



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2023-0027240  
(43) 공개일자 2023년02월27일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>A61B 34/30 (2016.01) A61B 17/00 (2022.01)<br/>A61B 34/20 (2016.01) A61B 90/00 (2016.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>A61B 34/30 (2016.02)<br/>A61B 34/20 (2016.02)</p> <p>(21) 출원번호 10-2023-7002339</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2021년06월22일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2023년01월19일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/IB2021/055494</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2021/260545<br/>국제공개일자 2021년12월30일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>63/042,457 2020년06월22일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/>아우리스 헬스, 인코포레이티드<br/>미국, 캘리포니아 94065, 레드우드 시티, 150 쇼어라인 드라이브</p> <p>(72) 발명자<br/>그래첼 천시 에프.<br/>미국 캘리포니아 94065 레드우드 시티 150 쇼어라인 드라이브<br/>퐁 러셀 더블류.<br/>미국 캘리포니아 94065 레드우드 시티 150 쇼어라인 드라이브<br/>(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인<br/>장훈</p> |
|--|---|

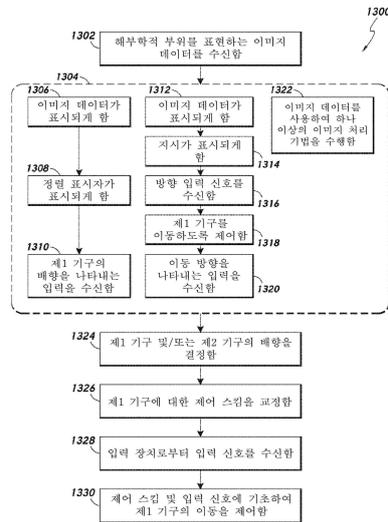
전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 발명의 명칭 **의료 기구를 위한 제어 스킴 교정**

**(57) 요약**

의료 기구를 교정하기 위한 방법, 시스템, 및 장치가 본 명세서에서 논의된다. 예를 들어, 제1 기구가 제1 접근 경로를 통해 해부학적 부위에 접근하도록 구성될 수 있고, 제2 기구가 제2 접근 경로를 통해 해부학적 부위에 접근하도록 구성될 수 있다. 제2 기구는 해부학적 부위 및 제1 기구를 표현하는 이미지 데이터를 제공하도록 구성되는 이미징 컴포넌트를 포함할 수 있다. 제1 기구와 연관된 제1 좌표 프레임과 제2 기구와 연관된 제2 좌표 프레임 사이의 차이가 식별될 수 있다. 제1 기구와 연관된 기준 제어 프레임이 차이에 적어도 부분적으로 기초하여 업데이트될 수 있다.

**대표도** - 도13



(52) CPC특허분류

**A61B 90/39** (2016.02)  
*A61B 2017/00725* (2013.01)  
*A61B 2034/2048* (2016.02)  
*A61B 2034/2051* (2016.02)  
*A61B 2034/2055* (2016.02)  
*A61B 2034/2061* (2016.02)  
*A61B 2034/301* (2016.02)  
*A61B 2090/0807* (2016.02)  
*A61B 2090/3937* (2016.02)

(72) 발명자

**플레베 사라**

미국 캘리포니아 94065 레드우드 시티 150 쇼어라인 드라이브

**디빅 토니**

미국 캘리포니아 94065 레드우드 시티 150 쇼어라인 드라이브

**알자다 아델**

미국 캘리포니아 94065 레드우드 시티 150 쇼어라인 드라이브

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

의료 시스템으로서,

제1 접근 경로를 통해 해부학적 부위에 접근하도록 구성되는 제1 기구;

상기 해부학적 부위 및 상기 제1 기구를 표현하는 이미지 데이터를 제공하도록 구성되는 이미징 컴포넌트(imaging component)를 포함하고, 제2 접근 경로를 통해 상기 해부학적 부위에 접근하도록 구성되는 제2 기구; 및

제어 회로에 의해 실행될 때, 상기 제어 회로로 하여금,

상기 제1 기구와 연관된 제1 좌표 프레임(coordinate frame)과 상기 제2 기구와 연관된 제2 좌표 프레임 사이의 차이를 식별하게 하고;

상기 차이에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제1 기구와 연관된 기준 제어 프레임(control frame of reference)을 업데이트하게 하는 실행가능 명령어들을 저장한 하나 이상의 컴퓨터-판독가능 매체들을 포함하는, 의료 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 좌표 프레임은 상기 제1 기구의 원위 단부의 롤(roll)을 나타내고, 상기 제2 좌표 프레임은 상기 제2 기구의 원위 단부의 롤을 나타내는, 의료 시스템.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 컴퓨터-판독가능 매체들은, 상기 제어 회로에 의해 실행될 때, 상기 제어 회로로 하여금,

상기 제1 좌표 프레임을 표현하는 정렬 표시자(alignment indicator)가 디스플레이되게 하고;

상기 정렬 표시자에 대한 조정을 포함하는 입력을 수신하게 하는 실행가능 명령어들을 추가로 저장하고;

상기 제1 좌표 프레임과 상기 제2 좌표 프레임 사이의 상기 차이는 상기 정렬 표시자에 대한 상기 조정에 적어도 부분적으로 기초하여 식별되는, 의료 시스템.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제1 기구는 상기 제1 기구 상의 하나 이상의 마킹들(markings)을 포함하고, 상기 정렬 표시자는 상기 하나 이상의 마킹들의 배향을 표현하는, 의료 시스템.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 하나 이상의 컴퓨터-판독가능 매체들은, 상기 제어 회로에 의해 실행될 때, 상기 제어 회로로 하여금, 상기 이미지 데이터의 이미지 표현 및 상기 정렬 표시자를 포함하는 사용자 인터페이스(user interface)가 디스플레이되게 하는 실행가능 명령어들을 추가로 저장하고, 상기 정렬 표시자는 링(ring) 및 상기 하나 이상의 마킹들의 상기 배향을 표현하는 하나 이상의 마킹 표시자들을 포함하는, 의료 시스템.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제1 기구에 연결되고 상기 제1 기구의 이동을 제어하도록 구성되는 로봇 조작용기(robotic manipulator)를 추가로 포함하고;

상기 하나 이상의 컴퓨터-판독가능 매체들은, 상기 제어 회로에 의해 실행될 때, 상기 제어 회로로 하여금, 상기 로봇 조작용기의 위치 또는 배향 중 적어도 하나에 기초하여 상기 제1 좌표 프레임을 결정하게 하는 실행가능

명령어들을 추가로 저장하는, 의료 시스템.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 컴퓨터-판독가능 매체들은, 상기 제어 회로에 의해 실행될 때, 상기 제어 회로로 하여금,

입력 장치로부터, 상기 제1 기구에 대한 이동 방향을 나타내는 방향 입력 신호를 수신하게 하고;

상기 방향 입력 신호 및 상기 기준 제어 프레임에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제1 기구의 이동을 제어하게 하는 실행가능 명령어들을 추가로 저장하는, 의료 시스템.

**청구항 8**

방법으로서,

제어 회로에 의해, 표적 해부학적 부위에 위치한 제1 기구로부터, 제2 기구의 적어도 일부분을 표현하는 이미지 데이터를 수신하는 단계;

상기 이미지 데이터의 이미지 표현을 디스플레이하는 단계;

상기 이미지 표현에서의 상기 제2 기구의 배향을 나타내는 입력을 수신하는 단계; 및

상기 제어 회로에 의해, 상기 입력에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제2 기구에 대한 제어 스킴(control scheme)을 교정하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 제2 기구에 대한 이동 방향을 나타내는 방향 입력을 수신하는 단계; 및

상기 방향 입력 및 상기 제어 스킴에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제2 기구의 이동을 제어하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

**청구항 10**

제8항에 있어서, 상기 제어 스킴을 교정하는 상기 단계는,

상기 입력에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제2 기구에 대한 상기 제1 기구의 원위 단부의 롤을 결정하는 단계; 및

상기 제2 기구에 대한 상기 제1 기구의 상기 원위 단부의 상기 롤에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 제2 기구를 제어하는 데 사용되는 기준 제어 프레임을 조정하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 제2 기구에 대한 상기 제1 기구의 상기 롤을 결정하는 상기 단계는 상기 제2 기구의 원위 단부에 대한 상기 제1 기구의 원위 단부의 롤을 결정하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 12**

제8항에 있어서, 상기 제2 기구의 상기 배향을 표현하는 정렬 표시자를 디스플레이하는 단계를 추가로 포함하고;

상기 입력을 수신하는 단계는 상기 정렬 표시자에 대한 조정을 수신하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 상기 제2 기구는 상기 제2 기구의 원위 단부 상의 하나 이상의 마킹들을 포함하고, 상기 정렬 표시자는 상기 하나 이상의 마킹들의 배향을 표현하는, 방법.

