



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0113027
(43) 공개일자 2018년10월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/80 (2017.01) G06T 1/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/80 (2017.01)
G06F 3/016 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0044187
(22) 출원일자 2017년04월05일
심사청구일자 2017년04월05일

(71) 출원인
광주과학기술원
광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동)
(72) 발명자
배유성
광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 기계공학부
류계하
광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 기계공학부
(74) 대리인
김기문

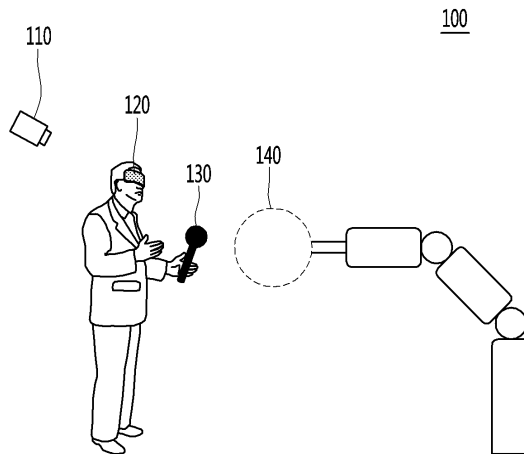
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 인카운터 타입 햅틱 시스템에서 임의의 툴에 대한 툴 캘리브레이션 방법

(57) 요약

본 발명은 인카운터 타입 햅틱 시스템에서 툴 캘리브레이션을 수행하는 방법에 관한 것이다. 구체적으로 본 발명의 일 실시 예에 따른 인카운터-햅틱 시스템의 툴 캘리브레이션 방법은, 가상현실에서 추가하고자 하는 툴을 선택하는 입력을 수신하는 단계, 선택한 툴에 대한 대표 형태를 선택하는 입력을 수신하는 단계, 마커를 통해 툴 표면의 특정 지점에 마킹을 입력 받는 단계 및 마킹 및 선택한 툴의 대표 형태에 기초하여 툴 캘리브레이션(tool calibration)을 수행하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



- (52) CPC특허분류
G06T 1/0014 (2013.01)
G06T 7/70 (2017.01)
G06T 2207/30204 (2013.01)

이창규

광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 기계공학부

- (72) 발명자

백상윤

광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 기계공학부

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	GM09400
부처명	국토교통부
연구관리전문기관	국토교통과학기술원진흥원
연구사업명	플랜트연구사업
연구과제명	햅틱기반 플랜트 안전훈련시스템 기술 개발
기여율	1/1
주관기관	(주)틀레미시스템
연구기간	2016.04.26 ~ 2017.01.31

명세서

청구범위

청구항 1

인카운터 타입 햅틱 시스템에서 임의의 툴에 대한 툴 캘리브레이션 방법에 있어서,
 가상현실에서 추가하고자 하는 툴을 선택하는 입력을 수신하는 단계;
 선택한 툴에 대한 대표 형태를 선택하는 입력을 수신하는 단계;
 마커를 통해 툴 표면의 특정 지점에 마킹을 입력 받는 단계; 및
 마킹 및 선택한 툴의 대표 형태에 기초하여 툴 캘리브레이션(tool calibration)을 수행하는 단계를 포함하는
 툴 캘리브레이션 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,
 마킹 및 선택한 툴의 대표 형태에 기초하여 툴 캘리브레이션을 수행하는 단계는
 선택한 툴의 대표 형태를 마킹에 따라 회전 또는 형태 변화를 가하여 툴 캘리브레이션을 수행하는 단계를 포함
 하는
 툴 캘리브레이션 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,
 툴에 대한 대표 형태는 추가하고자 하는 툴에 따라 달라지는
 툴 캘리브레이션 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,
 추가하고자 하는 툴이 실제 툴의 포즈를 제어하는 장치에 부착되는 단계를 더 포함하는
 툴 캘리브레이션 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,
 선택한 대표 형태에 따른 마킹 지점을 사용자에게 알려주는 단계를 더 포함하는
 툴 캘리브레이션 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 인카운터 타입 햅틱 시스템에서 임의의 툴에 대한 툴 캘리브레이션 방법 및 그 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] '인카운터 타입 햅틱'이란 가상 환경이나 증강현실에서 촉감을 제공하는 방법 중 하나이다. 촉감을 제공하고자

