



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0012999  
(43) 공개일자 2019년02월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 34/20 (2016.01) A61B 90/00 (2016.01)  
(52) CPC특허분류  
A61B 34/20 (2016.02)  
A61B 90/39 (2016.02)  
(21) 출원번호 10-2017-0096873  
(22) 출원일자 2017년07월31일  
심사청구일자 2017년07월31일

(71) 출원인  
경북대학교 산학협력단  
대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)  
(72) 발명자  
김민영  
서울특별시 서초구 사평대로 154, 101동 1012호(반포동, 현대동궁아파트)  
조영진  
대구광역시 수성구 파동로32길 61(파동)  
오현민  
대구광역시 북구 대현남로6길 20, 308동 1205호(대현동, 대구대현엘에이치3단지)  
(74) 대리인  
김태현

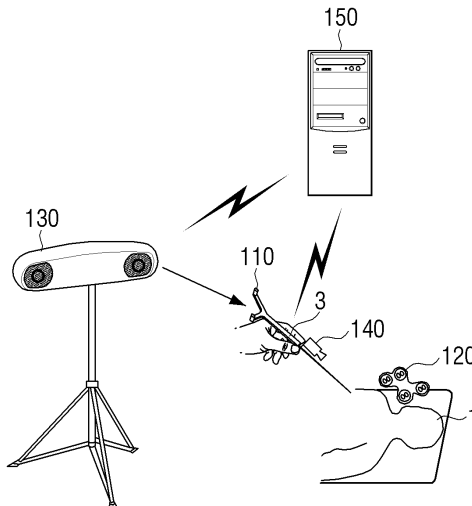
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **광학 추적 시스템 및 제어 방법**

**(57) 요약**

광학 추적 시스템 및 제어 방법이 개시된다. 광학 추적 시스템은 의료 도구, 상기 의료 도구의 일단에 장착된 제1 마커, 환부에 배치되는 제2 마커, 상기 제1 마커의 위치를 감지하여 제1 마커 감지 신호를 생성하는 광추적기, 상기 의료 도구의 타단을 향해 장착되고, 상기 제2 마커의 위치를 감지하여 제2 마커 감지 신호를 생성하는 비전 센서 및 상기 광추적기에서 생성된 제1 마커 감지 신호 및 상기 비전센서에서 생성된 제2 마커 감지 신호를 수신하며, 상기 제1 마커 감지 신호에 기초하여 상기 의료 도구의 제1 위치 데이터를 산출하고, 상기 제2 마커 감지 신호에 기초하여 상기 의료 도구의 제2 위치 데이터를 산출하며, 상기 제1 위치 데이터 및 상기 제2 위치 데이터에 기초하여 상기 의료 도구의 위치를 검출하는 프로세서를 포함한다.

**대표도** - 도2



(52) CPC특허분류  
A61B 2034/2055 (2016.02)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

의료 도구;

상기 의료 도구의 일단에 장착된 제1 마커;

환부에 배치되는 제2 마커;

상기 제1 마커의 위치를 감지하여 제1 마커 감지 신호를 생성하는 광추적기;

상기 의료 도구의 타단을 향해 장착되고, 상기 제2 마커의 위치를 감지하여 제2 마커 감지 신호를 생성하는 비전센서; 및

상기 광추적기에서 생성된 제1 마커 감지 신호 및 상기 비전센서에서 생성된 제2 마커 감지 신호를 수신하며, 상기 제1 마커 감지 신호에 기초하여 상기 의료 도구의 제1 위치 데이터를 산출하고, 상기 제2 마커 감지 신호에 기초하여 상기 의료 도구의 제2 위치 데이터를 산출하며, 상기 제1 위치 데이터 및 상기 제2 위치 데이터에 기초하여 상기 의료 도구의 위치를 검출하는 프로세서;를 포함하는 광학 추적 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1 마커 감지 신호에 기초하여 상기 의료 도구의 제1 자세 데이터를 더 산출하고, 상기 제2 마커 감지 신호에 기초하여 상기 의료 도구의 제2 자세 데이터를 더 산출하는 광학 추적 시스템.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 의료 도구의 제1 및 제2 자세 데이터는,

롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw) 정보를 포함하는 광학 추적 시스템.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

체크보드 및 상기 의료 도구의 움직임에 기초하여 상기 제1 위치 데이터와 관련된 좌표계와 상기 제2 위치 데이터와 관련된 좌표계를 일치시키는 광학 추적 시스템.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 비전센서는,

매 프레임마다 상기 제2 마커의 위치를 감지하여 상기 제2 마커 감지 신호를 생성하는 광학 추적 시스템.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 광추적기에서 폐색(occlusion)이 발생하지 않은 경우, 상기 제1 마커 감지 신호 및 상기 제2 마커 감지 신

호 모두를 이용하여 상기 의료 도구의 위치를 검출하고,

상기 광추적기에서 폐색(occlusion)이 발생하는 경우, 상기 제2 마커 감지 신호만을 이용하여 상기 의료 도구의 위치를 검출하는 광학 추적 시스템.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

칼만필터에 기초하여 상기 의료 도구의 위치를 검출하는 광학 추적 시스템.