**청구항 14**

제8항에 있어서, 상기 제1 기구는 내시경(endoscope)이고, 상기 제2 기구는 카테터(catheter)인, 방법.

**청구항 15**

컴퓨터-실행가능 명령어들을 저장한 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체들로서,

상기 컴퓨터-실행가능 명령어들은, 제어 회로에 의해 실행될 때, 상기 제어 회로로 하여금,

표적 해부학적 부위에 위치한 직접 접근 기구(direct access instrument)로부터, 상기 표적 해부학적 부위에 위치한 경피 접근 기구(percutaneous access instrument)의 적어도 일부분을 표현하는 이미지 데이터를 수신하는 동작;

상기 이미지 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 경피 접근 기구에 대한 상기 직접 접근 기구의 원위 단부의 물을 나타내는 물 데이터를 생성하는 동작; 및

상기 물 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 경피 접근 기구의 이동을 제어하는 동작을 포함하는 동작들을 수행하게 하는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체들.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 상기 직접 접근 기구는 내시경을 포함하고, 상기 경피 접근 기구는 카테터를 포함하는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체들.

**청구항 17**

제15항에 있어서, 상기 물 데이터는 상기 경피 접근 기구와 연관된 좌표 프레임에 대한 상기 직접 접근 기구와 연관된 좌표 프레임의 배향을 나타내는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체들.

**청구항 18**

제15항에 있어서, 상기 이미지 데이터는 하나 이상의 마킹들을 포함하는 상기 경피 접근 기구의 원위 단부를 표현하는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체들.

**청구항 19**

제15항에 있어서, 상기 동작들은,

상기 이미지 데이터의 이미지 표현이 디스플레이되게 하는 동작;

상기 경피 접근 기구의 추정된 배향을 표현하는 정렬 표시자가 디스플레이되게 하는 동작; 및

상기 정렬 표시자에 대한 조정을 포함하는 입력을 수신하는 동작을 추가로 포함하고;

상기 물 데이터는 상기 정렬 표시자에 대한 상기 조정에 적어도 부분적으로 기초하여 생성되는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체들.

**청구항 20**

제19항에 있어서, 상기 동작들은,

상기 경피 접근 기구를 제어하도록 구성되는 로봇 조작기의 위치 또는 배향 중 적어도 하나에 기초하여 상기 경피 접근 기구의 상기 추정된 배향을 결정하는 동작을 추가로 포함하는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체들.

**청구항 21**

제15항에 있어서, 상기 동작들은,

입력 장치로부터, 상기 경피 접근 기구에 대한 이동 방향을 나타내는 방향 입력 신호를 수신하는 동작을 추가로 포함하고;

상기 경피 접근 기구의 이동을 제어하는 상기 동작은, 상기 물 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 경피 접근 기구의 이동을 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 동작을 포함하는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체들.

**청구항 22**

제15항에 있어서, 상기 동작들은,

상기 이미지 데이터를 사용하여 하나 이상의 이미지 처리 기법들을 수행하는 동작; 및

상기 하나 이상의 이미지 처리 기법들에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 직접 접근 기구에 대한 상기 경피 접근 기구의 배향을 결정하는 동작을 추가로 포함하고;

상기 롤 데이터는 상기 직접 접근 기구에 대한 상기 경피 접근 기구의 상기 배향에 적어도 부분적으로 기초하여 생성되는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체들.

**청구항 23**

제15항에 있어서, 상기 동작들은,

상기 이미지 데이터의 이미지 표현이 사용자 인터페이스를 통해 디스플레이되게 하는 동작;

입력 장치 상에서 특정 방향 제어를 선택할 것을 나타내는 명령어가 상기 사용자 인터페이스를 통해 디스플레이되게 하는 동작;

상기 입력 장치로부터, 상기 특정 방향 제어와 연관된 방향 입력 신호를 수신하는 동작; 및

상기 경피 접근 기구가 상기 사용자 인터페이스에 대해 이동한 방향을 나타내는 입력을 수신하는 동작을 추가로 포함하고;

상기 롤 데이터는 상기 입력에 적어도 부분적으로 기초하여 생성되는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체들.

**청구항 24**

제15항에 있어서, 상기 동작들은,

상기 이미지 데이터의 이미지 표현이 사용자 인터페이스를 통해 디스플레이되게 하는 동작;

상기 경피 접근 기구를 상기 사용자 인터페이스에 대해 특정 방향으로 이동시킬 것을 나타내는 명령어가 상기 사용자 인터페이스를 통해 디스플레이되게 하는 동작;

상기 입력 장치로부터 방향 입력 신호를 수신하는 동작; 및

상기 방향 입력 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 이동하도록 상기 경피 접근 기구를 제어하는 동작을 추가로 포함하고;

상기 롤 데이터는 상기 방향 입력 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 생성되는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체들.

**청구항 25**

시스템으로서,

직접 접근 기구를 조작하도록 구성되는 제1 로봇 조작기;

경피 접근 기구를 조작하도록 구성되는 제2 로봇 조작기; 및

상기 제1 로봇 조작기 및 상기 제2 로봇 조작기에 통신가능하게 결합되는 제어 회로를 포함하고, 상기 제어 회로는,

상기 직접 접근 기구로부터, 상기 경피 접근 기구의 적어도 일부분을 표현하는 이미지 데이터를 수신하는 동작;

상기 이미지 데이터의 이미지 표현이 디스플레이되게 하는 동작;

상기 이미지 표현에서의 상기 경피 접근 기구의 배향을 나타내는 입력을 수신하는 동작; 및

상기 입력에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 경피 접근 기구에 대한 제어 스킴을 교정하는 동작을 포함하는 동작들을 수행하도록 구성되는, 시스템.

**청구항 26**

제25항에 있어서,

환자 내의 자연 내강(natural lumen)을 통해 표적 해부학적 부위에 접근하도록 구성되는 상기 직접 접근 기구;

상기 환자 내의 경피 접근 경로를 통해 상기 표적 해부학적 부위에 접근하도록 구성되고, 원위 단부 상의 하나 이상의 마킹들을 포함하는 상기 경피 접근 기구를 추가로 포함하는, 시스템.

**청구항 27**

제26항에 있어서, 상기 이미지 표현 및 상기 하나 이상의 마킹들의 배향을 표현하는 하나 이상의 마킹 표시자들을 포함하는 정렬 표시자를 디스플레이하도록 구성되는 디스플레이를 추가로 포함하고;

상기 입력은 상기 정렬 표시자에 대한 조정을 포함하는, 시스템.

**청구항 28**

제26항에 있어서, 상기 직접 접근 기구는 내시경을 포함하고, 상기 경피 접근 기구는 카테터를 포함하는, 시스템.

**청구항 29**

제25항에 있어서, 상기 제어 스킴을 교정하는 상기 동작은,

상기 입력에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 경피 접근 기구에 대한 상기 직접 접근 기구의 원위 단부의 물을 결정하는 동작; 및

상기 경피 접근 기구에 대한 상기 직접 접근 기구의 상기 원위 단부의 상기 물에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 경피 접근 기구를 제어하는 데 사용되는 기준 제어 프레임을 조정하는 동작을 포함하는, 시스템.

**청구항 30**

제25항에 있어서, 상기 동작들은,

상기 경피 접근 기구에 대한 이동 방향을 나타내는 제1 방향 입력 신호를 수신하는 동작; 및

상기 제1 방향 입력 신호 및 상기 제어 스킴에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 경피 접근 기구의 이동을 제어하는 동작을 추가로 포함하는, 시스템.

