 X_s , Y_s , Z_s 축에 대하여 각각 Δp , Δt , Δr 만큼 틀어질 경우,

수학식 3

[0052]

$$M_{\Delta} = \begin{bmatrix} \cos\Delta r & -\sin\Delta r & 0 \\ \sin\Delta r & \cos\Delta r & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\Delta t & 0 & -\sin\Delta t \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\Delta t & 0 & \cos\Delta t \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\Delta p & \sin\Delta p \\ 0 & -\sin\Delta p & \cos\Delta p \end{bmatrix}$$

[0053] 도 2에 도시된 바와 같이, 임의의 고정 좌표축을 기준으로 바닥의 3개 이상의 기준점 Q_i 의 좌표는 (x_i^Q, y_i^Q, z_i^Q) 이 되고, 이에 대응되는 영상 좌표를 (u_i, v_i) 라고 하면, 영상 좌표 (u_i, v_i) 를 영상 중심을 기준으로 한 센서 좌표계(x_i, y_i)로 나타낸다면 하기와 같이 표현할 수 있다.

[0054]

$$x_i = u_i - \frac{Width}{2}$$

[0055]

$$y_i = \frac{Height}{2} - v_i$$

(여기서, Width=영상의 폭(pixel), Height=영상의 높이(pixel))

[0056] Q_i 의 좌표 (x_i^Q, y_i^Q, z_i^Q) 에 대응되는 (x_i, y_i) 를 공선조건을 이용하여 나타내면 하기의 수학식 4와 같은 형태이다.

수학식 4

[0057]

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ -f \end{bmatrix} = \lambda_i M_{\Delta}^T M \begin{bmatrix} x_i^Q - x^c \\ y_i^Q - y^c \\ z_i^Q - z^c \end{bmatrix}$$

[0058] (여기서, f =초점거리(pixel), λ_i 는 스케일 팩터)

[0059] 수학식 4를 간략히 표현하면 하기의 수학식 5와 같다.

수학식 5

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ -f \end{bmatrix} = \lambda_i \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix}$$

수학식 5로부터

$$x_i = -f \frac{U}{W}$$

$$y_i = -f \frac{V}{W}$$

영상에서 측정된 x_i 와 수학식 5에서 산정된 x_i 값의 차이를 Fx_i 라고 하면 하기의 수학식 6과 같이 표현할 수 있다.

수학식 6

$$Fx_i = \left(u_i - \frac{Width}{2} \right) - \left(-f \frac{U}{W} \right)$$

$$Fy_i = \left(\frac{Height}{2} - v_i \right) - \left(-f \frac{V}{W} \right)$$

한편, 수학식 2, 3, 4에서 보듯이 U, V, W는 Δx , Δy , Δz , Δp , Δt , Δr 로 구성된 function들이다.

점 Q_i 하나에 수학식 6과 같이 방정식이 2개가 생성됨으로 3개 이상의 Q_i 를 사용하면 최소 6개의 방정식이 생성된다. 여기서, unknown 변수는 Δx , Δy , Δz , Δp , Δt , Δr 로 6개 임으로서 최소 제곱법으로 이를 구할 수 있게 된다.

이상에서는 본 발명의 일 실시 예에 따른 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 방법에 대해서 살펴보았다.

이하, 본 발명의 일 실시 예에 따른 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 시스템에 대한 구성을 도 2를 참조하여 살펴보기로 한다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 시스템의 구성도이다.

도 2를 참조하면, 본 발명이 적용된 시스템(200)은 고정 좌표계(20), 카메라(21), 트래킹 센서 노드(22), 제어 서버(23) 및 계측기(24)를 포함한다.

상기 카메라(21)는 3차원 공간 내 소정 영역에 설치된다.

상기 트래킹 센서 노드(22)는 카메라(21)와 대향하여 기설정된 간격으로 소정 거리를 두어 위치된다.

상기 계측기(24)는 카메라(21) 및 트래킹 센서 노드(22)에 인접하게 위치하여 상기 카메라(21) 및 트래킹 센서

노드(22) 기반으로 생성되는 임의의 기준점을 계측한다.

[0073] 상기 제어 서버(23)는 카메라(21), 계측기(24) 및 트래킹 센서 노드(22)와 네트워크로 연결되어 통신하며, 상기 카메라(21), 계측기(24) 및 트래킹 센서 노드(22)로부터의 출력 결과를 기반으로 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 시스템의 전반적인 동작을 제어한다.

[0074] 더욱 상세하게는, 네트워크를 통해 연결된 상기 카메라(21) 위치로부터 세 개의 직교하는 좌표축 기반 임의의 고정 좌표계에서 복수의 기준점을 설정하고, 설정된 기준점별 위치 데이터가 계측기(24)를 통해 계측되도록 제어하고, 상기 카메라(21) 촬영을 통해 획득된 영상의 좌표에서 상기 복수의 기준점을 인식하여 상기 고정 좌표계의 기준점의 좌표 및 상기 획득된 영상에서 기준점이 인식된 좌표를 상기 트래킹 센서 노드(22)의 좌표계로 좌표 변환하여 각 기준점 위치 기반 차이를 검출하여 카메라(21)와 트래킹 센서 노드(22)간 오프셋(offset)을 검출하여 보정한다.