**청구항 8**

광학 추적 시스템의 제어 방법에 있어서,

광추적기가 의료 도구의 일단에 장착된 제1 마커의 위치를 감지하여 제1 마커 감지 신호를 생성하는 단계;

상기 의료 도구의 타단을 향해 장착된 비전센서가 환부에 배치되는 제2 마커의 위치를 감지하여 제2 마커 감지 신호를 생성하는 단계;

상기 제1 마커 감지 신호 및 상기 제2 마커 감지 신호를 수신하는 단계;

상기 제1 마커 감지 신호에 기초한 상기 의료 도구의 제1 위치 데이터 및 상기 제2 마커 감지 신호에 기초한 상기 의료 도구의 제2 위치 데이터를 산출하는 단계; 및

상기 제1 위치 데이터 및 상기 제2 위치 데이터에 기초하여 상기 의료 도구의 위치를 검출하는 단계;를 포함하는 광학 추적 시스템의 제어 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 개시는 광학 추적 시스템 및 제어 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 의료 도구의 위치를 추적하여 검출하는 광학 추적 시스템 및 제어 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 의료로봇 기술의 발전에 따라 최소침습수술과 같은 최소한의 절개를 통해 내시경과 소형의 수술도구를 사용한 수술기법이 각광받고 있다. 하지만 최소침습수술 방식은 내시경만으로 환부에 접근해야 하므로 시야 확보에 어려운 점이 있다. 따라서, 시야 확보를 위해 수술 네비게이션 시스템이 사용된다. 수술 네비게이션 시스템은 현재 수술도구의 위치 및 수술도구가 환부에 안전하게 접근하고 있는지에 대한 정보를 표시함으로써 수술자의 부담을 줄이고 안전성을 높일 수 있다.

[0003] 일반적인 수술 네비게이션 시스템은 자기장추적기나 광추적기를 이용한다. 그러나, 자기장추적기는 다른 추적 방식에 비해 정확도가 떨어진다. 또한, 자기장추적기는 의료용 기기에서 발생하는 외부 자기장이나 금속 물질에 의해 자기장 교란에 의해 추적이 불가능하다는 문제점이 있다.

[0004] 광추적기는 다른 추적 방식에 비해 정확도가 높고 환경적 요인에 영향을 받지 않는다는 장점이 있다. 그러나, 추적기와 수술도구 사이에 시야가 항상 확보되어야 하며, 수술도구가 장애물에 의해 가려지는 경우 폐색(occlusion)이 발생되어 추적이 불가능하다는 문제점이 있다. 즉 도 1(a)에 도시된 바와 같이 광추적기는 수술도구에 부착된 마커를 검출하여 수술도구의 위치를 추적할 수 있으나, 도 1(b)에 도시된 바와 같이 광추적기는 복수의 마커 중 하나의 마커에 대해 폐색이 발생한 경우에도 수술도구의 위치를 추적할 수 없는 문제점이 있다. 따라서, 광추적 방식의 단점을 보완하여 폐색이 발생한 경우에도 지속적으로 수술도구를 추적할 수 있는 기술에 대한 필요성이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 개시는 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 개시의 목적은 수술용 네비게이션에서 폐색이 발생하더라도 의료 도구의 위치를 추적할 수 있는 광학 추적 시스템 및 제어 방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 이상과 같은 목적을 달성하기 위한 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 광학 추적 시스템은 의료 도구, 상기 의료 도구의 일단에 장착된 제1 마커, 환부에 배치되는 제2 마커, 상기 제1 마커의 위치를 감지하여 제1 마커 감지 신호를 생성하는 광추적기, 상기 의료 도구의 타단을 향해 장착되고, 상기 제2 마커의 위치를 감지하여 제2 마커 감지 신호를 생성하는 비전센서 및 상기 광추적기에서 생성된 제1 마커 감지 신호 및 상기 비전센서에서 생성된 제2 마커 감지 신호를 수신하며, 상기 제1 마커 감지 신호에 기초하여 상기 의료 도구의 제1 위치 데이터를 산출하고, 상기 제2 마커 감지 신호에 기초하여 상기 의료 도구의 제2 위치 데이터를 산출하며, 상기 제1 위치 데이터 및 상기 제2 위치 데이터에 기초하여 상기 의료 도구의 위치를 검출하는 프로세서를 포함한다.

[0007] 그리고, 상기 프로세서는 상기 제1 마커 감지 신호에 기초하여 상기 의료 도구의 제1 자세 데이터를 더 산출하고, 상기 제2 마커 감지 신호에 기초하여 상기 의료 도구의 제2 자세 데이터를 더 산출할 수 있다.