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001] 관련 출원(들)

[0002] 본 출원은, 그 개시가 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함되는, 2020년 6월 22일자로 출원되고 발명의 명칭이 의료 기구를 위한 제어 스킴 교정(CONTROL SCHEME CALIBRATION FOR MEDICAL INSTRUMENTS)인 미국 가출원 제 63/042,457호에 대한 우선권을 주장한다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 개시는 의료 장치 및 절차의 분야에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0005] 다양한 의료 절차는 하나 이상의 스코프(scope) 및/또는 경피 접근 기구(percutaneous access instrument)의 사용을 수반한다. 소정의 수술 프로세스는 치료 부위에 도달하여 요로 결석과 같은 물체를 환자로부터 추출하기 위해 환자의 피부 및/또는 다른 해부학적 구조를 통해 하나 이상의 장치를 삽입하는 것을 수반할 수 있다. 그러한 장치의 부적절한 위치설정 또는 전진은 소정의 생리학적 및 시술후 합병증을 초래할 수 있다.

**발명의 내용**

- [0006] 일부 구현예에서, 본 개시는, 제1 접근 경로를 통해 해부학적 부위에 접근하도록 구성되는 제1 기구, 해부학적 부위 및 제1 기구를 표현하는 이미지 데이터를 제공하도록 구성되는 이미징 컴포넌트(imaging component)를 포함하는 제2 기구, 및 제어 회로에 의해 실행될 때, 제어 회로로 하여금, 제1 기구와 연관된 제1 좌표 프레임(coordinate frame)과 제2 기구와 연관된 제2 좌표 프레임 사이의 차이를 식별하게 하고, 차이에 적어도 부분적으로 기초하여 제1 기구와 연관된 기준 제어 프레임(control frame of reference)을 업데이트하게 하는 실행가능 명령어들을 저장한 하나 이상의 컴퓨터-판독가능 매체들을 포함하는, 의료 시스템에 관한 것이다. 제2 기구는 제2 접근 경로를 통해 해부학적 부위에 접근하도록 구성된다.
- [0007] 일부 실시예에서, 제1 좌표 프레임은 제1 기구의 원위 단부의 롤(roll)을 나타내고, 제2 좌표 프레임은 제2 기구의 원위 단부의 롤을 나타낸다.
- [0008] 일부 실시예에서, 하나 이상의 컴퓨터-판독가능 매체들은, 제어 회로에 의해 실행될 때, 제어 회로로 하여금, 제1 좌표 프레임을 표현하는 정렬 표시자(alignment indicator)가 디스플레이되게 하고, 정렬 표시자에 대한 조정을 포함하는 입력을 수신하게 하는 실행가능 명령어들을 추가로 저장한다. 제1 좌표 프레임과 제2 좌표 프레임 사이의 차이는 정렬 표시자에 대한 조정에 적어도 부분적으로 기초하여 식별될 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 기구는 제1 기구 상의 하나 이상의 마킹들(markings)을 포함하고, 정렬 표시자는 하나 이상의 마킹들의 배향을 표현한다. 또한, 일부 실시예에서, 하나 이상의 컴퓨터-판독가능 매체들은, 제어 회로에 의해 실행될 때, 제어 회로로 하여금, 사용자 인터페이스(user interface)가 디스플레이되게 하는 실행가능 명령어들을 추가로 저장한다. 사용자 인터페이스는 이미지 데이터의 이미지 표현 및 정렬 표시자를 포함할 수 있다. 정렬 표시자는 링(ring) 및 하나 이상의 마킹들의 배향을 표현하는 하나 이상의 마킹 표시자들(marking indicators)을 포함할 수 있다.
- [0009] 일부 실시예에서, 의료 시스템은, 제1 기구에 연결되고 제1 기구의 이동을 제어하도록 구성되는 로봇 조작기(robotic manipulator)를 추가로 포함한다. 하나 이상의 컴퓨터-판독가능 매체들은, 제어 회로에 의해 실행될 때, 제어 회로로 하여금, 로봇 조작기의 위치 또는 배향 중 적어도 하나에 기초하여 제1 좌표 프레임을 결정하게 하는 실행가능 명령어들을 추가로 저장할 수 있다.
- [0010] 일부 실시예에서, 하나 이상의 컴퓨터-판독가능 매체들은, 제어 회로에 의해 실행될 때, 제어 회로로 하여금, 입력 장치로부터 방향 입력 신호를 수신하게 하고, 방향 입력 신호 및 기준 제어 프레임에 적어도 부분적으로 기초하여 제1 기구의 이동을 제어하게 하는 실행가능 명령어들을 추가로 저장한다. 방향 입력 신호는 제1 기구에 대한 이동 방향을 나타낼 수 있다.
- [0011] 일부 구현예에서, 본 개시는, 제어 회로에 의해, 표적 해부학적 부위에 위치한 제1 기구로부터 이미지 데이터를 수신하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다. 이미지 데이터는 제2 기구의 적어도 일부분을 표현한다. 방법은 이미지 데이터의 이미지 표현을 디스플레이하는 단계, 이미지 표현에서의 제2 기구의 배향을 나타내는 입력을 수신하는 단계, 및 제어 회로에 의해, 입력에 적어도 부분적으로 기초하여 제2 기구에 대한 제어 스킴(control scheme)을 교정하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0012] 일부 실시예에서, 방법은 제2 기구에 대한 이동 방향을 나타내는 방향 입력을 수신하는 단계, 및 방향 입력 및 제어 스킴에 적어도 부분적으로 기초하여 제2 기구의 이동을 제어하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0013] 일부 실시예에서, 제어 스킴을 교정하는 단계는 입력에 적어도 부분적으로 기초하여 제2 기구에 대한 제1 기구의 원위 단부의 롤을 결정하는 단계, 및 제2 기구에 대한 제1 기구의 원위 단부의 롤에 적어도 부분적으로 기초하여, 제2 기구를 제어하는 데 사용되는 기준 제어 프레임을 조정하는 단계를 포함한다. 제2 기구에 대한 제1 기구의 롤을 결정하는 단계는 제2 기구의 원위 단부에 대한 제1 기구의 원위 단부의 롤을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 일부 실시예에서, 방법은 제2 기구의 배향을 표현하는 정렬 표시자를 디스플레이하는 단계를 추가로 포함한다. 입력을 수신하는 단계는 정렬 표시자에 대한 조정을 수신하는 단계를 포함할 수 있다. 제2 기구는 제2 기구의 원위 단부 상의 하나 이상의 마킹들을 포함할 수 있고, 정렬 표시자는 하나 이상의 마킹들의 배향을 표현할 수 있다. 제1 기구는 내시경(endoscope)일 수 있고, 제2 기구는 카테터(catheter)일 수 있다.
- [0015] 일부 구현예에서, 본 개시는, 제어 회로에 의해 실행될 때, 제어 회로로 하여금, 표적 해부학적 부위에 위치한 직접 접근 기구(direct access instrument)로부터 이미지 데이터를 수신하는 동작을 포함하는 동작들을 수행하게 하는 컴퓨터-실행가능 명령어들을 저장한 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체들에 관한 것이다. 이미지 데이터는 표적 해부학적 부위에 위치한 경피 접근 기구의 적어도 일부분을 표현한다. 동작들은, 이미지

데이터에 적어도 부분적으로 기초하여, 경피 접근 기구에 대한 직접 접근 기구의 원위 단부의 롤을 나타내는 롤 데이터를 생성하는 동작, 및 롤 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여 경피 접근 기구의 이동을 제어하는 동작을 추가로 포함한다.

