



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월22일
(11) 등록번호 10-2218805
(24) 등록일자 2021년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 9/31 (2006.01) G06T 1/00 (2006.01)
G06T 19/00 (2011.01) H04N 13/327 (2018.01)
H04N 13/398 (2018.01)
(52) CPC특허분류
H04N 9/317 (2013.01)
G06T 1/0014 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0107478
(22) 출원일자 2020년08월26일
심사청구일자 2020년08월26일
(56) 선행기술조사문헌
JP2007312026 A*
KR100773271 B1*
KR101827221 B1*
KR1020200003584 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)
(72) 발명자
김윤상
경기도 성남시 분당구 수내로 174, 102동 1502호 (수내동, 푸른마을벽산아파트)
(74) 대리인
특허법인오암

전체 청구항 수 : 총 2 항

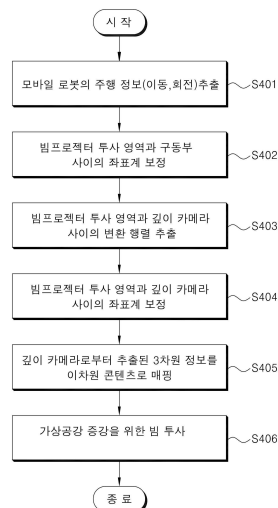
심사관 : 이정은

(54) 발명의 명칭 빔프로젝터 및 깊이 카메라를 구비한 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템 및 그 시스템의 좌표계 보정 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템의 좌표계 보정 방법은, 상기 모바일 로봇의 주행정보를 추출하는 단계; 상기 주행정보에 따라 모바일 로봇의 위치를 계산하여 상기 빔프로젝터의 투사 영역과 모바일 로봇의 구동부 간의 좌표계를 보정하는 단계;를 포함할 수 있으며, 주행 중인 모바일 로봇의 주행정보를 추출하여 변환행렬을 생성하고 변환행렬을 이용하여 좌표계를 보정함으로써, 콘텐츠의 투사 영역 동기화를 제공함과 아울러, 주행에 따른 가상공간을 확장할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 19/006 (2013.01)

H04N 13/327 (2018.05)

H04N 13/398 (2018.05)

명세서

청구범위

청구항 1

빔프로젝터 및 깊이 카메라를 구비한 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템에서의 증강현실 콘텐츠의 좌표계 보정 방법에 있어서,

상기 모바일 로봇의 주행정보를 주행기록계에서 좌표값에 해당하는 위치벡터와 회전각을 계산하여 추출하는 단계;

상기 모바일 로봇의 위치 및 회전각을 이용한 변환행렬을 생성하는 단계;

상기 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 생성하는 단계;

상기 모바일 로봇의 위치 및 회전각을 이용한 변환행렬 및 상기 추출된 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 이용하여 상기 증강현실 콘텐츠의 좌표계를 보정하는 단계를 포함하되,

모바일 로봇의 이동정보(odometry)에 대해서 하기의 수학적 식 1을 이용하여 변환행렬(M_{odom})을 계산하고,

깊이 카메라와 투사 영역 사이의 회전(R) 벡터 및 평행이동(T) 벡터를 이용하여 카메라의 자세정보인 변환행렬(M_{camera})을 하기의 수학적 식 2를 이용하여 계산하고,

계산된 변환행렬들(M_{odom} , M_{camera})을 하기의 수학적 식 3을 이용하여, 깊이 카메라의 3차원 정보 (X_{depth} , Y_{depth} , Z_{depth})에 적용하여 콘텐츠의 좌표계를 보정할 수 있는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템의 좌표계 보정 방법.

[수학적 식 1]

$$R_{odom} = R_z R_y R_x = R_z = \begin{pmatrix} \cos\theta_z & -\sin\theta_z & 0 & 0 \\ \sin\theta_z & \cos\theta_z & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (\text{if } \theta_x=0, \theta_y=0)$$

$$T_{odom} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$M_{odom} = R_{odom} T_{odom} = \begin{pmatrix} \cos\theta_z & -\sin\theta_z & 0 & 0 \\ \sin\theta_z & \cos\theta_z & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

[수학적 식 2]

$$M_{camera} = R^{-1} (O - T) = -R^{-1} T$$

[수학식 3]

$$\begin{bmatrix} x_{content} \\ y_{content} \\ 0 \end{bmatrix} = M_{odom} M_{camera} \begin{bmatrix} X_{depth} \\ Y_{depth} \\ Z_{depth} \end{bmatrix}$$

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 생성하는 단계는,

콘텐츠의 특정 좌표에 대한 2차원 좌표를 추출하는 단계;

추출된 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하는 단계;

변환된 3차원 좌표로 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 추출하는 단계

를 더 포함하는 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템의 좌표계 보정 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 좌표계 보정 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 빔프로젝터 및 깊이 카메라를 구비한 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템의 좌표계 보정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 로봇 기술의 발달로 인하여 모바일 로봇에 기반한 실감형 인터랙티브 가상현실 또는 증강현실 콘텐츠는 시간적, 공간적 제약의 해결방안으로 장소와 시간에 구애 받지 않고 언제 어디서나 체력을 단련하거나 광고를 제공할 수 있다.