[0008] 한편, 상기 의료 도구의 제1 및 제2 자세 데이터는 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw) 정보를 포함할 수 있다.

[0009] 그리고, 상기 프로세서는 체커보드 및 상기 의료 도구의 움직임에 기초하여 상기 제1 위치 데이터와 관련된 좌표계와 상기 제2 위치 데이터와 관련된 좌표계를 일치시킬 수 있다.

[0010] 또한, 상기 비전센서는 매 프레임마다 상기 제2 마커의 위치를 감지하여 상기 제2 마커 감지 신호를 생성할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 프로세서는 상기 광추적기에서 폐색(occlusion)이 발생하지 않은 경우, 상기 제1 마커 감지 신호 및 상기 제2 마커 감지 신호 모두를 이용하여 상기 의료 도구의 위치를 검출하고, 상기 광추적기에서 폐색(occlusion)이 발생하는 경우, 상기 제2 마커 감지 신호만을 이용하여 상기 의료 도구의 위치를 검출할 수 있다.

[0012] 그리고, 상기 프로세서는 칼만필터에 기초하여 상기 의료 도구의 위치를 검출할 수 있다.

[0013] 이상과 같은 목적을 달성하기 위한 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 광학 추적 시스템의 제어 방법은 광추적기가 의료 도구의 일단에 장착된 제1 마커의 위치를 감지하여 제1 마커 감지 신호를 생성하는 단계, 상기 의료 도구의 타단을 향해 장착된 비전센서가 환부에 배치되는 제2 마커의 위치를 감지하여 제2 마커 감지 신호를 생성하는 단계, 상기 제1 마커 감지 신호 및 상기 제2 마커 감지 신호를 수신하는 단계, 상기 제1 마커 감지 신호에 기초한 상기 의료 도구의 제1 위치 데이터 및 상기 제2 마커 감지 신호에 기초한 상기 의료 도구의 제2 위치 데이터를 산출하는 단계 및 상기 제1 위치 데이터 및 상기 제2 위치 데이터에 기초하여 상기 의료 도구의 위치를 검출하는 단계를 포함한다.

**발명의 효과**

[0014] 이상 설명한 바와 같이, 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 수술용 네비게이션에서 폐색이 발생하더라도 수술 도구의 위치를 지속적으로 추적할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0015] 도 1은 종래 수술용 네비게이션을 설명하는 도면이다.

도 2는 본 개시의 일 실시 예에 따른 광학 추적 시스템을 설명하는 도면이다.

도 3은 본 개시의 일 실시 예에 따른 광학 추적 시스템의 좌표계 보정을 설명하는 도면이다.

도 4는 본 개시의 일 실시 예에 따른 센서 데이터의 융합 과정을 설명하는 도면이다.

도 5 내지 도 6은 본 개시의 일 실시 예에 따른 자세 정보와 위치 정보를 나타내는 도면이다.