하는 가상 물체에 대응되는 실제 물체를 실제공간에 위치시키고, 실제공간의 실제물체와 접촉하며 촉감을 느끼는 방식이다. 예를 들어, 가상환경에서 축구공이 보인다면, 가상축구공과 동일한 크기의 공 형상의 물체를 동일한 포즈로 배치하여, 공 형상의 물체를 만지며 가상축구공과 상호작용하는 식이다. 보통 '인카운터 타입 햅틱'에서 실제물체는 로봇에 부착되어 움직인다.

[0003] 가상환경에서 '인카운터 타입 햅틱 시스템'을 설계하는 일반적인 방법은 가상환경에서 보이는 가상물체와 동일한 형태와 포즈를 취한 실제물체를 실제 공간상에 제시하는 것이다. 이 때, 올바른 촉감을 제공하기 위해서는 가상물체와 실제물체의 형태가 일치해야 하며, 툴 캘리브레이션(Tool calibration)이 동반되어야 한다. 여기에서 Tool calibration이란, 실제물체의 위치와 자세를 파악하고 실제물체가 가상물체와 동일한 포즈를 취할 수 있도록 하는 과정이다. 이를 달성하기 위해 실제 물체의 자세는 로봇에 의해 제어된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 추가적인 추적기 또는 3D 스캐너 없이도 툴 캘리브레이션을 수행할 수 있는 인카운터-햅틱 시스템을 제안한다.

과제의 해결 수단

[0005] 인카운터 타입 햅틱 시스템에서 임의의 툴에 대한 툴 캘리브레이션 방법에 있어서, 가상현실에서 추가하고자 하는 툴을 선택하는 입력을 수신하는 단계, 선택한 툴에 대한 대표 형태를 선택하는 입력을 수신하는 단계, 마커를 통해 툴 표면의 특정 지점에 마킹을 입력 받는 단계 및 마킹 및 선택한 툴의 대표 형태에 기초하여 툴 캘리브레이션(tool calibration)을 수행하는 단계를 포함하는 툴 캘리브레이션 방법.

발명의 효과

[0006] 본 발명은 추가적인 추적기 또는 3D 스캐너 없이도 툴 캘리브레이션을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 인카운터 타입 햅틱 시스템을 설계하기 위한 카메라 캘리브레이션 과정을 개략적으로 나타낸다.
 도 2는 인카운터 타입 햅틱 시스템을 설계하기 위한 툴 캘리브레이션 과정을 개략적으로 나타낸다.
 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 툴 캘리브레이션 방법을 통한 인카운터-햅틱 시스템을 나타낸다.
 도 4은 본 발명의 일 실시 예에 따른 인카운터-햅틱 시스템에서의 툴 캘리브레이션 과정을 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0009] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0010] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있