- [0016] 일부 실시예에서, 직접 접근 기구는 내시경을 포함하고, 경피 접근 기구는 카테터를 포함한다. 롤 데이터는 경피 접근 기구와 연관된 좌표 프레임에 대한 직접 접근 기구와 연관된 좌표 프레임의 배향을 나타낼 수 있다. 이미지 데이터는 하나 이상의 마킹들을 포함하는 경피 접근 기구의 원위 단부를 표현할 수 있다.
- [0017] 일부 실시예에서, 동작들은 이미지 데이터의 이미지 표현이 디스플레이되게 하는 동작, 정렬 표시자가 디스플레이되게 하는 동작, 및 정렬 표시자에 대한 조정을 포함하는 입력을 수신하는 동작을 추가로 포함한다. 정렬 표시자는 경피 접근 기구의 추정된 배향을 표현할 수 있다. 롤 데이터는 정렬 표시자에 대한 조정에 적어도 부분적으로 기초하여 생성될 수 있다. 동작들은 경피 접근 기구를 제어하도록 구성되는 로봇 조작기의 위치 또는 배향 중 적어도 하나에 기초하여 경피 접근 기구의 추정된 배향을 결정하는 동작을 추가로 포함할 수 있다.
- [0018] 일부 실시예에서, 동작들은 입력 장치로부터 방향 입력 신호를 수신하는 동작을 추가로 포함한다. 방향 입력 신호는 경피 접근 기구에 대한 이동 방향을 나타낼 수 있다. 경피 접근 기구의 이동을 제어하는 동작은, 롤 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여, 경피 접근 기구의 이동을 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 동작을 포함할 수 있다.
- [0019] 일부 실시예에서, 동작들은 이미지 데이터를 사용하여 하나 이상의 이미지 처리 기법들을 수행하는 동작 및 하나 이상의 이미지 처리 기법들에 적어도 부분적으로 기초하여 직접 접근 기구에 대한 경피 접근 기구의 배향을 결정하는 동작을 추가로 포함한다. 롤 데이터는 직접 접근 기구에 대한 경피 접근 기구의 배향에 적어도 부분적으로 기초하여 생성될 수 있다.
- [0020] 일부 실시예에서, 동작들은 이미지 데이터의 이미지 표현이 사용자 인터페이스를 통해 디스플레이되게 하는 동작, 입력 장치 상에서 특정 방향 제어를 선택할 것을 나타내는 명령어가 사용자 인터페이스를 통해 디스플레이되게 하는 동작, 입력 장치로부터, 특정 방향 제어와 연관된 방향 입력 신호를 수신하는 동작, 및 경피 접근 기구가 사용자 인터페이스에 대해 이동한 방향을 나타내는 입력을 수신하는 동작을 추가로 포함한다. 롤 데이터는 입력에 적어도 부분적으로 기초하여 생성될 수 있다.
- [0021] 일부 실시예에서, 동작들은 이미지 데이터의 이미지 표현이 사용자 인터페이스를 통해 디스플레이되게 하는 동작, 경피 접근 기구를 사용자 인터페이스에 대해 특정 방향으로 이동시킬 것을 나타내는 명령어가 사용자 인터페이스를 통해 디스플레이되게 하는 동작, 입력 장치로부터 방향 입력 신호를 수신하는 동작, 및 방향 입력 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 이동하도록 경피 접근 기구를 제어하는 동작을 추가로 포함한다. 롤 데이터는 방향 입력 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 생성될 수 있다.
- [0022] 일부 구현예에서, 본 개시는, 직접 접근 기구를 조작하도록 구성되는 제1 로봇 조작기, 경피 접근 기구를 조작하도록 구성되는 제2 로봇 조작기, 및 제1 로봇 조작기 및 제2 로봇 조작기에 통신가능하게 결합되는 제어 회로를 포함하는, 시스템에 관한 것이다. 제어 회로는, 직접 접근 기구로부터, 경피 접근 기구의 적어도 일부분을 표현하는 이미지 데이터를 수신하는 동작, 이미지 데이터의 이미지 표현이 디스플레이되게 하는 동작, 이미지 표현에서의 경피 접근 기구의 배향을 나타내는 입력을 수신하는 동작, 및 입력에 적어도 부분적으로 기초하여 경피 접근 기구에 대한 제어 스킴을 교정하는 동작을 포함하는 동작들을 수행하도록 구성된다.
- [0023] 일부 실시예에서, 시스템은 환자 내의 자연 내강(natural lumen)을 통해 표적 해부학적 부위에 접근하도록 구성되는 직접 접근 기구를 추가로 포함한다. 경피 접근 기구는 환자 내의 경피 접근 경로를 통해 표적 해부학적 부위에 접근하도록 구성될 수 있다. 경피 접근 기구는 원위 단부 상의 하나 이상의 마킹들을 포함할 수 있다. 시스템은 이미지 표현 및 하나 이상의 마킹들의 배향을 표현하는 하나 이상의 마킹 표시자들을 포함하는 정렬 표시자를 디스플레이하도록 구성되는 디스플레이를 추가로 포함할 수 있다. 입력은 정렬 표시자에 대한 조정을 포함할 수 있다. 직접 접근 기구는 내시경을 포함할 수 있고, 경피 접근 기구는 카테터를 포함할 수 있다.
- [0024] 일부 실시예에서, 제어 스킴을 교정하는 동작은 입력에 적어도 부분적으로 기초하여 경피 접근 기구에 대한 직접 접근 기구의 원위 단부의 롤을 결정하는 동작, 및 경피 접근 기구에 대한 직접 접근 기구의 원위 단부의 롤에 적어도 부분적으로 기초하여, 경피 접근 기구를 제어하는 데 사용되는 기준 제어 프레임을 조정하는 동작을 포함한다.
- [0025] 일부 실시예에서, 동작들은 경피 접근 기구에 대한 이동 방향을 나타내는 제1 방향 입력 신호를 수신하는 동작, 및 제1 방향 입력 신호 및 제어 스킴에 적어도 부분적으로 기초하여 경피 접근 기구의 이동을 제어하는 동작을

추가로 포함한다.

[0026] 본 개시를 요약하기 위해, 소정 태양, 이점 및 신규한 특징이 기술되었다. 모든 그러한 이점이 반드시 임의의 특정 실시예에 따라 달성될 수 있는 것은 아님이 이해되어야 한다. 따라서, 개시된 실시예는 반드시 본 명세서에 교시되거나 제안될 수 있는 바와 같은 다른 이점을 달성하지 않고서 본 명세서에 교시된 바와 같은 하나의 이점 또는 이점의 그룹을 달성하거나 최적화하는 방식으로 수행될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0027] 다양한 실시예가 예시적인 목적으로 첨부 도면에 도시되어 있고, 어떠한 방식으로든 본 개시의 범주를 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 또한, 상이한 개시된 실시예의 다양한 특징이 조합되어 본 개시의 일부인 추가 실시예를 형성할 수 있다. 도면 전체에 걸쳐, 도면 부호는 참조 요소들 사이의 대응을 나타내기 위해 재사용될 수 있다.

도 1은 하나 이상의 실시예에 따른, 다양한 의료 절차를 수행하기 위한 예시적인 의료 시스템을 예시한 도면.

도 2는 하나 이상의 실시예에 따른, 환자의 비노기 계통의 부분 내에 배치된 예시적인 스코프를 예시한 도면.

도 3은 하나 이상의 실시예에 따른, 환자의 신장 내에 배치된 예시적인 카테터를 예시한 도면.

도 4-1 및 도 4-2는 하나 이상의 실시예에 따른, 카테터가 마주보는 방식(head on manner)으로 스코프를 향하고 있을 때 직접 제어 모드(direct control mode)에서의 카테터의 구동을 예시한 도면.

도 5-1 및 도 5-2는 하나 이상의 실시예에 따른, 카테터와 스코프가 실질적으로 동일한 방향으로 향하고 있을 때 직접 제어 모드에서의 카테터의 구동을 예시한 도면.

도 6-1 및 도 6-2는 하나 이상의 실시예에 따른, 카테터가 마주보는 방식으로 스코프를 향하고 있을 때 반전 제어 모드(inverted control mode)에서의 카테터의 구동을 예시한 도면.

도 7은 하나 이상의 실시예에 따른, 의료 기구를 제어/내비게이션하기(navigate) 위한 예시적인 인터페이스를 예시한 도면.

도 8은 하나 이상의 실시예에 따른, 다른 의료 기구의 시점으로부터 의료 기구를 제어하기 위한 프로세스의 예시적인 흐름도를 예시한 도면.

도 9-1 및 도 9-2는 하나 이상의 실시예에 따른, 의료 기구에 대한 좌표 프레임과 관련하여 상이한 제어 모드에 대해 1인칭 시점(first-person perspective)으로부터 의료 기구를 구동하는 예시적인 구현예를 예시한 도면.

도 10-1 및 도 10-2는 하나 이상의 실시예에 따른, 의료 기구에 대한 좌표 프레임 및 제어 프레임과 관련하여 상이한 제어 모드에 대해 3인칭 시점(third-person perspective)으로부터 의료 기구를 구동하는 예시적인 구현예를 예시한 도면.

도 11 및 도 12는 하나 이상의 실시예에 따른, 의료 기구에 대한 제어 스킴을 교정하기 위한 예시적인 인터페이스를 예시한 도면.

도 13은 하나 이상의 실시예에 따른, 의료 기구에 대한 제어 스킴/기준 제어 프레임을 교정하기 위한 프로세스의 예시적인 흐름도를 예시한 도면.