도 7은 본 개시의 일 실시 예에 따른 광학 추적 시스템 제어 방법의 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0016] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 다양한 실시 예를 보다 상세하게 설명한다. 본 명세서에 기재된 실시 예는 다양하게 변형될 수 있다. 특정한 실시 예가 도면에서 묘사되고 상세한 설명에서 자세하게 설명될 수 있다. 그러나, 첨부된 도면에 개시된 특정한 실시 예는 다양한 실시 예를 쉽게 이해하도록 하기 위한 것일 뿐이다. 따라서, 첨부된 도면에 개시된 특정 실시 예에 의해 기술적 사상이 제한되는 것은 아니며, 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 균등물 또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0017] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이러한 구성요소들은 상술한 용어에 의해 한정되지는 않는다. 상술한 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0018] 본 명세서에서, "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. 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" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0019] 한편, 본 명세서에서 사용되는 구성요소에 대한 "모듈" 또는 "부"는 적어도 하나의 기능 또는 동작을 수행한다. 그리고, "모듈" 또는 "부"는 하드웨어, 소프트웨어 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합에 의해 기능 또는 동작을 수행할 수 있다. 또한, 특정 하드웨어에서 수행되어야 하거나 적어도 하나의 프로세서에서 수행되는 "모듈" 또는 "부"를 제외한 복수의 "모듈들" 또는 복수의 "부들"은 적어도 하나의 모듈로 통합될 수도 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0020] 그 밖에도, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그에 대한 상세한 설명은 축약하거나 생략한다.
- [0021] 도 2는 본 개시의 일 실시 예에 따른 광학 추적 시스템을 설명하는 도면이다.
- [0022] 도 2를 참조하면, 광학 추적 시스템이 도시되어 있다. 광학 추적 시스템은 의료 도구(3), 제1 마커(110), 제2 마커(120), 광추적기(130), 비전센서(140) 및 프로세서(150)를 포함한다.
- [0023] 의료 도구(3)는 의사가 환자의 환부를 검사하거나 환부를 치료하기 위한 도구일 수 있다. 제1 마커(110)는 의료 도구(3)의 일단에 장착된다. 도 1에서 도시된 바와 같이 제1 마커(110)는 복수 개의 포인트를 포함할 수 있다. 그리고, 제2 마커(120)는 환자(1)의 환부에 배치될 수 있다. 제2 마커(120)도 복수 개의 포인트를 포함할 수 있다. 제1 마커(110) 및 제2 마커(120)는 기 설정된 크기 및 기 설정된 형태일 수 있고 기 설정된 지점에 배치된 포인트를 포함할 수 있다.
- [0024] 광추적기(130)는 제1 마커(110)의 위치를 감지하여 제1 마커 감지 신호를 생성한다. 광추적기(130)는 3차원 공간 좌표상의 제1 마커(110)의 위치를 감지하여 제1 마커 감지 신호를 생성한다. 광추적기(130)는 제1 마커(110)와 일정 거리 떨어진 지점에 배치될 수 있다. 따라서, 광추적기(130)와 제1 마커(110) 사이에 장애물이 위치하는 경우 폐색(occlusion) 상황이 발생할 수 있다. 한편, 환자(1)의 환부 근처에 제3 마커(미도시)가 더 배치될 수 있다. 광추적기(130)는 제3 마커를 기준 마커로 간주하고, 제3 마커의 위치를 감지하여 제3 마커 감지 신호를 더 생성할 수도 있다. 즉, 광추적기(130)는 제1 마커(110) 및 제3 마커를 동시에 감지할 수도 있다.
- [0025] 비전센서(140)는 의료 도구(3)의 일단과 타단 사이에 장착될 수 있다. 의료 도구(3)의 타단 방향에 환자(1)가 위치할 수 있고, 환자(1)의 환부 근처에 제2 마커(120)가 배치된다. 따라서, 비전센서(140)는 제2 마커(120)의 위치를 감지할 수 있도록 의료 도구(3)의 타단을 향해 장착될 수 있다. 비전센서(140)는 제2 마커(120)의 위치를 감지하여 제2 마커 감지 신호를 생성한다. 비전센서(140)는 의료 도구(3)의 타단 방향을 향해 의료 도구(3) 상에 장착되기 때문에 폐색(occlusion) 상황이 발생할 가능성이 없다. 예를 들어, 비전센서(140)는 카메라를 포함할 수 있다.
- [0026] 광추적기(130)와 비전센서(140)는 프로세서(150)와 유무선으로 연결될 수 있다. 따라서, 광추적기(130)에서 생성된 제1 마커 감지 신호 및 비전센서(140)에서 생성된 제2 마커 감지 신호는 프로세서(150)로 전송된다.