다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

- [0011] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0012] 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0013] 도 1은 인카운터 타입 햅틱 시스템을 설계하기 위한 카메라 캘리브레이션 과정을 개략적으로 나타낸다.
- [0014] 상술한바와 같이, 가상 환경에서 '인카운터 타입 햅틱 시스템'을 설계하는 일반적인 방법은 가상 환경에서 보이는 가상 물체와 동일한 포즈를 취한 실제 물체를 실제 공간상에 제시하는 것이다. 이때, 가상 환경과 실제 물체의 포즈를 일치시키기 위해서 카메라 캘리브레이션(camera calibration) 과 툴 캘리브레이션(tool calibration)이 수행되어야 한다.
- [0015] 카메라 캘리브레이션이란 실제 공간에서 마커의 포즈와 가상공간에서 마커 모델의 포즈를 측정하고 이를 이용하여 실제공간과 가상공간 사이의 관계를 파악하는 과정이다.
- [0016] 도 1에 도시된 바와 같이, 가상공간의 마커(1) 및 실제공간의 마커(2)가 시스템에 포함되어 있다. 그리고 가상공간의 마커(1)의 포즈와 실제공간의 마커(2) 포즈간의 관계를 판단한다. 그리고 판단된 관계를 바탕으로 실제공간과 가상공간과의 관계를 판단한다.
- [0017] 도 2는 인카운터 타입 햅틱 시스템을 설계하기 위한 툴 캘리브레이션 과정을 개략적으로 나타낸다.
- [0018] 툴 캘리브레이션이란 카메라 캘리브레이션을 통해 획득한 실제공간과 가상공간과의 관계를 이용하여 실제 툴의 포즈와 가상 툴의 포즈를 일치시키는 과정이다. 구체적으로 툴 캘리브레이션은 리얼 툴의 포즈를 측정하여 가상 툴을 업데이트하고, 가상 툴의 포즈를 통해 리얼 툴의 포즈를 제어하는 과정이다.
- [0019] 일반적인 툴 캘리브레이션 방법은 두가지가 있다.
- [0020] 도 2(a)는 추가적인 측정 장치(3)를 이용하여 툴 캘리브레이션을 수행하는 것을 나타낸다. 구체적으로 마커가 아닌 임의의 실제 툴의 포즈를 측정하기 위해 추가적인 측정 장치(3)를 이용할 수 있다. 이때 추가적인 측정 장치는 트래커(tracker)일 수 있다.
- [0021] 추가적인 측정 장치를 이용하는 방법은 먼저, 실제 툴(5)의 표면에 다수의 마커(4)를 부착한다. 그리고 추가적인 측정 장치(3)가 다수의 마커(4)를 측정하여 툴 캘리브레이션을 수행한다.
- [0022] 그러나, 추가적인 측정 장치를 이용하는 방법의 경우 측정 장치가 고가의 장비 비용이 많이 소모되는 단점이 있다. 또한, 추가로 측정 장비를 설치하는 것 자체가 부담이 될 수 있으며, 임의의 물체마다 다수의 마커를 부착해야 하는 부담이 있을 수 있다. 또한, 최근 출시되는 VR 장치들이 기본적으로 IR 트래커를 사용하고 있는바, 추가적인 측정 장치가 IR을 이용하는 장비인 경우 VR 장치와 동시에 사용할 수 없는 문제점도 있다.
- [0023] 도 2(b)는 순방향 운동학(forward kinematics)를 이용하여 툴 캘리브레이션을 수행하는 것을 나타낸다. 구체적으로 실제 툴의 포즈를 제어하는 로봇의 엔드-이펙터(6)의 포즈 및 엔드-이펙터(6)와 실제 툴(7)간의 동차 변환(homogeneous transform)을 알 수 있을 때 순방향 운동학 계산을 통해 로봇 엔드-이펙터(6)에 부착된 실제 툴(7)의 포즈를 계산한다. 순방향 운동학을 이용하는 방법의 경우 추가적인 측정 장치가 필요 없다는 장점이 있다.
- [0024] 그러나, 로봇의 엔드-이펙터와 임의의 툴 간의 동차 변환을 알기 위해서는 임의의 툴의 3차원 데이터가 필요하다. 따라서, 임의의 툴이라 하더라도 도면을 가진 툴에 대해서만 사용할 수 있다는 제약이 있다. 또한, 도면이 없는 경우 3D 스캐너를 사용해 3차원 데이터를 확보해야만하나, 3D 스캐너는 고가의 장치로 많이 비용이 소모되는 문제가 있다.
- [0025] 이에, 이하에서는 상술한 문제점을 해결할 수 있는 본 발명의 일 실시 예에 따른 툴 캘리브레이션 방법 및 시스템을 설명한다.
- [0026] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 툴 캘리브레이션 방법을 통한 인카운터-햅틱 시스템을 나타낸다.
- [0027] 본 발명의 일 실시 예에 따른 인카운터-햅틱 시스템(100)은 헤드 마운트 디스플레이(Head Mount Display for virtual reality; HMD, 120), 마커(Marker, 130) 및 실제 툴(140)을 포함할 수 있다. 경우에 따라서 인카운터-

햅틱 시스템(100)은 추적기(tracker, 110)을 더 포함할 수 도 있다.