도 14-1 내지 도 14-4는 하나 이상의 실시예에 따른, 의료 기구에 대한 제어 프레임을 교정하는 예시적인 구현예를 예시한 도면.

도 15는 하나 이상의 실시예에 따른, 환자 내로 스코프를 삽입하는 것을 보조하도록 배열된 도 1의 의료 시스템의 상부를 예시한 도면.

도 16은 하나 이상의 실시예에 따른, 환자 내에서 스코프를 내비게이션하도록 배열된 도 1의 의료 시스템의 상부를 예시한 도면.

도 17은 하나 이상의 실시예에 따른, 환자 내로 니들을 삽입하는 것을 보조하도록 배열된 도 1의 의료 시스템의 상부를 예시한 도면.

도 18은 하나 이상의 실시예에 따른, 환자 내에서 카테터를 내비게이션하도록 배열된 도 1의 의료 시스템의 상부를 예시한 도면.

도 19는 하나 이상의 실시예에 따른, 도 1의 로봇 시스템의 예시적인 상세 사항을 예시한 도면.

도 20은 하나 이상의 실시예에 따른, 도 1의 제어 시스템의 예시적인 상세 사항을 예시한 도면.

도 21a 및 도 21b는 하나 이상의 실시예에 따른, 제어기의 예시적인 상세 사항을 예시한 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0028] 본 명세서에 제공된 표제는 단지 편의를 위한 것이고, 본 개시의 범주 또는 의미에 반드시 영향을 주는 것은 아니다. 소정의 바람직한 실시예 및 예가 아래에 개시되지만, 발명 요지는 구체적으로 개시된 실시예를 넘어 다른 대안적인 실시예 및/또는 용도로 그리고 그의 변형 및 등가물로 확장된다. 따라서, 본 명세서로부터 발생할 수 있는 청구범위의 범주는 후술되는 특정 실시예들 중 임의의 것에 의해 제한되지 않는다. 예를 들어, 본 명세서에 개시된 임의의 방법 또는 프로세스에서, 방법 또는 프로세스의 동작 또는 작동은 임의의 적합한 시퀀스로 수행될 수 있고, 반드시 임의의 특정한 개시된 시퀀스로 제한되지는 않는다. 소정 실시예를 이해하는 데 도움이 될 수 있는 방식으로 다양한 동작이 다수의 개별 동작으로서 차례로 기술될 수 있지만; 설명의 순서는 이들 동작이 순서에 의존함을 의미하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 추가적으로, 본 명세서에 기술된 구조물, 시스템, 및/또는 장치는 통합된 컴포넌트로서 또는 별개의 컴포넌트로서 구현될 수 있다. 다양한 실시예를 비교하기 위해, 이들 실시예의 소정 태양 및 이점이 기술된다. 모든 그러한 태양 또는 이점이 반드시 임의의 특정 실시예에 의해 달성되는 것은 아니다. 따라서, 예를 들어, 다양한 실시예는 반드시 본 명세서에 또한 교시되거나 제안될 수 있는 바와 같은 다른 태양 또는 이점을 달성하지 않고서 본 명세서에 교시된 바와 같은 하나의 이점 또는 이점의 그룹을 달성하거나 최적화하는 방식으로 수행될 수 있다.

[0029] 위치의 소정의 표준 해부학적 용어는 바람직한 실시예와 관련하여 동물, 즉 인간의 해부학적 구조를 지칭하기 위해 본 명세서에 사용된다. 소정의 공간적으로 상대적인 용어, 예컨대 "외측", "내측", "상부", "하부", "아래", "위", "수직", "수평", "상단부", "저부", 및 유사한 용어는 다른 장치/요소 또는 해부학적 구조물에 대한 하나의 장치/요소 또는 해부학적 구조물의 공간 관계를 기술하기 위해 본 명세서에 사용되지만, 이들 용어는 도면에 예시된 바와 같이, 요소(들)/구조물(들) 사이의 위치 관계를 기술하기 위한 설명의 용이함을 위해 본 명세서에 사용되는 것으로 이해된다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시된 배향에 더하여, 사용 또는 동작 중인 요소(들)/구조물(들)의 상이한 배향을 포함하도록 의도된다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 다른 요소/구조물 "위"에 있는 것으로 기술된 요소/구조물이 대상 환자 또는 요소/구조물의 대안적인 배향과 관련하여 그러한 다른 요소/구조물 아래에 또는 옆에 있는 위치를 표현할 수 있고, 그 반대의 경우도 마찬가지이다.

[0030] 개요

[0031] 본 개시는 소정의 의료 절차를 보조하기 위해 의료 기구를 제어 및/또는 교정하기 위한 시스템, 장치, 및 방법에 관한 것이다. 본 개시의 소정 태양이 신장, 비뇨기과학, 및/또는 신장학 절차, 예컨대 신장 결석 제거/치료 절차의 맥락에서 본 명세서에 상세히 기술되지만, 그러한 맥락은 편의상 제공되고, 본 명세서에 개시된 개념은 임의의 적합한 의료 절차에 적용가능하다는 것이 이해되어야 한다. 그러나, 언급된 바와 같이, 신장/비뇨기 해부학적 구조 및 연관된 의학적 문제 및 절차의 설명은 본 명세서에 개시된 개념의 설명을 보조하기 위해 아래에 제시된다.

[0032] 요로 결석증으로도 알려진 신장 결석 질환은 "신장 결석", "요로 결석", "신결석", "신장 결석증", 또는 "신석증"으로 지칭되는, 물질의 고체 조각의 요로 내의 형성을 수반하는 비교적 일반적인 의학적 질환이다. 요로 결석은 신장, 요관, 및 방광("방광 결석"으로 지칭됨)에서 형성되고/되거나 발견될 수 있다. 그러한 요로 결석은 농축된 광물의 결과로서 형성되고, 일단 결석이 요관 또는 요도를 통한 소변 흐름을 방해하기에 충분한 크기에 도달하면 상당한 복부 통증을 유발할 수 있다. 요로 결석은 칼슘, 마그네슘, 암모니아, 요산, 시스테인, 및/또는 다른 화합물로부터 형성될 수 있다.

[0033] 일반적으로, 관찰, 의학적 치료(예컨대, 배출 요법), 비-침습 치료(예컨대, 체외 충격파 쇄석술(extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL)), 및 수술 치료(예컨대, 요관경술 및 경피 신결석술(percutaneous nephrolithotomy, "PCNL"))를 포함하는, 신장 결석이 있는 환자를 치료하기 위한 몇몇 방법이 존재한다. 수술 접근법에서, 의사는 병리(즉, 제거될 물체; 예컨대, 결석)에 대한 접근을 달성하고, 결석은 더 작은 조각 또는 파편으로 부서지고, 비교적 작은 결석 파편/미립자는 신장으로부터 추출된다.

[0034] 일부 경우에, 의사는 방광 및/또는 요관으로부터 요로 결석을 제거하기 위해 요관경을 사용할 수 있다. 전형적으로, 요관경은 그의 원위 단부에서 요로의 시각화를 가능하게 하도록 구성된 내시경을 포함한다. 요관경은 또

한 요로 결석을 포획하거나 부수기 위해 절석술 메커니즘을 포함할 수 있다. 요관경술 절차 동안, 의사는 요도를 통해 요로 내로 요관경을 삽입할 수 있다. 한 명의 의사/전문가가 요관경의 위치를 제어할 수 있고, 한편 다른 한 명의 의사/전문가가 절석술 메커니즘(들)을 제어할 수 있다.

[0035] 다른 경우에, 의사는 너무 크거나 다른 형태의 치료에 저항하는 결석을 제거하기 위해 경피 신절석술("PCNL") 기법을 사용할 수 있다. 이러한 기법은 결석(들)을 부수고 그리고/또는 제거하기 위해 피부를 통해(즉, 경피적으로) 신장경을 삽입하는 것을 수반한다. 일부 구현예에서, 신장경 및/또는 다른 기구를 안내하는 것을 보조하기 위해 절차 동안 형광투시법이 사용된다. 그러나, 형광투시법은 일반적으로 형광투시경 자체의 비용뿐만 아니라 형광투시경을 동작시키기 위한 전문가의 비용으로 인해 신절석술 절차의 비용을 증가시킨다. 형광투시법은 또한 환자를 비교적 장기간 동안 방사선에 노출시킨다. 형광투시법에 의해서도, 신장 결석(들)에 접근하기 위한 경피 절개부를 정확하게 형성하는 것이 어렵고 바람직하지 않게 부정확할 수 있다. 또한, 일부 신절석술 기법은 2일 또는 3일의 입원 환자 체류를 수반한다. 요컨대, 소정의 신절석술 해결책은 비교적 고가이고 환자에게 문제가 될 수 있다.