- [0027] 프로세서(150)는 제1 마커 감지 신호 및 제2 마커 감지 신호를 수신한다. 프로세서(150)는 수신된 제1 마커 감지 신호에 기초하여 의료 도구(3)의 제1 위치 데이터를 산출하고, 수신된 제2 마커 감지 신호에 기초하여 의료 도구(3)의 제2 위치 데이터를 산출한다. 그리고, 프로세서(150)는 산출된 제1 위치 데이터 및 제2 위치 데이터에 기초하여 의료 도구(3)의 위치를 검출한다. 또한, 프로세서(150)는 제1 마커 감지 신호에 기초하여 의료 도구(3)의 제1 자세 데이터를 더 산출하고, 제2 마커 감지 신호에 기초하여 의료 도구(3)의 제2 자세 데이터를 더 산출할 수 있다. 자세 데이터는 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw) 정보를 포함할 수 있다.
- [0028] 한편, 일반적인 경우, 프로세서(150)는 제1 위치 데이터 및 제2 위치 데이터 모두를 이용하여 의료 도구(3)의 위치를 검출할 수 있다. 그러나, 광추적기(130)와 제1 마커(110) 사이에 장애물이 위치하여 폐색(occlusion) 상황이 발생하는 경우, 광추적기(130)는 제1 마커 감지 신호를 생성하지 못할 수 있다. 폐색(occlusion) 상황이 발생하는 경우, 프로세서(150)는 제2 마커 감지 신호만을 이용하여 의료 도구(3)의 위치를 검출할 수 있다. 따라서, 본 개시에 따른 광학 추적 시스템은 폐색 상황에서도 계속적인 의료 도구(3)의 위치 검출을 할 수 있다. 예를 들어, 본 개시의 프로세서(150)는 컴퓨터, 서버 등으로 구현될 수 있다.
- [0029] 한편, 광추적기(130)에서 산출되는 제1 위치 데이터 및 제2 위치 데이터는 서로 다른 좌표계를 가질 수 있다. 따라서, 광학 추적 시스템은 좌표계 보정을 통해 좌표계를 일치시키는 과정이 필요하다.
- [0030] 도 3은 본 개시의 일 실시 예에 따른 광학 추적 시스템의 좌표계 보정을 설명하는 도면이다.
- [0031] 도 3을 참조하면, 광학 추적 시스템 내 각 요소들 간의 변환 관계가 도시되어 있다. 제1 위치 데이터와 관련된 좌표계 및 제2 위치 데이터와 관련된 좌표계는 체크보드(5)와 의료 도구(3)의 움직임에 기초하여 일치시킬 수 있다.
- [0032]  $RT^{Mark1}$  및  $RT^{Mark2}$  는 광추적기(130)에서 제1 마커(110a, 110b)로 변환되는 이동 및 회전 관계를 나타낸 행렬이다.  $RT^{Chess1}$  및  $RT^{Chess2}$  는 비전센서(140a, 140b)에서 체크보드(5)로 변환되는 이동 및 회전 관계를 나타낸 행렬이다. 그리고,  $RT^{IVS}$  는 제1 마커(110a, 110b)에서 비전센서(14a, 140b)로 변환되는 이동 및 회전 관계를 나타낸 행렬이다. Pose 1과 Pose 2는 제1 마커와 비전센서를 포함하는 의료 도구가 제1 지점에 위치한 상태 및 제2 지점에 위치한 상태를 의미한다.
- [0033] 도 3에서 광추적기(130)와 체크보드(5) 사이의 관계를 표현하면 다음과 같다.
- [0034]  $Y_1 = RT^{Mark1} \times RT^{IVS} \times RT^{Chess1}$  ----- (1)
- [0035]  $Y_2 = RT^{Mark2} \times RT^{IVS} \times RT^{Chess2}$  ----- (2)
- [0036] 광추적기(130)와 체크보드(5)는 고정되어 있으므로 식 (1) 및 (2)는 같다.
- [0037]  $Y_1 = Y_2$  ----- (3)
- [0038]  $RT^{Mark1} \times RT^{IVS} \times RT^{Chess1} = RT^{Mark2} \times RT^{IVS} \times RT^{Chess2}$  ----- (4)
- [0039] 식 (4)를 정리하면
- [0040]  $(RT^{Mark2})^{-1} \times RT^{Mark1} \times RT^{IVS} = RT^{IVS} \times RT^{Chess2} \times (RT^{Chess1})^{-1}$  ----- (5)
- [0041] 즉, 식 (5)는 다음과 같이 간단히 나타낼 수 있다.
- [0042]  $AX = XB$  ----- (6)
- [0043] 여기서,  $A = (RT^{Mark2})^{-1} \times RT^{Mark1}$ ,  $B = RT^{Chess2} \times (RT^{Chess1})^{-1}$ ,  $X = RT^{IVS}$  이다.
- [0044] 식 (6)은 핸드 아이 캘리브레이션(Hand-eye-calibration)으로 알려져 있다. A, B는 알 수 있는 값이고, X는 구해야 하는 행렬로 비전센서(140a, 140b)와 제1 마커(110a, 110b) 사이의 회전 및 이동 관계를 포함하고 있는  $3 \times 4$  행렬이다. 식 (6)에서 행렬 X를 구하기 위해서 적어도 두 번의 의료 도구의 움직임이 필요하다.
- [0045] 상술한 과정을 통해 1 위치 데이터와 관련된 좌표계 및 제2 위치 데이터와 관련된 좌표계를 일치시킬 수 있다.
- [0046] 도 4는 본 개시의 일 실시 예에 따른 센서 데이터의 융합 과정을 설명하는 도면이다.



[0047] 도 4를 참조하면, 광추적기(130)와 비전센서(140)가 도시되어 있다. 광추적기(130)는 제1 마커의 위치를 감지하여 제1 마커 신호를 생성한다. 그리고, 광추적기(130)는 제1 마커 신호를 프로세서로 전송한다.

[0048] 비전센서(140)는 제2 마커의 위치를 감지하여 제2 마커 신호를 생성한다. 그리고, 비전센서(140)는 제2 마커 신호를 프로세서로 전송한다. 비전센서(140)를 사용하여 제2 마커의 위치를 감지할 때, 스케일을 정의할 수 없는 문제가 발생할 수 있다. 따라서, 광학 추적 시스템은 감지하고자 하는 제2 마커의 기하정보를 미리 알고 있어야 한다. 제2 마커의 공간 좌표계와 영상 사이의 관계는 다음의 행렬식으로 표현할 수 있다.

$$s \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_2 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{----- (7)}$$

[0049] 식 (7)의 우변의 첫번째 행렬은 비전센서(140)의 내부 행렬로 미리 비전센서(140)의 보정을 통해 얻을 수 있다. 광학 추적 시스템은 환부에 부착된 제2 마커를 영상에서 인식하고 중심을 검출한 후 광학 처리 과정을 통해 맵 프레임마다 제2 마커를 감지하여 제2 마커 감지 신호를 생성할 수 있다. 그리고, 광학 추적 시스템은 제2 마커 감지 신호에 기초하여 의료 도구의 위치 데이터를 산출할 수 있다.