[0075] 이때, 상기 제어 서버(23)는 디지털 방송 단말기, 개인 정보 단말기(PDA, Personal Digital Assistant), 스마트폰(Smart Phone), 태블릿(Tablet) PC, 아이패드(Ipad), 3G 단말기 예를 들면 IMT-2000(International Mobile Telecommunication 2000)단말기, WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access)단말기, GSM/GPRS(Global System For Mobile Communication Packet Radio Service) 및 UMTS(Universal Mobile Telecommunication Service) 단말기 등과 같은 모든 정보통신기기 및 멀티미디어 기기 등이 포함될 수 있다. 그러나 본 명세서에서 기재된 실시 예에 따른 구성은 데스크탑 컴퓨터 등과 같은 고정 단말기에도 적용될 수도 있음을 본 기술 분야의 당업자라면 쉽게 알 수 있을 것이다.

[0076] 상기 제어 서버(23)는 계측기(24)를 통해 트래킹 센서 노드(22)에 마킹된 복수의 포인트를 계측하여 고정 좌표계에서의 트래킹 센서 노드(22)의 방향 및 위치를 산정하고, 상기 트래킹 센서 노드(22)의 좌표계가 최소 제곱법에 의해 트래킹 센서 노드 중심점의 위치와 방향각을 가지는 6개의 변수에 대응하는 값을 산출하여 좌표 변환되도록 제어한다.

[0077] 즉, 상기 제어 서버(23)는 상기 마킹된 복수의 포인트 중 어느 하나의 포인트의 좌표를 임의의 고정 좌표계에서의 트래킹 센서노드 좌표축과 트래킹 센서 노드 위치 기반 좌표축을 기준으로 각각 정의하고,

[0078] 상기 임의의 고정 좌표계에서의 좌표축을 기준으로 한 트래킹 센서노드의 중심점 위치와 방향을 정의하여 하기의 수학식 7에서와 같이 상기 마킹된 복수의 포인트별 방정식이 생성되고 상기 중심점 위치와 방향에 각각 대응하는 언노운(unknown)변수가 생성되어 임의의 고정 좌표계에서의 좌표축에 대한 트래킹 센서노드의 위치와 방향을 산정한다.

수학식 7

$$\begin{bmatrix} x_i^S \\ y_i^S \\ z_i^S \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} x_i^P - x_0 \\ y_i^P - y_0 \\ z_i^P - z_0 \end{bmatrix}$$

$$\text{where } M = \begin{bmatrix} \cos\kappa_0 & -\sin\kappa_0 & 0 \\ \sin\kappa_0 & \cos\kappa_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\varphi_0 & 0 & -\sin\varphi_0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\varphi_0 & 0 & \cos\varphi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\omega_0 & \sin\omega_0 \\ 0 & -\sin\omega_0 & \cos\omega_0 \end{bmatrix}$$

[0079]

[0080] 상기과 같이 본 발명에 따른 증강현실 기반 오프셋 캘리브레이션 제공 시스템 및 방법에 관한 동작이 이루어질 수 있으며, 한편 상기한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나 여러 가지 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 실시될 수 있다. 따라서 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 의하여 정할 것이 아니고 청구범위와 청구범위의 균등한 것에 의하여 정하여져야 할 것이다.

[참고문헌]

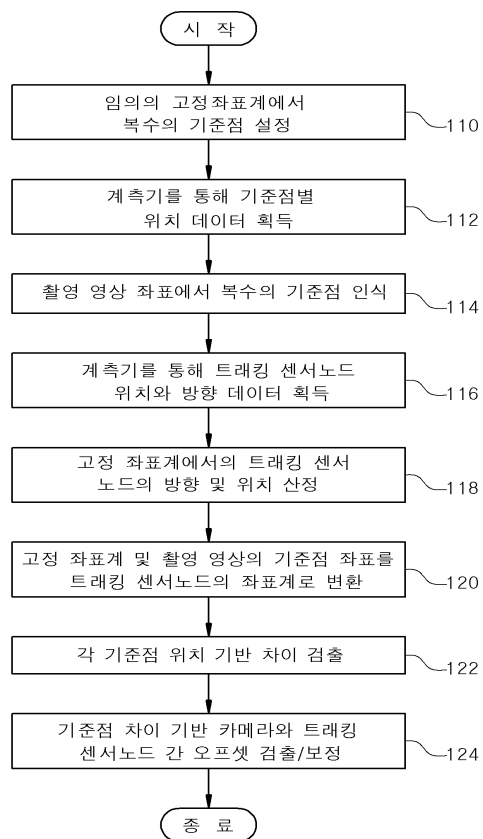
Shin, D. and Dunston, P.S. (2010). "Technology Development Needs for Advancing Augmented Reality-Based Inspection..." *Automation in Construction*, 19(2), 169-182.

부호의 설명

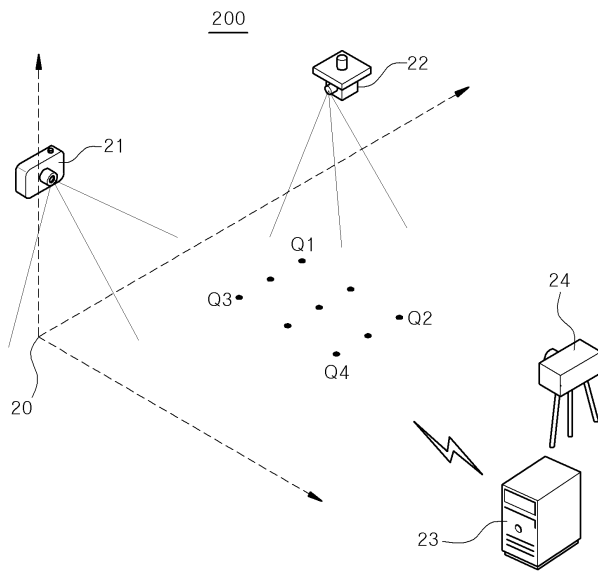
21: 카메라 22: 트래킹 센서 노드
23: 제어 서버 24: 계측기

도면

도면1



도면2



도면3