[0036] 본 개시의 태양에 따른 소정의 의료 절차에 따르면, 의료 시스템은 환자로부터 요로 결석을 제거하거나 다른 의료 절차를 수행하기 위한 다수의 의료 기구를 구현할 수 있다. 의료 시스템은 요로 결석에 접근하고/하거나 환자로부터 결석을 제거하기 위해 하나 이상의 의료 기구와 맞물리고/리거나 그를 제어하는 로봇 도구를 포함할 수 있다. 예를 들어, 의사는 스코프를 환자 내의 자연 접근 경로를 통해 치료 부위로, 예컨대 요도를 통해 그리고 신장 결석이 위치된 신장까지 구동하기 위해 의료 시스템을 동작시킬 수 있다. 의사는 신장 결석을 제거하는 것을 보조하기 위해 스코프와 랑데부하도록(rendezvous) 카테터에 대한 표적 부위를 지정하기 위해 스코프를 사용할 수 있다. 의사는, 경피 접근 경로를 통해 카테터를 삽입하고 스코프가 위치된 치료 부위로 카테터를 내비게이팅하도록 의료 시스템을 동작시킬 수 있다. 일부 실시예에서, 의료 시스템은 의사가 카테터 및/또는 스코프를 구동하는 것을 보조하기 위한 기능을 제공할 수 있다. 예를 들어, 의료 시스템은 의사가 스코프의 시점으로부터 카테터를 구동할 수 있게 할 수 있다. 그렇게 하기 위해, 의료 시스템은 스코프의 시점으로부터의 이미지 데이터(예컨대, 스코프로부터의 이미지)를 가진 인터페이스를 제공할 수 있다. 이미지 데이터는 치료 부위에 있는 카테터를 묘사할 수 있다. 의료 시스템은 카테터에 대한 스코프의 배향을 결정하고, 의사로부터 카테터를 이동시키기 위한 입력이 수신될 때 스코프에 대해 적절한 방향으로 카테터를 구동하기 위해 그러한 정보를 사용할 수 있다. 의사는 인터페이스를 통해 카테터의 이동을 관찰할 수 있다.

[0037] 일부 실시예에서, 의료 시스템은 의사가 스코프의 시점으로부터 카테터를 구동하는 것을 보조하기 위한 하나 이상의 제어 모드를 용이하게 할 수 있다. 예를 들어, 의료 시스템은 카테터의 이동 방향이 반전되는(예컨대, 카테터는 우측 입력이 수신될 때 카테터에 대해 좌측으로 이동하고, 그 반대로도 가능함) 반전 제어 모드를 구현할 수 있다. 이는 카테터가 스코프에 대해 더 마주보게 위치되는(예컨대, 카테터의 팁(tip)이 스코프의 팁을 향하고 있음) 경우에 유용할 수 있다. 예를 들어, 카테터가 스코프를 향하고 있고 좌측 입력이 수신되는 경우, 카테터는 카테터를 제어하는 데 사용되는 인터페이스에 대해 좌측으로 이동할 수 있다. 또한, 의료 시스템은 카테터의 이동 방향이 반전되지 않는(예컨대, 카테터는 좌측 입력이 수신될 때 카테터에 대해 좌측으로 이동하고, 우측 입력이 수신될 때 카테터에 대해 우측으로 이동함) 직접 제어 모드를 구현할 수 있다. 이는 카테터가 스코프에 대해 더 평행하게 위치되는(예컨대, 카테터의 팁과 스코프의 팁이 실질적으로 동일한 방향으로 향하고 있음) 경우에 유용할 수 있다. 예를 들어, 카테터와 스코프가 동일한 방향을 향하고 있고 좌측 입력이 수신되는 경우, 카테터는 카테터를 제어하는 데 사용되는 인터페이스에 대해 좌측으로 이동할 수 있다. 의료 시스템은 의사로부터의 입력에 기초하여 자동으로, 또는 다른 방식으로 제어 모드를 선택할 수 있다.

[0038] 또한, 일부 실시예에서, 의료 시스템은 의료 기구에 대한 제어 스킴을 교정하기 위한 기능을 제공할 수 있다. 그러한 교정은, 다른 의료 기구를 제어할 때, 예컨대 스코프의 시점으로부터 카테터를 제어할 때 방향 오류를 초래할 수 있는, 의료 시스템이 의료 기구의 배향을 부정확하게 추적하거나 달리 인식하지 못하는 경우에 유용할 수 있다. 예를 들어, 스코프의 시점으로부터 제어되는 카테터에 대한 제어 스킴을 교정하기 위해, 의료 시스템은 카테터의 원위 단부에 대한 스코프의 원위 단부의 배향과 같은, 카테터에 대한 스코프의 배향을 결정할 수 있다. 일부 실시예에서, 의료 시스템은 의사가 카테터의 배향을 특정할 수 있게 하도록 스코프의 시점으로부터 카테터를 묘사하는 이미지 데이터 및 하나 이상의 인터페이스 요소를 가진 사용자 인터페이스를 제공할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 의료 시스템은 카테터에 대한 스코프의 배향을 식별하기 위해 스코프 및/또는 카테터로부터의 이미지 데이터 및/또는 다른 센서 데이터를 분석할 수 있다. 또한, 카테터에 대한 스코프의 배향을 식별하기 위해 다른 기법이 사용될 수 있다. 어떤 경우에도, 의료 시스템은 카테터를 제어하는 것과 연관된 제어 스킴을 조정하기 위해 배향 정보를 사용할 수 있다. 그러한 조정은 의사에 의해 입력이 제공될 때 카

테터가 스코프에 대해 적절한 방향으로 이동할 수 있게 할 수 있다.

[0039] 일부 구현예에서, 본 개시는, 로봇 도구가 의사가 표적 해부학적 부위에 대한 내시경 및/또는 경피 접근 및/또는 치료를 수행할 수 있게 할 수 있는 로봇-보조식 의료 절차에 관한 것이다. 예를 들어, 로봇 도구는 환자 내의 표적 부위에 접근하고/하거나 표적 부위에서 치료를 수행하기 위해 하나 이상의 의료 기구와 맞물리고/리거나 그를 제어할 수 있다. 일부 경우에, 로봇 도구는 의사에 의해 안내/제어된다. 다른 경우에, 로봇 도구는 자동 또는 반-자동 방식으로 동작한다. 많은 기법이 로봇-보조식 의료 절차의 맥락에서 논의되지만, 기법은 로봇 도구를 구현하지 않거나 비교적 적은 동작(예컨대, 임계 수 미만)에 대해 로봇 도구를 구현하는 절차와 같은, 다른 유형의 의료 절차에 적용가능할 수 있다.

[0040] 본 명세서에 기술된 몇몇 예에서, 물체 제거 절차는 신장으로부터의 신장 결석의 제거에 관한 것이다. 그러나, 본 개시는 신장 결석 제거에만 제한되지는 않는다. 예를 들어, 하기 설명은 또한, 예를 들어 담낭 결석 제거, 폐(폐/경흉부) 종양 생검, 또는 백내장 제거와 같은, 경피 및/또는 내시경 접근을 통해 치료 부위 또는 환자 공동(예컨대, 식도, 요관, 장, 눈 등)으로부터 제거될 수 있는 임의의 물체를 포함하는, 환자로부터의 물체의 제거와 관련된 다른 외과/의료 수술 또는 의료 절차에 적용가능하다.