[0051] 광학 추적 시스템은 칼만 필터에 기초하여 의료 도구의 위치를 검출할 수 있다. 칼만 필터는 대상 시스템의 오차를 최소화하는 알고리즘으로 예측 과정과 추정 과정으로 나뉠 수 있다. 예측 과정은 직전 추정 값을 입력으로 받아 최종 결과로 예측 값을 출력한다. 추정 과정은 예측 값과 측정 값을 입력으로 받아 현재 상태를 추정하는 과정이다.

[0052] 도 4에 도시된 바와 같이, 광학 추적 시스템은 일반적인 상황(폐색이 발생하지 않은 상황)에서는 광추적기(130) 및 비전센서(140)로부터 각각 제1 마커 감지 신호 및 제2 마커 감지 신호를 수신하여 의료 도구의 제1 위치 데이터 및 제2 위치 데이터를 산출한다. 그리고, 광학 추적 시스템은 센서융합 칼만 필터(7)에 기초하여 제1 위치 데이터 및 제2 위치 데이터를 융합 과정을 통해 의료 도구의 자세 및 위치 등을 추적(11)할 수 있다.

[0053] 그리고, 광학 추적 시스템은 폐색이 발생한 상황에서는 광추적기(130)로부터 감지 신호를 받을 수 없다. 따라서, 광학 추적 시스템은 비전센서(140)로부터 제2 마커 신호를 수신하여 의료 도구의 제2 위치 데이터를 산출한다. 그리고, 제2 위치 데이터에 기초하여 의료 도구의 자세 및 위치 등을 추적(11)할 수 있다. 광학 추적 시스템은 폐색이 발생한 상황에서는 데이터의 노이즈를 제거하기 위해 칼만필터를 사용(9)한다.

[0054] 도 5 내지 도 6은 본 개시의 일 실시 예에 따른 자세 정보와 위치 정보를 나타내는 도면이다.

[0055] 도 5를 참조하면 자세 정보의 결과에 대한 그래프가 도시되어 있다. 자세 정보는 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw) 정보를 포함할 수 있다. 빨간선은 기존의 광추적기에 대한 결과이고 초록선은 본 개시에 대한 결과이다. 폐색이 발생하면 기존 광학 추적 시스템은 의료 기구에 대한 추적을 중단하지만 본 개시의 광학 추적 시스템은 의료 기구에 대한 추적을 지속적으로 진행한다.

[0056] 도 6을 참조하면 위치 정보의 결과에 대한 그래프가 도시되어 있다. 빨간선은 기존의 광추적기에 대한 결과이고 초록선은 본 개시에 대한 결과이다. 도 5에서 설명한 바와 같이, 폐색이 발생하면 기존 광학 추적 시스템은 의료 기구에 대한 추적을 중단하지만 본 개시의 광학 추적 시스템은 의료 기구에 대한 추적을 지속적으로 진행한다.

[0057] 지금까지 광학 추적 시스템에 대해 설명하였다. 아래에서는 광학 추적 시스템의 제어 방법을 설명한다.

[0058] 도 7은 본 개시의 일 실시 예에 따른 광학 추적 시스템 제어 방법의 흐름도이다.

[0059] 도 7을 참조하면, 광학 추적 시스템의 광추적기가 의료 도구의 일단에 장착된 제1 마커의 위치를 감지하여 제1 마커 감지 신호를 생성한다(S710). 의료 도구의 타단을 향해 장착된 광학 추적 시스템의 비전센서가 환부에 배치되는 제2 마커의 위치를 감지하여 제2 마커 감지 신호를 생성한다(S720). 제1 마커는 의료 도구의 일단에 장착되고, 비전센서는 의료 도구의 타단을 향해 장착되어 제2 마커를 감지한다. 따라서, 비전센서는 폐색 발생없이 항상 제2 마커를 감지할 수 있다.

[0060] 한편, 광학 추적 시스템은 실제 사용 전에 핸드 아이 캘리브레이션(Hand-eye-calibration)을 수행할 수 있다. 즉, 광학 추적 시스템은 체커보드 및 의료 도구의 움직임에 기초하여 제1 위치 데이터와 관련된 좌표계와 제2



위치 데이터와 관련된 좌표계를 일치시킬 수 있다.