[0003] 이를 위해, 로봇의 이동 영역 내에서 원하는 좌표 또는 장소로의 이동에 필요한 정보를 정확하게 인식하는 절대 좌표 인식 능력이 자율 이동 로봇의 중요한 부분 중 하나가 되었다.

- [0004] 종래에는 증강현실 구현을 위한 프로젝터 카메라 시스템으로서, 프로젝션 기능을 갖는 모바일 로봇 시스템에서 프로젝터와 구동부가 동일한 좌표계를 가지기 때문에 모바일 로봇의 주행에 따라 이동되는 투사(projection) 영상을 통해 효과적으로 광고 프로그램을 제공할 수 있는 증강현실을 구현하는 특징으로 하는 시스템이 존재한다.
- [0005] 그러나, 선행 기술은 모바일 로봇 기반 증강현실을 구현을 위한 시스템에 대해서 제시하고 있으나, 모바일 로봇의 주행에 따른 좌표계를 보정하지 않기 때문에, 가상공간을 확장할 수 없는 문제점이 있다.
- [0006] 따라서, 진술한 문제를 해결하기 위하여 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템의 좌표계 보정 방법에 대한 연구가 필요하게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2017-0142820호(2017년12월28일 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 목적은 빔프로젝터 및 깊이 카메라를 구비한 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템을 제공함과 아울러, 그 시스템에서 투사 영역 동기화를 위한 좌표계 보정 방법과, 깊이 카메라로부터 추적된 3차원 정보를 2차원 영역에 투사하기 위한 좌표계 보정 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템의 좌표계 보정 방법은, 상기 모바일 로봇의 주행정보를 추출하는 단계; 상기 주행정보에 따라 모바일 로봇의 위치를 계산하여 상기 빔프로젝터의 투사 영역과 모바일 로봇의 구동부 간의 좌표계를 보정하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기에 있어서, 상기 주행정보는 상기 모바일 로봇의 주행기록계에서 좌표값에 해당하는 위치벡터와 회전각을 계산하여 추출하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 상기에 있어서, 상기 좌표계를 보정하는 단계는, 상기 주행정보에 따라 모바일 로봇의 위치 및 회전각을 계산하는 단계; 상기 모바일 로봇의 위치 및 회전각을 이용한 변환행렬을 생성하고 저장하는 단계; 상기 모바일 로봇의 위치 및 회전각을 이용한 변환행렬을 이용하여 좌표를 보정하는 단계를 더 포함한다.
- [0012] 상기에 있어서, 상기 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 생성하는 단계; 상기 추출된 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 이용하여 상기 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 좌표계를 보정하는 단계;를 더 포함한다.
- [0013] 상기에 있어서, 상기 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 생성하는 단계는, 콘텐츠의 특정 좌표에 대한 2차원 좌표를 추출하는 단계; 추출된 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하는 단계; 변환된 3차원 좌표로 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 추출하는 단계를 더 포함한다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 빔프로젝터 및 깊이 카메라를 구비한 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템은, 모바일 로봇의 주행정보에 따라 모바일 로봇의 위치 및 회전각을 계산하고, 상기 모바일 로봇의 위치 및 회전각을 이용한 변환행렬을 생성하고, 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 생성하는 변환행렬생성부; 상기 주행정보에 따라 모바일 로봇의 위치를 계산하여 빔프로젝터의 투사 영역과 모바일 로봇의 구동부 간의 좌표계를 보정하며, 깊이 카메라 왜곡 정도 및 깊이감 정보를 이용하여 상기 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 좌표계를 보정하는 좌표계보정부를 포함한다.
- [0015] 상기에 있어서, 상기 변환행렬생성부는 상기 모바일 로봇의 주행정보를 추출하며, 콘텐츠의 특정 좌표에 대한 2차원 좌표를 추출하는 추출모듈; 상기 모바일로 로봇의 위치를 계산하며, 상기 추출된 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하는 위치/좌표계산모듈; 상기 모바일 로봇의 위치 및 회전각을 이용한 변환행렬을 생성하며, 깊이 카메라 왜곡 정도 및 깊이감 정보를 이용하여 상기 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 생성하

는 행렬생성모듈을 더 포함한다.

[0016] 상기에 있어서, 상기 좌표계 보정부는 상기 생성된 변환행렬을 저장하는 행렬저장모듈; 저장된 변환행렬을 이용하여 상기 모바일 로봇에 구비된 빔프로젝터의 투사 영역과 모바일 로봇의 구동부 간의 좌표계를 보정하며, 상기 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 좌표계를 보정하는 좌표보정모듈을 더 포함한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명은 주행 중인 모바일 로봇의 주행정보를 추출하여 변환행렬을 생성하고 변환행렬을 이용하여 좌표계를 보정함으로써, 콘텐츠의 투사 영역 동기화를 제공함과 아울러, 주행에 따른 가상공간을 확장할 수 있는 효과가 있다.