[0041] 의료 시스템

[0042] 도 1은 본 개시의 태양에 따른, 다양한 의료 절차를 수행하기 위한 예시적인 의료 시스템(100)을 예시한다. 의료 시스템(100)은 환자(140)에게 절차를 수행하기 위해 의료 기구(120), 의료 기구(130), 및/또는 다른 의료 기구와 맞물리고/리거나 그들을 제어하도록 구성된 로봇 시스템(110)을 포함한다. 의료 시스템(100)은 또한, 로봇 시스템(110)과 인터페이싱하고, 절차에 관한 정보를 제공하고/하거나, 다양한 다른 동작을 수행하도록 구성된 제어 시스템(150)을 포함한다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 의사(160)를 보조하도록 소정 정보를 제시하기 위한 디스플레이(들)(152)를 포함할 수 있다. 의료 시스템(100)은 환자(140)를 유지시키도록 구성된 테이블(170)을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 의료 시스템(100)은 또한, C-아암에 통합되고/되거나 형광투시법-유형 절차를 위한 것과 같은 절차 동안 이미징을 제공하도록 구성될 수 있는 이미징 장치(180)를 포함할 수 있다. 다양한 동작이 의사(160)에 의해 수행되는 것으로 본 명세서에 기술된다. 이들 동작은 직접 의사(160)에 의해, 의사(160)의 지시를 받는 사용자, 다른 사용자(예컨대, 전문가), 이들의 조합, 및/또는 임의의 다른 사용자에 의해 수행될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0043] 도 1의 예에서, 의료 기구(120)는 스코프로서 구현되고, 의료 기구(130)는 카테터로서 구현된다. 따라서, 논의의 용이함을 위해, 의료 기구(120)는 "스코프(120)" 또는 "직접 접근/진입 기구(120)"로 지칭되고, 의료 기구(130)는 "카테터(130)" 또는 "경피 접근/진입 기구(130)"로 지칭된다. 그러나, 의료 기구(120) 및 의료 기구(130)는, 예를 들어 스코프(때때로 "내시경"으로 지칭됨), 카테터, 니들, 가이드와이어, 쇄석기(lithotripter), 바스켓 회수 장치(basket retrieval device), 겸자, 진공, 니들, 메스(scalpel), 이미징 프로브, 조오(jaw), 가위, 파지기, 니들 홀더, 미세 절개기, 스테이플 어플라이어(staple applier), 택커(tacker), 흡입/관주 도구, 클립 어플라이어(clip applier) 등을 포함하는, 임의의 유형의 의료 기구로서 각각 구현될 수 있다. 일부 실시예에서 의료 기구가 조향가능 장치인 반면, 다른 실시예에서 의료 기구가 비-조향가능 장치이다. 일부 실시예에서, 수술 도구는 니들, 메스, 가이드와이어 등과 같은, 인간 해부학적 구조를 통해 천공하거나 삽입되도록 구성된 장치를 지칭한다. 그러나, 수술 도구는 다른 유형의 의료 기구를 지칭할 수 있다.

[0044] 용어 "스코프" 또는 "내시경"은 그들의 넓고 통상적인 의미에 따라 본 명세서에 사용되고, 이미징 생성, 관찰, 및/또는 캡처링 기능을 갖고 임의의 유형의 장기, 공동, 내강, 챔버, 및/또는 신체의 공간 내로 도입되도록 구성된 임의의 유형의 세장형 의료 기구를 지칭할 수 있다. 예를 들어, 스코프 또는 내시경에 대한 본 명세서의 언급은 (예컨대, 요로에 접근하기 위한) 요관경, 복강경, (예컨대, 신장에 접근하기 위한) 신장경, (예컨대, 기관지와 같은 기도에 접근하기 위한) 기관지경, (예컨대, 결장에 접근하기 위한) 결장경, (예컨대, 관절에 접근하기 위한) 관절경, (예컨대, 방광에 접근하기 위한) 방광경, 보어스코프(borescope) 등을 지칭할 수 있다. 스코프/내시경은, 일부 경우에, 강성 또는 가요성 튜브를 포함할 수 있고, 외측 시스(sheath), 카테터, 삽입기(introducer), 또는 다른 루멘(lumen)-유형 장치 내에서 통과되도록 치수설정될 수 있거나, 그러한 장치 없이 사용될 수 있다.

[0045] 용어 "직접 진입" 또는 "직접 접근"은 그들의 넓고 통상적인 의미에 따라 본 명세서에 사용되고, 환자의 신체 내의 자연 또는 인공 개구를 통한 기구장치의 임의의 진입을 지칭할 수 있다. 예를 들어, 도 1을 참조하면, 그리고 위에서 언급된 바와 같이, 스코프(120)는 직접 접근 기구로 지칭될 수 있는데, 이는 스코프(120)가 요도를 통해 환자(140)의 요로 내로 진입하기 때문이다.

- [0046] 용어 "경피 진입" 또는 "경피 접근"은 그들의 넓고 통상적인 의미에 따라 본 명세서에 사용되고, 절차와 연관된 표적 해부학적 위치(예컨대, 신장의 신배 네트워크(calyx network))에 도달하는 데 필요한 환자의 피부 및 임의의 다른 신체 층을 통한 기구장치의, 예컨대 천공 및/또는 작은 절개에 의한 진입을 지칭할 수 있다. 이와 같이, 경피 접근 기구는 니들, 메스, 가이드와이어, 시스, 샤프트, 스코프, 카테터 등과 같은, 피부 및/또는 다른 조직/해부학적 구조를 통해 천공하거나 삽입되도록 구성된 의료 기구, 장치, 또는 조립체를 지칭할 수 있다. 그러나, 경피 접근 기구는 본 개시의 맥락에서 다른 유형의 의료 기구를 지칭할 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 일부 실시예에서, 경피 접근 기구는 환자의 피부를 통한 천공 및/또는 작은 절개를 용이하게 하는 장치로 삽입되거나 구현되는 기구/장치를 지칭한다. 예를 들어, 카테터(130)는 카테터(130)가 환자(140)의 피부를 천공한 시스/샤프트를 통해 삽입될 때 경피 접근 기구로 지칭될 수 있다.
- [0047] 일부 실시예에서, 스코프(120) 및/또는 카테터(130)와 같은 의료 기구는 센서 데이터를 생성하도록 구성된 센서(때때로 위치 센서로 지칭됨)를 포함한다. 예에서, 센서 데이터는 의료 기구의 위치 및/또는 배향을 나타낼 수 있고/있거나 의료 기구의 위치 및/또는 배향을 결정하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 센서 데이터는 스코프의 위치 및/또는 배향을 나타낼 수 있고, 이는 스코프의 원위 단부의 물을 포함할 수 있다. 의료 기구의 위치 및 배향은 의료 기구의 자세로 지칭될 수 있다. 센서는 의료 기구의 원위 단부 및/또는 임의의 다른 위치 상에 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 센서는 의료 기구의 위치 및/또는 배향을 결정/추적하기 위해 하나 이상의 위치결정 기법을 수행하도록 센서 데이터를 제어 시스템(150) 및/또는 다른 시스템/장치에 제공할 수 있다.
- [0048] 일부 실시예에서, 센서는 전도성 재료의 코일을 가진 전자기(electromagnetic, EM) 센서를 포함할 수 있다. 여기서, EM 필드 발생기(field generator)가 의료 기구 상의 EM 센서에 의해 검출되는 EM 필드를 제공할 수 있다. 자기장은 EM 센서의 코일 내에 소전류(small current)를 유도할 수 있고, 이는 EM 센서와 EM 필드 발생기 사이의 거리 및/또는 각도/배향을 결정하기 위해 분석될 수 있다. 또한, 센서는 카메라, 거리 센서, 레이더 장치, 형상 감지 섬유, 가속도계, 자이로스코프, 가속도계, 위성-기반 위치확인 센서(예컨대, GPS(global positioning system)), 무선-주파수 송수신기 등과 같은, 다른 유형의 센서를 포함할 수 있다.
- [0049] 의료 기구는 좌표 프레임과 연관될 수 있고, 이는 서로 직각을 이루는 2개 이상의 벡터(또는 축)의 세트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 3차원 공간에서, 좌표 프레임은 서로 직각을 이루는 3개의 벡터(예컨대, x-벡터, y-벡터, 및 z-벡터)를 포함할 수 있다. 다양한 규약이 사용될 수 있지만, 예시의 용이함을 위해, 본 명세서의 설명은 종종 양의 z에 대응하는 것으로서 "전진" 방향(예컨대, 삽입/후퇴), 양의 x에 대응하는 것으로서 "우측" 방향, 및 양의 y에 대응하는 것으로서 "상향" 방향을 언급할 것이다. z-벡터는 의료 기구의 길이방향 축을 따라 연장될 수 있다. 그러한 좌표계는 "왼손 좌표계"로 지칭될 수 있다. 그러나, 본 명세서의 개시는 오른손 좌표계의 맥락에서 유사하게 논의/구현될 수 있다. 예에서, 좌표 프레임은 의료 장치의 하나 이상의 세장형 이동부재(예컨대, 하나 이상의 당김 와이어(pull wire))의 위치에 기초하여 설정/상관된다. 또한, 예에서, 좌표 프레임은 스코프의 팁 상의 이미지 장치의 원위 단부와 같은, 의료 기구 상의 이미지 장치의 위치에 대해/그에 기초하여 설정/상관된다. 이와 같이, 좌표 프레임은 기준 카메라 프레임에 대응할 수 있다. 그러나, 좌표 프레임은 다른 위치에서 상관/설정될 수 있다. 많은 예에서, 의료 기구에 대한 좌표 프레임은 의료 기구의 원위 단부(예컨대, 치료 부위에 있는 단부)와 관련하여 표현/논의될 것이다. 그러나, 좌표 프레임은 다른 곳에 위치될 수 있다.
- [0050] 위에서 언급된 바와 같이, 제어 시스템(150)은 의료 절차를 수행하는 것을 보조하기 위해 다양한 기능을 제공하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 로봇 시스템(110)에 결합되고 로봇 시스템(110)과 협력하여 동작하여 환자(140)에게 의료 절차를 수행할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은, 로봇 시스템(110)에 연결된 스코프(120) 및/또는 카테터(130)를 제어하고, 스코프(120)에 의해 캡처된 이미지(들)를 수신하는 등을 위해 무선 또는 유선 접속을 통해 로봇 시스템(110)과 통신할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 제어 시스템(150)은 하나 이상의 유체 채널을 통해 로봇 시스템(110)에 유체를 제공하고, 하나 이상의 전기 접속부를 통해 로봇 시스템(110)에 전력을 제공하고, 하나 이상의 광섬유 또는 다른 컴포넌트를 통해 로봇 시스템(110)에 광학계를 제공하는 등을 할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 (로봇 시스템(110)을 통해 그리고/또는 스코프(120) 및/또는 카테터(130)로부터 직접) 센서 데이터를 수신하기 위해 스코프(120)(및/또는 카테터(130))와 통신할 수 있다. 예에서, 센서 데이터는 의료 기구의 위치 및/또는 배향을 나타내거나 그들을 결정하는 데 사용될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 테이블(170)과 통신하여 테이블(170)을 특정 배향으로 위치시키거나 달리 테이블(170)을 제어할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 EM 필드 발생기와 통신하여 환자(140) 주위의 EM 필드의 발생을 제어할 수 있다.
- [0051] 제어 시스템(150)은 의사(160) 또는 다른 사람이 의료 절차를 수행하는 것을 보조하도록 구성된 다양한 I/O 장