- [0028] 헤드 마운트 디스플레이(120)는 안경처럼 머리에 쓰고 대형 영상을 시청할 수 있는 영상표시장치이다.
- [0029] 마커(130)는 가상 물체와 실제 물체간의 상호작용을 위한 도구이다. 마커(130)는 실제 물체에 포인트 마킹을 위한 도구일 수 있으며, 또한, 헤드 마운트 디스플레이에 표시되는 가상 물체를 조작하기 위한 조작 도구일 수 있다.
- [0030] 도 4은 본 발명의 일 실시 예에 따른 인카운터-햅틱 시스템에서의 툴 캘리브레이션 과정을 나타내는 흐름도이다.
- [0031] 인카운터-햅틱 시스템은 툴의 대표 형태를 선택한다(S101). 이때, 툴의 대표 형태의 툴의 대략적인 형태를 제시하기 위한 것일 수 있다. 예를 들면, 툴 캘리브레이션하고자 하는 실제 툴이 원형의 형상인 경우, 툴의 대표 형태로 원형을 선택할 수 있다.
- [0032] 구체적인 실시 예에서, 인카운터-햅틱 시스템은 헤드 마운트 디스플레이를 통해 선택 가능한 형태의 리스트를 표시한다. 그리고, 인카운터-햅틱 시스템은 추가하고자 하는 형태에 관한 선택 입력을 수신한다.
- [0033] 이때, 인카운터-햅틱 시스템은 추가하고자 하는 툴의 종류를 입력 받고, 각 툴의 대표 형태에 관한 입력을 수신할 수 있다. 그리고 사용자는 선택된 툴을 실제 툴의 포즈를 제어하는 장치에 부착할 수 있다. 3D 형상을 이미 알고 있는 툴을 부착함으로써 기존의 방법과 달리 3D 스캐너 또는 포즈 제어 장치의 엔드-이펙터 및 툴간의 단차 변환을 알 필요가 없다.
- [0034] 일 실시 예에서, 인카운터-햅틱 시스템은 먼저 툴을 휠(wheel)로 선택하는 입력을 수신할 수 있다. 그리고 휠에 관한 대표 형태로 원형의 형태를 선택하는 입력을 수신할 수 있다. 이후 사용자는 인카운터-햅틱 시스템에 휠을 부착할 수 있다.
- [0035] 또 다른 일 실시 예에서, 인카운터-햅틱 시스템은 툴을 버튼(button)으로 선택하는 입력을 수신할 수 있다. 그리고 버튼의 대표 형태를 선택하는 입력을 수신할 수 있다. 이후 사용자는 인카운터-햅틱 시스템에 버튼을 부착할 수 있다.
- [0036] 또 다른 일 실시 예에서, 인카운터-햅틱 시스템은 툴을 레버(lever)로 선택하는 입력을 수신할 수 있다.
- [0037] 또 다른 일 실시 예에서, 인카운터-햅틱 시스템은 툴을 글러브로 선택하는 입력을 수신할 수 있다. 이 경우, 인카운터-햅틱 시스템은 글러브에 대한 대표 형태로 권투 글러브 또는 야구 글러브를 표시할 수 있다.
- [0038] 인카운터-햅틱 시스템은 추가하고자 하는 툴의 종류에 따라 다른 형태를 표시할 수 있다.
- [0039] 툴의 대표 형태를 선택한 후, 인카운터-햅틱 시스템은 실제 툴의 표면 위에 복수개의 지점을 마커를 통해 입력받는다(S103). 구체적으로, 인카운터-햅틱 시스템은 선택된 대표 형태와 실제 툴간의 캘리브레이션을 위해 실제 툴의 복수개의 지점을 마커를 통해 입력받는다. 인카운터-햅틱 시스템은 사용자에게 마킹 지점을 안내하고, 사용자는 안내에 따라 마커를 이용하여 실제 툴의 표면에 마커를 기록할 수 있다. 이때, 마커의 개수는 선택된 형태에 따라 달라질 수 있다.
- [0040] 일 실시 예에서, 선택된 툴이 휠인 경우, 휠의 표면에 툴 캘리브레이션을 위한 마킹이 수행될 수 있다. 또 다른 실시 예에서 선택된 툴이 버튼인 경우, 버튼 온/오프 상태 각각에 대한 툴 캘리브레이션을 위한 마킹이 수행될 수 있다.
- [0041] 인카운터-햅틱 시스템은 가상 툴과 실제 툴간의 툴 캘리브레이션을 수행한다(S105). 구체적으로 인카운터-햅틱 시스템은 선택된 대표 형태 및 마킹 기록에 기초하여 툴 캘리브레이션을 수행한다. 인카운터-햅틱 시스템은 선택된 대표 형태를 기초로 마킹 기록을 반영하여 툴 캘리브레이션을 수행할 수 있다. 이때, 인카운터-햅틱 시스템은 대표 형태에 회전 및 형태 변화를 가하여 툴 캘리브레이션을 수행할 수 있다.
- [0042] 툴 캘리브레이션이 완료되면, 인카운터-햅틱 시스템은 마커를 통해 툴 캘리브레이션 결과를 확인한다(S107). 구체적으로 인카운터-햅틱 시스템은 사용자로부터 툴 캘리브레이션 결과 확인을 위한 마커 제어 입력을 받을 수 있다. 그리고, 그리고 마커 제어에 따라 가상 현실에서의 가상 툴이 제어되는 것을 확인하는 경우, 사용자에게 툴 캘리브레이션 완료의 메시지를 표시할 수 있다.
- [0043] 상기에서는 휠(wheel) 또는 버튼을 일 예로 툴 캘리브레이션을 설명하였으나, 툴은 애플리케이션의 종류에 따라 달라질 수 있다. 예를 들면 툴은 권투 글러브, 막대, 또는 공이 될 수도 있다. 상술한 바와 같이 본 발명의 일