[0018] 또한 깊이 카메라로부터 추적된 3차원 정보를 2차원 영역에 투사(projection)하기 위한 좌표계 보정을 통해 왜곡 정도 및 깊이감에 따른 보정이 이루어질 수 있어 좌표계 보정에 따른 적절한 투사 영역을 갖는 가상 또는 증강현실 콘텐츠를 제공하는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템의 좌표계 보정 방법의 과정을 보인 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 빔프로젝터 및 깊이 카메라를 구비한 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템의 블록도이다.

도 3은 모바일 로봇 주행에 따른 투사 영역 동기화를 위한 좌표계 보정 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 깊이 카메라로부터 추적된 3차원 정보를 2차원 영역에 투사하기 위한 좌표계 보정 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 모바일 로봇의 주행 정보를 이용한 변환행렬 생성 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 모바일 로봇과 투사 영역 사이의 좌표계 보정 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 투사 영역과 깊이 카메라 사이의 변환행렬 생성 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 깊이 카메라의 3차원 정보 투사 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 본 발명의 좌표계 보정 방법을 이용한 콘텐츠 활용 예시를 보여주는 도면이다.

도 10은 본 발명의 좌표계 보정 방법을 이용한 콘텐츠 활용의 다른 예시를 보여주는 도면이다.

도 11은 본 발명의 좌표계 보정 방법을 이용한 콘텐츠 활용의 또 다른 예시를 보여주는 도면이다.

도 12는 깊이 카메라의 자세정보 계산을 위한 체스보드($n=4$)를 나타낸 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예를 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명의 사상은 제시되는 실시예에 제한되지 아니하고, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서 다른 구성요소를 추가, 변경, 삭제 등을 통하여, 퇴보적인 다른 발명이나 본 발명 사상의 범위 내에 포함되는 다른 실시예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본원 발명 사상 범위 내에 포함된다고 할 것이다. 또한, 각 실시예의 도면에 나타나는 동일한 사상의 범위 내의 기능이 동일한 구성요소는 동일한 참조부호를 사용하여 설명한다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템의 좌표계 보정 방법의 과정을 보인 순서도이며, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 빔프로젝터 및 깊이 카메라를 구비한 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템의 블록도이며, 도 3은 모바일 로봇 주행에 따른 투사 영역 동기화를 위한 좌표계 보정 방법을 설명하기 위한 도면이며, 도 4는 깊이 카메라로부터 추적된 3차원 정보를 2차원 영역에 투사하기 위한 좌표계 보정 방법을 설명하기 위한 도면이며, 도 5는 모바일 로봇의 주행 정보를 이용한 변환행렬 생성 단계를 설명하기 위한 도면이며, 도 6은 모바일 로봇과 투사 영역 사이의 좌표계 보정 단계를 설명하기 위한 도면이며, 도 7은 투사 영역과 깊이 카메라 사이의 변환행렬 생성 단계를 설명하기 위한 도면이며, 도 8은 깊이 카메라의 3차원 정보

투사 단계를 설명하기 위한 도면이며, 도 9는 본 발명의 좌표계 보정 방법을 이용한 콘텐츠 활용 예시를 보여주는 도면이며, 도 10은 본 발명의 좌표계 보정 방법을 이용한 콘텐츠 활용의 다른 예시를 보여주는 도면이며, 도 11은 본 발명의 좌표계 보정 방법을 이용한 콘텐츠 활용의 또 다른 예시를 보여주는 도면이다.

- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템의 좌표계 보정 방법의 과정은 도 1을 참조하면, 다음과 같다.
- [0023] 먼저, 빔프로젝터 및 깊이 카메라를 구비한 모바일 로봇 기반의 증강현실 시스템의 좌표계 보정 방법은 이동하면서 빔프로젝터를 통한 투사 영역을 제공하는 모바일 로봇(300)의 주행거리에 따라 주행정보를 추출한다(S401).
- [0024] 여기서, 주행정보는 모바일 로봇(300)의 주행기록계에서 좌표값에 해당하는 위치벡터와 회전각을 계산하여 추출할 수 있다.
- [0025] 상기 주행정보에 따라 모바일 로봇(300)의 위치를 계산하여 빔프로젝터의 투사 영역과 모바일 로봇(300)의 구동부 간의 좌표계를 보정한다(S402).
- [0026] 구체적으로 좌표계를 보정하는 단계(S402)에서는 주행정보에 따라 도 5에 도시된 바와 같이, 모바일 로봇(300)의 위치 및 회전각을 계산하고, 모바일 로봇(300)의 위치 및 회전각을 이용한 변환행렬을 생성하고 저장할 수 있다. 이후, 모바일 로봇(300)의 주행 시작 위치 대비 현재 위치 좌표를 통한 위치 및 회전시 회전각을 계산하고, 이 수치를 변환행렬로 변환하여 생성하는 것이다.
- [0027] 예를 들면, 모바일 로봇(300)이 주행하면서 기록하는 주행기록계에서 모바일 로봇(300)의 위치 벡터와 쿼터니온(Quaternion)을 받아들 수 있으며, 해당 위치 벡터 및 쿼터니온은 모바일 로봇(300)이 주행을 처음 시작했을 때의 상태를 기준으로 매 프레임마다 갱신된다.
- [0028] 따라서 주행기록계에서 추출한 위치 벡터 및 쿼터니온을 이용하여 현재 모바일 로봇(300)의 변환행렬을 계산할 수 있다. 생성된 변환행렬은 변하지 않는 값이기 때문에, 최초 계산 이후, 저장하여 좌표 보정시 계속 이용할 수 있다.
- [0029] 또한, 생성된 모바일 로봇(300)의 위치 및 회전각을 이용한 변환행렬을 이용하여 좌표를 보정할 수 있으며, 좌표 보정에 따라 모바일 로봇(300)의 구동부와 빔프로젝터의 투사 영역이 동기화되며, 변환행렬을 투사 영역 좌표에 적용하여 모바일 로봇(300)의 현재 위치 및 회전값을 가지는 투사 영역을 설정할 수 있는 것이다.
- [0030] 이때, 구동부의 이동 단위와 투사될 콘텐츠 내부의 이동 단위의 크기 비율을 변환행렬에 곱하여 콘텐츠에 적용할 변환행렬을 생성할 수 있으며, 빔프로젝터의 투사 영역을 변경하기 위해 투사 영역을 결정하는 콘텐츠 내 카메라의 변환행렬에 변환행렬을 곱해 카메라의 이동 후 위치 및 회전각을 계산할 수 있다.
- [0031] 이를 통해, 가상공간에서의 3차원 정보는 모바일 로봇의 이동에 따른 2차원 콘텐츠로 매핑된다.
- [0032] 상기 S402 단계 이후에는, 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 생성(추출)한다(S403).
- [0033] 추출된 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 이용하여 상기 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 좌표계를 보정한다(S404).
- [0034] 깊이 카메라로부터 추출된 3차원 정보를 2차원 콘텐츠로 매핑한다(S405).
- [0035] 보정된 좌표계로 가상공간 증강을 위한 빔을 투사하여 증강현실을 구현한다(S406).
- [0036] 나아가 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 생성하는 단계(S404)는, 콘텐츠의 특정 좌표에 대한 2차원 좌표를 추출하고, 추출된 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 이후 변환된 3차원 좌표로 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 추출하게 된다.
- [0037] 2차원 좌표를 추출하는 방법으로 예를 들면, 도 7에 도시된 바와 같이 투사 영역의 특정 위치에 체스보드 마커를 위치시키고, 2차원의 체스보드 교점 좌표(콘텐츠 좌표계 O_c 를 이용)를 측정할 수 있다.
- [0038] 또한, 측정된 2차원 좌표들과 깊이 카메라 왜곡 정도 및 깊이감 정보를 이용하여 체스보드로부터 깊이 카메라까지 거리(깊이 카메라 좌표계 O_d 를 이용)에 해당하는 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 생성할 수 있다.
- [0039] 구체적으로 모바일 로봇(300)의 위치 및 회전각과, 깊이 카메라의 영상 좌표를 이용하여 변환행렬을 생성하여

좌표를 구하고, 증강현실 콘텐츠의 좌표를 보정하는 과정을 산술적으로 예시를 들어 설명하면 다음과 같다. 모바일 로봇(300)의 위치 및 회전각과, 깊이 카메라의 영상 좌표를 이용하여 각각 좌표 보정이 이루어질 수도 있고, 본 실시예에서와 같이, 변환행렬을 생성하여 최종적으로 좌표 보정이 이루어질 수도 있다.

우선 모바일 로봇(300)의 이동정보(odometry)를 다음 수학식 1을 통해 구할 수 있다.

수학식 1

$$Odometry = \{x, y, z, \theta_x, \theta_y, \theta_z\}$$

모바일 로봇(300)의 이동정보(odometry)를 이용하여 다음 수학식 2와 같이, 변환행렬(M_{odom})을 생성하고,

이를 통해 가상공간의 3차원 정보($X_{virtualspace}, Y_{virtualspace}, Z_{virtualspace}$)에 적용하여 콘텐츠의 좌표계를 보정할 수 있다.

수학식 2

$$R_{odom} = R_z R_y R_x = R_z = \begin{pmatrix} \cos\theta_z & -\sin\theta_z & 0 & 0 \\ \sin\theta_z & \cos\theta_z & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (\text{if } \theta_x=0, \theta_y=0)$$

$$T_{odom} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$M_{odom} = R_{odom} T_{odom} = \begin{pmatrix} \cos\theta_z & -\sin\theta_z & 0 & 0 \\ \sin\theta_z & \cos\theta_z & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{content} \\ y_{content} \\ 0 \end{bmatrix} = M_{odom} \begin{bmatrix} X_{virtualspace} \\ Y_{virtualspace} \\ Z_{virtualspace} \end{bmatrix}$$

또한, 깊이 카메라의 3차원 깊이정보($X_{depth}, Y_{depth}, Z_{depth}$)에서 변환행렬들을 이용하여 좌표를 구하기 위해서, 깊이 카메라의 좌표값을 이용하여 카메라의 자세정보(Roll, Pitch, Yaw)를 계산할 수 있다.