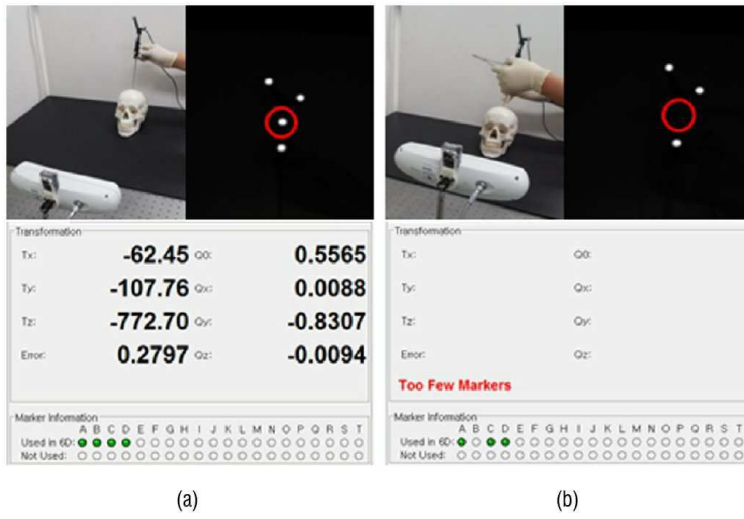
- [0061] 광학 추적 시스템은 제1 마커 감지 신호 및 제2 마커 감지 신호를 수신한다(S730). 광추적기에서 생성된 제1 마커 감지 신호 및 비전센서에서 생성된 제2 마커 감지 신호는 프로세서로 전송된다. 비전센서는 매 프레임마다 제2 마커의 위치를 감지하여 제2 마커 감지 신호를 생성할 수 있다.
- [0062] 광학 추적 시스템은 제1 마커 감지 신호에 기초한 의료 도구의 제1 위치 데이터 및 제2 마커 감지 신호에 기초한 의료 도구의 제2 위치 데이터를 산출한다(S740). 또한, 광학 추적 시스템은 제1 마커 감지 신호에 기초하여 의료 도구의 제1 자세 데이터를 더 산출하고, 제2 마커 감지 신호에 기초하여 의료 도구의 제2 자세 데이터를 더 산출할 수 있다. 의료 도구의 제1 및 제2 자세 데이터는 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw) 정보를 포함할 수 있다.
- [0063] 광학 추적 시스템은 제1 위치 데이터 및 제2 위치 데이터에 기초하여 의료 도구의 위치를 검출한다(S750). 광학 추적 시스템은 광추적기에서 폐색(occlusion)이 발생하지 않은 경우, 제1 마커 감지 신호 및 제2 마커 감지 신호 모두를 이용하여 의료 도구의 위치를 검출할 수 있다. 그리고, 광학 추적 시스템은 광추적기에서 폐색(occlusion)이 발생하는 경우, 제2 마커 감지 신호만을 이용하여 의료 도구의 위치를 검출할 수 있다.
- [0064] 광학 추적 시스템은 칼만필터에 기초하여 의료 도구의 위치를 검출할 수 있다. 광학 추적 시스템은 폐색이 발생하지 않은 경우, 제1 위치 데이터 및 제2 위치 데이터를 융합할 수 있다. 그리고, 광학 추적 시스템은 폐색이 발생한 경우, 제2 위치 데이터만으로 의료 도구의 위치를 검출할 수 있다. 광학 추적 시스템은 칼만필터를 이용하여 제2 위치 데이터의 노이즈를 제거할 수 있다.
- [0065] 상술한 다양한 실시 예에 따른 광학 추적 시스템의 제어 방법은 프로그램으로 구현되어 프로그램이 저장된 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)가 제공될 수 있다.
- [0066] 비일시적 판독 가능 매체란 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0067] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

**부호의 설명**

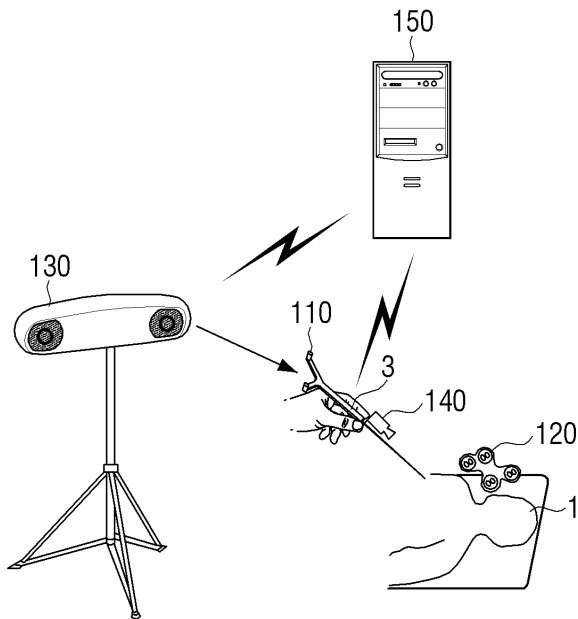
- [0068] 110: 제1 마커                            120: 제2 마커
- 130: 광추적기                        140: 비전센서
- 150: 프로세서