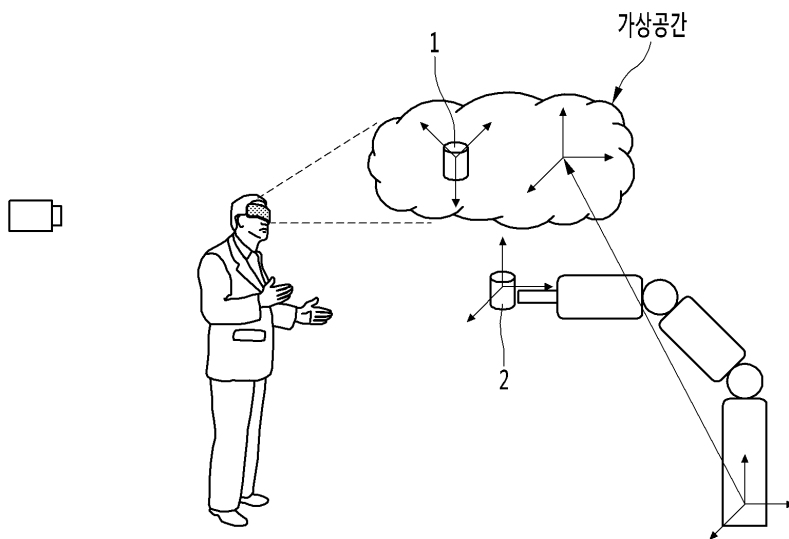
실시 예에 따른 인카운터-햅틱 시스템은 선택된 툴에 따라 다른 선택 가능한 대표 형태를 표시할 수 있고, 각 형태에 맞는 적절한 마킹 포인트를 제안할 수 있다.

[0044] 따라서, 본 발명의 일 실시 예에 따른 툴 캘리브레이션 방법에 따르면 별도의 추적기 없이도 실제 툴과 가상 툴 간의 툴 캘리브레이션을 수행할 수 있어, 추적기 준비를 위한 별도의 비용이 필요하지 않은 장점이 있다. 또한, 툴을 선택하고 선택한 툴을 실제 툴의 포즈를 제어하는 로봇에 부착하여 마킹을 수행하는 것으로, 로봇의 엔드-이펙터와 임의의 툴 간의 동차 변환을 반드시 알아야할 필요가 없으며, 추가적으로 3D 스캐너를 준비할 필요가 없는 장점이 있다.