먼저, 도 7 및 도 12를 참조하면, 깊이 카메라와 투사영역 사이의 회전(R) 벡터 및 평행이동(T) 벡터를 계산하기 위해 다음 수학식 3과 같이, 체스보드의 좌측 상단의 교점(원점)을 기준으로 n , l 값을 이용하여 실제 체스보드의 교점 좌표(3D 좌표, X,Y,Z)들을 정할 수 있다.

수학식 3

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} X_n \\ Y_n \\ Z_n \end{bmatrix} \quad (\text{if } Z_n=0)$$

여기서, n 은 체스보드의 교점 개수이고, l 은 점 사이의 길이를 의미한다.

깊이 카메라로부터 수집된 영상에서의 체스보드 교점 좌표(2D 좌표, x,y)를 영상 처리를 통해 다음 수학식 4와

같이, 추출할 수 있다.

수학식 4

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix}$$

3D 좌표-2D 좌표 쌍을 이용하여 카메라와 투사영역 사이의 회전(R) 벡터 및 평행이동(T) 벡터를 다음 수학식 5와 같이 계산한다.

수학식 5

$$s \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} [R|T] \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

여기서, (f_x, f_y) =카메라 초점거리, (c_x, c_y) =카메라 주점, s =이미지 배율을 의미한다.

또한, 깊이 카메라와 투사 영역 사이의 회전(R) 벡터 및 평행이동(T) 벡터를 이용하여 카메라의 자세정보인 변환행렬(M_{camera})을 다음 수학식 6과 같이 계산할 수 있다.

수학식 6

$$M_{camera} = R^{-1}(O - T) = -R^{-1}T$$

이제 위에서 계산된 변환행렬들(M_{odom} , M_{camera})을 다음 수학식 7과 같이, 깊이 카메라의 3차원 정보(X_{depth} , Y_{depth} , Z_{depth})에 적용하여 콘텐츠의 좌표계를 보정할 수 있다.

수학식 7

$$\begin{bmatrix} x_{content} \\ y_{content} \\ 0 \end{bmatrix} = M_{odom} M_{camera} \begin{bmatrix} X_{depth} \\ Y_{depth} \\ Z_{depth} \end{bmatrix}$$

도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 빔프로젝터 및 깊이 카메라를 구비한 모바일 로봇(300) 기반의 증강현실 시스템은, 주행정보 및 깊이감 정보에 따라 좌표계를 보정하기 위해 변환행렬생성부(100)와 좌표계보정부(200)를 포함할 수 있다.

변환행렬생성부(100)는 모바일 로봇(300)의 주행정보에 따라 모바일 로봇(300)의 위치 및 회전각을 계산하고, 상기 모바일 로봇(300)의 위치 및 회전각을 이용한 변환행렬을 생성하고, 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 생성한다.

나아가, 변환행렬생성부(100)는 추출모듈(110), 위치/좌표계산모듈(120) 및 행렬 생성모듈을 더 포함한다.

추출모듈(110)은 모바일 로봇(300)의 주행정보를 추출하며, 콘텐츠의 특정 좌표에 대한 2차원 좌표를 추출한다.

위치/좌표계산모듈(120)은 모바일로 로봇의 위치를 계산하며, 상기 추출된 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환하는 역할을 수행한다.