도면

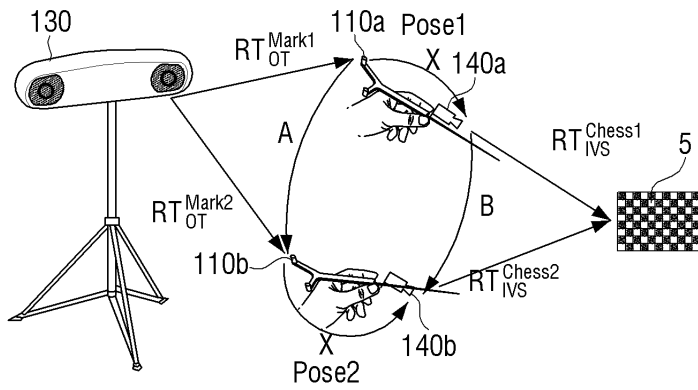
도면1



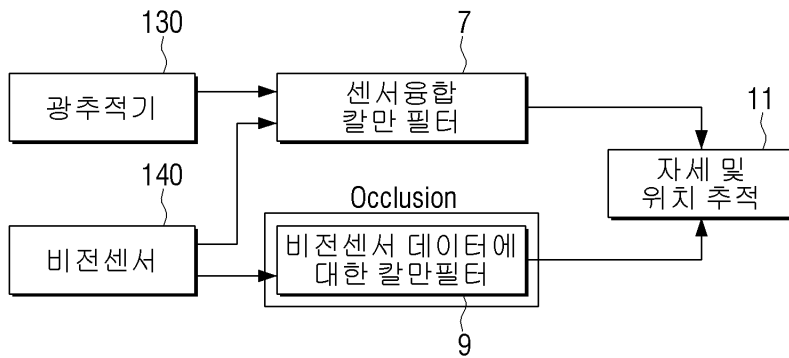
도면2



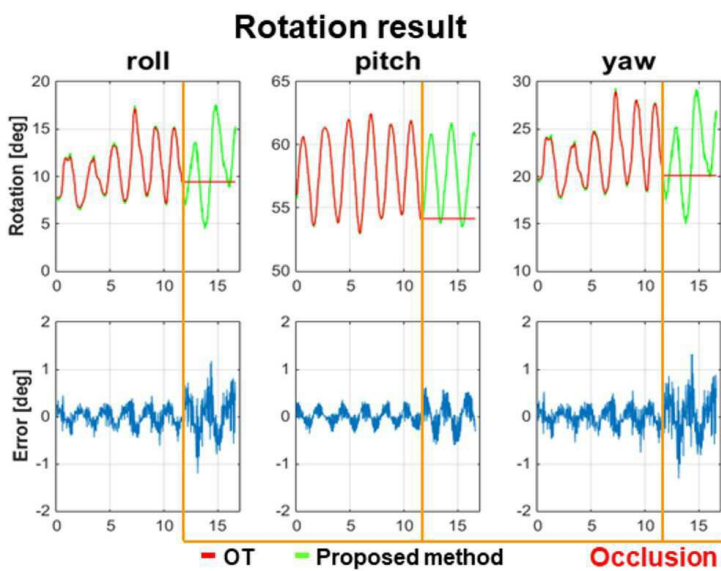
도면3



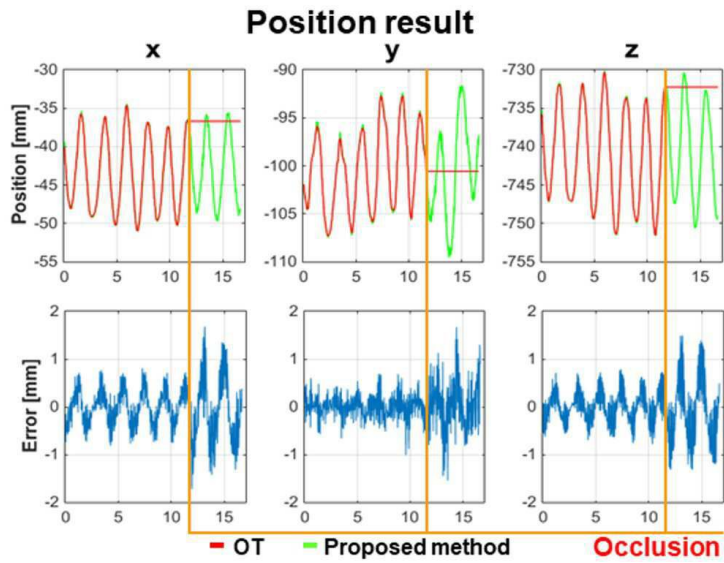
도면4



도면5



도면6



도면7