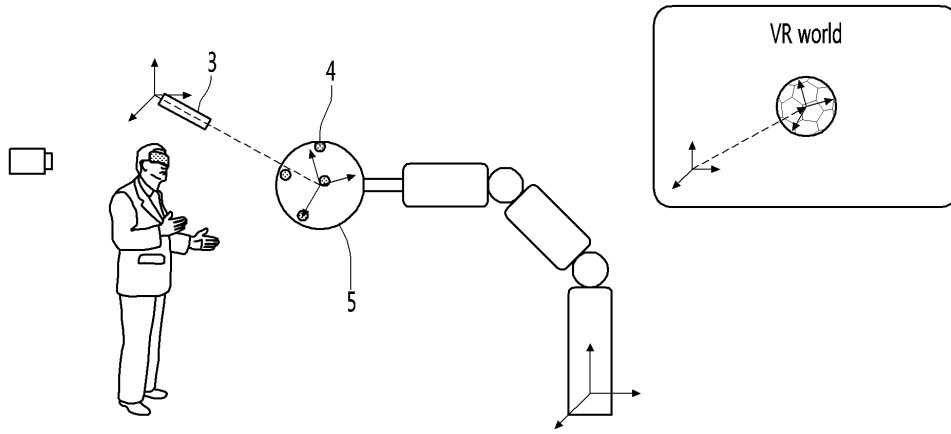
[0045] 전술한 본 발명은, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체의 예로는, HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Disk), SDD(Silicon Disk Drive), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

도면

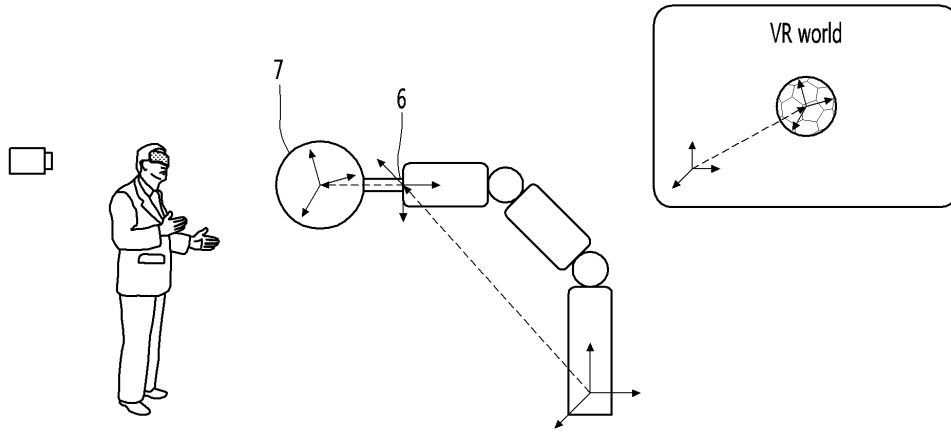
도면1



도면2

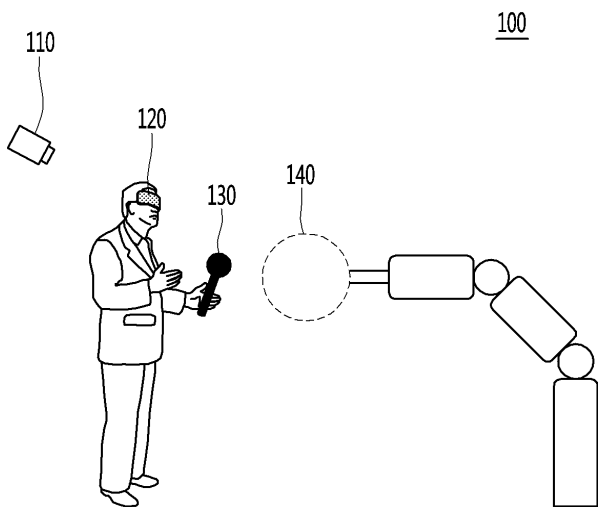


(a)



(b)

도면3



100

도면4