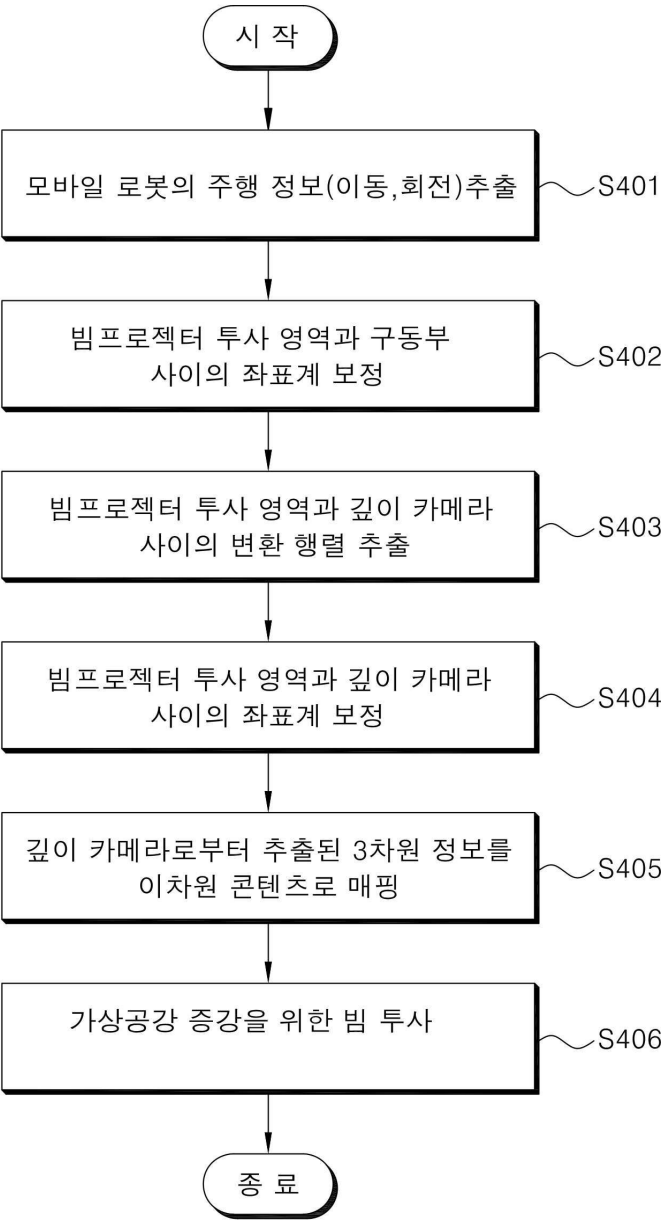
- [0064] 행렬생성모듈(130)은 모바일 로봇(300)의 위치 및 회전각을 이용한 변환행렬을 생성하며, 상기 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 변환행렬을 생성할 수 있다.
- [0065] 좌표계보정부(200)는 모바일 로봇(300)에 구비된 빔프로젝터의 투사 영역과 모바일 로봇(300)의 구동부 간의 좌표계를 보정하며, 상기 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 좌표계를 보정한다.
- [0066] 나아가, 좌표계 보정부는 행렬저장모듈(210)과 좌표보정모듈(220)을 더 포함한다.
- [0067] 행렬저장모듈(210)은 생성된 변환행렬을 저장하며, 좌표보정모듈(220)은 저장된 변환행렬을 이용하여 상기 모바일 로봇(300)에 구비된 빔프로젝터의 투사 영역과 모바일 로봇(300)의 구동부 간의 좌표계를 보정하며, 상기 빔프로젝터의 투사 영역과 깊이 카메라 간의 좌표계를 보정할 수 있다.
- [0068] 본 발명의 좌표계 보정 방법을 이용한 콘텐츠 활용 예시를 도 9 내지 도 11에 도시하고 있다.
- [0069] 도 9는 발자국 증강 콘텐츠로서, 사용자의 보행에 따른 발자국 위치를 투사 영역에 증강시키는 콘텐츠를 나타내고 있다.
- [0070] 발자국 증강 콘텐츠에 좌표계 보정 방법을 적용하면, 사용자의 이동에 따라 투사 영역은 변경되지만, 증강된 콘텐츠는 절대 좌표를 통해 초기 위치를 유지하도록 할 수 있다.
- [0071] 마찬가지로 도 10은 2개 이상 거점(waypoint) 사이의 거리를 측정하는 콘텐츠인데, 본 발명의 좌표계 보정 방법을 적용하면, 사용자의 이동에 따라 투사 영역이 변경되지만 증강된 콘텐츠는 절대 좌표를 통해 초기 위치를 유지할 수 있다.
- [0072] 또한, 도 11은 투사 영역에 증강된 외줄을 사용자가 따라 걸으며 균형 훈련을 하는 콘텐츠이며, 본 발명의 좌표계 보정 방법을 적용하면, 사용자의 이동에 따라 투사 영역이 변경되지만 증강된 콘텐츠는 절대 좌표를 통해 초기 위치를 유지할 수 있다.

부호의 설명

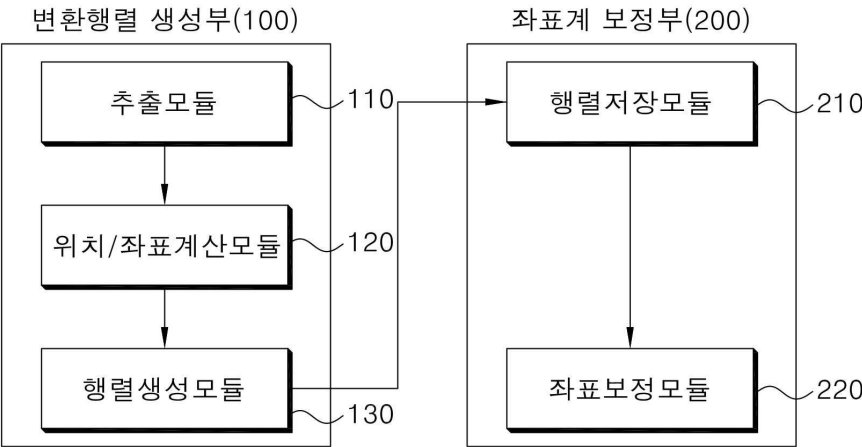
- [0073] 100 ; 변환행렬생성부
110 ; 추출모듈
120 ; 위치/좌표계산모듈
130 ; 행렬생성모듈
200 ; 좌표계보정부
210 ; 행렬저장모듈
220 ; 좌표보정모듈
300 ; 모바일 로봇

도면

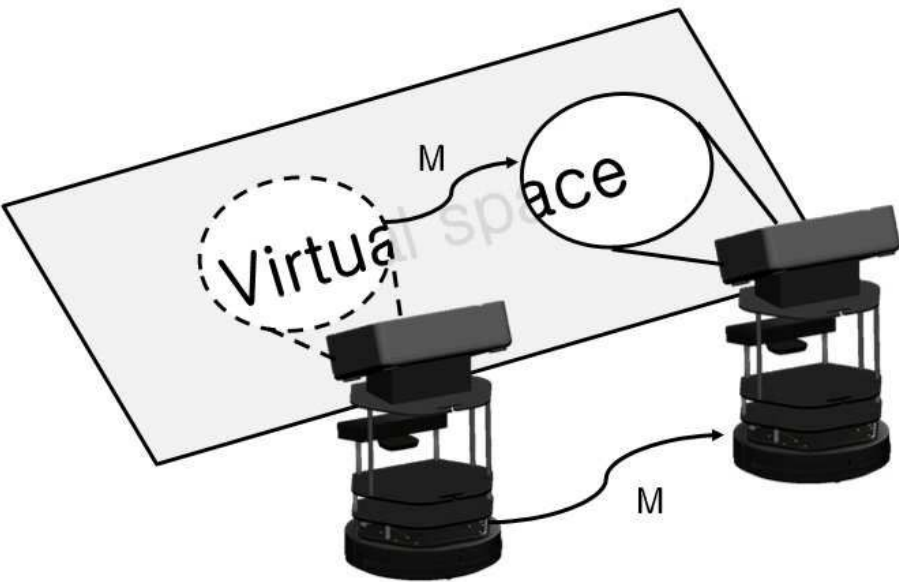
도면1



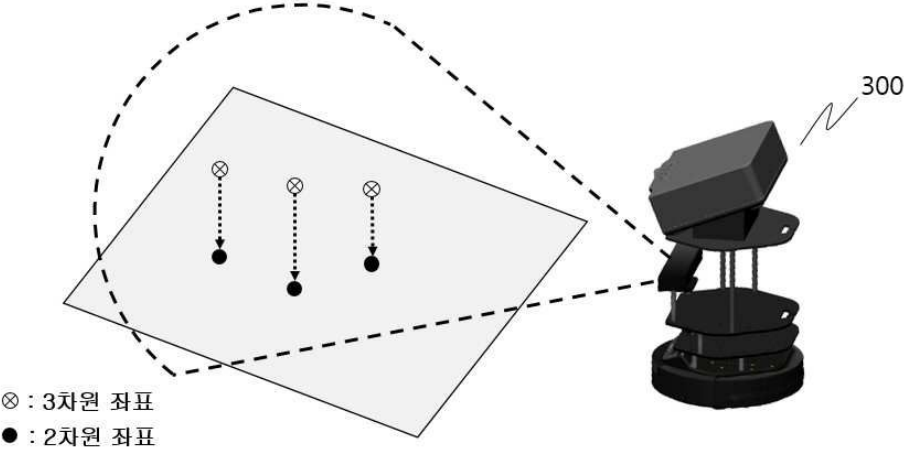
도면2



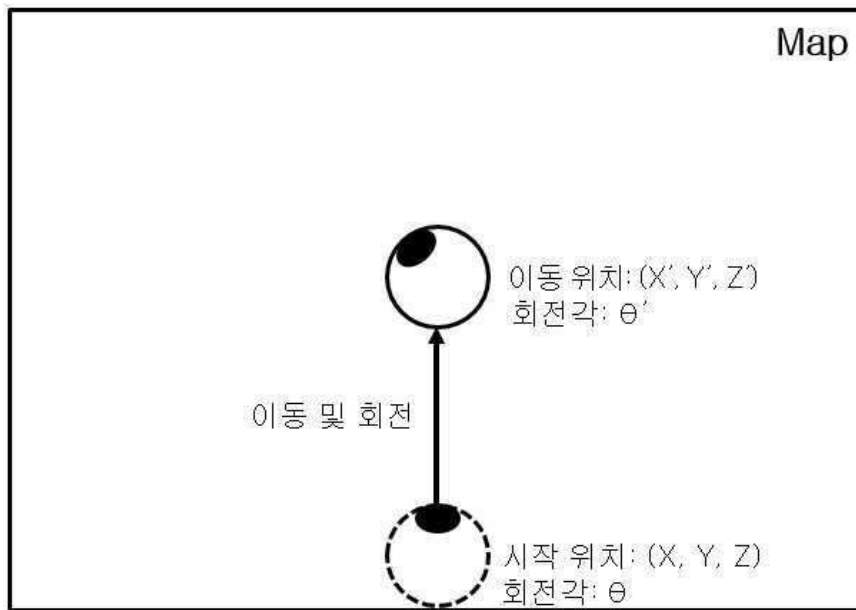
도면3



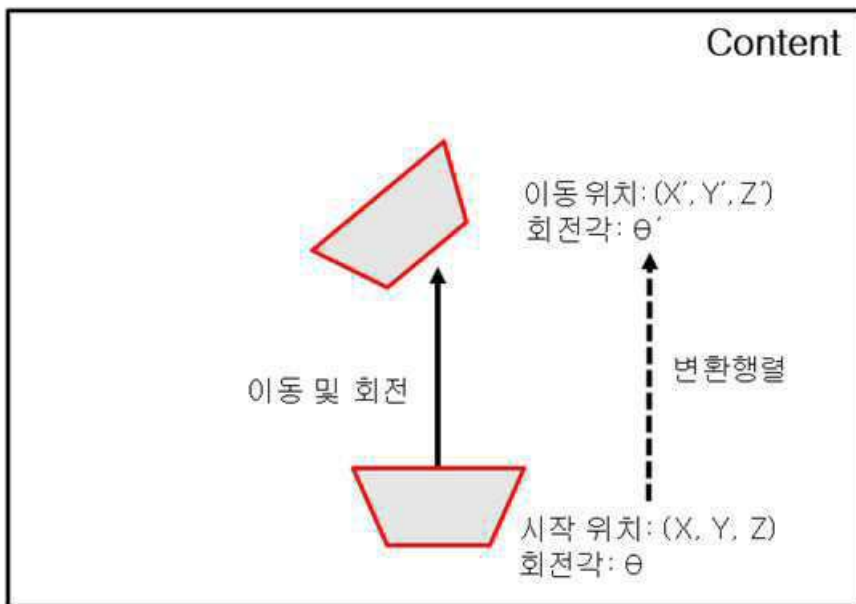
도면4



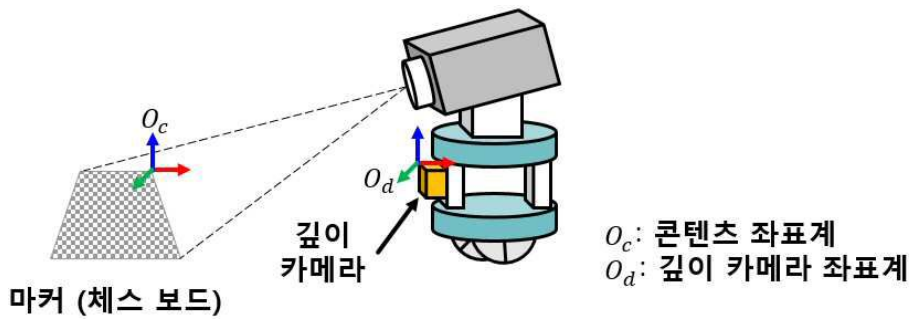
도면5



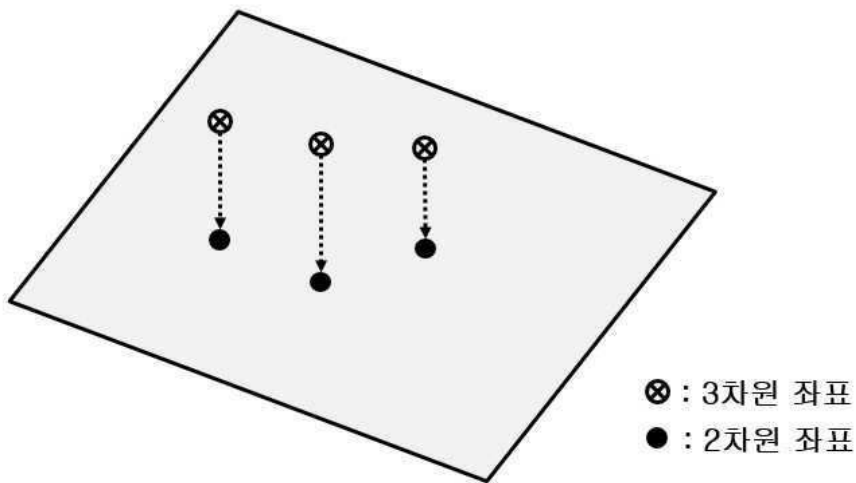
도면6



도면7



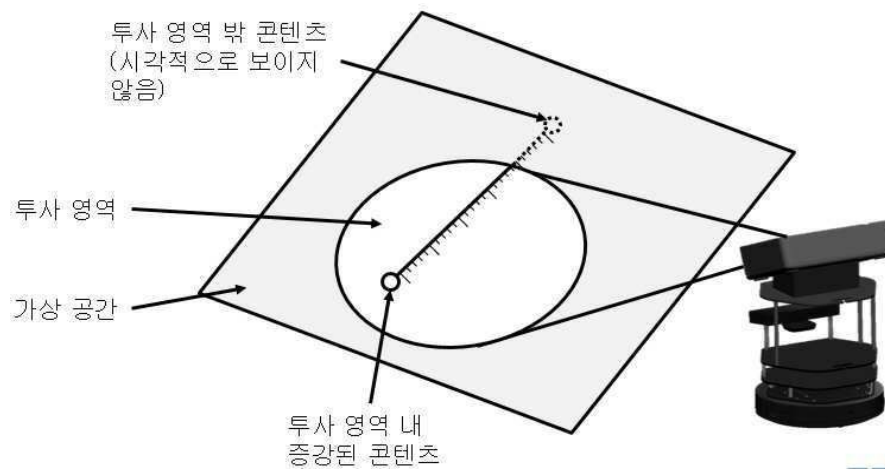
도면8



도면9



도면10



도면11



도면12