치를 포함한다. 도 1의 예에서, 제어 시스템(150)은 의료 기구를 내비게이팅하거나 달리 제어하기 위해 의사(160) 또는 다른 사용자에게 의해 이용되는 I/O 장치(들)(156)를 포함한다. 예를 들어, 의사(160)는 I/O 장치(들)(156)를 통해 입력을 제공할 수 있고, 이에 응답하여, 제어 시스템(150)은 스코프(120)/카테터(130)를 조작하도록 로봇 시스템(110)에 제어 신호를 송신할 수 있다. 예에서, 의사(160)는 동일한 I/O 장치를 사용하여 스코프(120) 및/또는 카테터(130)를 제어할 수 있다(예컨대, 장치들 사이에서 제어를 전환함). 일부 실시예에서, 아래에서 더 상세히 논의되는 바와 같이, 스코프(120)는 1인치 시점으로부터(예컨대, 스코프(120)의 관점으로부터) 구동되고 그리고/또는 카테터(130)는 3인치 시점으로부터(예컨대, 스코프(120)의 관점으로부터) 구동된다. I/O 장치(들)(156)가 도 1의 예에서 제어기로서 예시되어 있지만, I/O 장치(들)(156)는 터치스크린, 터치 패드, 마우스, 키보드 등과 같은 다양한 유형의 I/O 장치로서 구현될 수 있다.

[0052] 또한 도 1에 도시된 바와 같이, 제어 시스템(150)은 절차에 관련된 다양한 정보를 제공하기 위한 디스플레이(들)(152)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 스코프(120)에 의해 캡처된 실시간 이미지를 수신하고, 디스플레이(들)(152)를 통해 실시간 이미지 및/또는 실시간 이미지의 시각적 표현을 디스플레이할 수 있다. 디스플레이(들)(152)는 본 명세서에서 논의된 인터페이스들 중 임의의 것과 같은 인터페이스(들)(154)를 제시할 수 있고, 이는 스코프(120) 및/또는 다른 의료 기구로부터의 이미지 데이터를 포함할 수 있다.

[0053] 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 이미지 데이터의 일정한 배향을 유지하는 방식으로 인터페이스(들)(154)를 통해 이미지 데이터를 제공할 수 있다(때때로 "원본 이미지 뷰"로 지칭됨). 예를 들어, 인터페이스(들)(154)는 (예컨대, 인터페이스(들)(154)에서의 방향이 스코프(120)에 대한 좌표 프레임의 양의 y-벡터에 대응하도록) 스코프(120)에 대한 좌표 프레임과의 일정한 관계를 유지할 수 있다. 예시하기 위해, 스코프(120)로부터의 이미지 데이터에 묘사된 신장 결석이 초기에 인터페이스(들)(154)에서 좌측 상에 나타나는 것으로 가정한다. 스코프가 180도 롤링되는 경우, 신장 결석은 롤 동안 인터페이스(들)(154) 내에서 이동하고, 롤 후에 인터페이스(들)(154)에서 우측 상에 나타날 것이다. 여기서, 제어 시스템은 인터페이스(들)(154)를 통해 디스플레이된 이미지 데이터의 배향을 조정하지 않을 것이다. 이와 같이, 이미지 데이터 내의 수평선은 롤링되는 것으로 인지될 수 있다.

[0054] 다른 실시예에서, 제어 시스템(150)은 이미지 데이터의 배향을 업데이트하는 방식으로 인터페이스(들)(154)를 통해 이미지 데이터를 제공할 수 있다(때때로 "회전 이미지 또는 가상 뷰(virtual view)"로 지칭됨). 예를 들어, 인터페이스(들)(154)는 (예컨대, 인터페이스(들)(154)에서의 방향이 스코프(120)에 대한 좌표 프레임의 양의 y-벡터에 항상 대응하지는 않도록) 스코프(120)에 대한 좌표 프레임과의 관계를 업데이트할 수 있다. 예시하기 위해, 스코프(120)로부터의 이미지 데이터에 묘사된 신장 결석이 초기에 인터페이스(들)(154)에서 좌측 상에 나타나는 것으로 가정한다. 스코프가 180도 롤링되는 경우, 신장 결석은 롤 후에 인터페이스(들)(154)에서 좌측 상에 여전히 나타날 것이다. 여기서, 제어 시스템(150)은 이미지 데이터에 묘사된 객체를 동일한 배향으로 유지하기 위해 스코프(120)가 180도 롤링됨에 따라 인터페이스(들)(154)를 통해 디스플레이된 이미지 데이터의 배향을 조정할 수 있다(예컨대, 이미지 데이터를 롤 보정함). 이와 같이, 이미지 데이터 내의 수평선은 동일하게 유지되는 것으로 인지될 수 있다.

[0055] 추가적으로 또는 대안적으로, 제어 시스템(150)은 디스플레이(들)(152)를 통해 다른 정보를 출력할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 환자(140)와 연관된 의료용 모니터 및/또는 센서로부터 신호(예컨대, 아날로그, 디지털, 전기, 음향/음파, 공압, 촉각, 수압 등)를 수신할 수 있고, 디스플레이(들)(152)는 환자(140)의 건강 또는 환경에 관한 정보를 제시할 수 있다. 그러한 정보는, 예를 들어 심박수(예컨대, ECG, HRV 등), 혈압/혈류량, 근육 생체-신호(예컨대, EMG), 체온, 혈중 산소 포화도(예컨대, SpO<sub>2</sub>), CO<sub>2</sub>, 뇌파(예컨대, EEG), 환경 및/또는 국소 또는 심부 체온 등을 포함하는, 의료용 모니터를 통해 디스플레이되는 정보를 포함할 수 있다.

[0056] 제어 시스템(150)의 기능을 용이하게 하기 위해, 제어 시스템(150)은 다양한 컴포넌트(때때로 "서브시스템"으로 지칭됨)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 제어 전자장치/회로뿐만 아니라, 하나 이상의 전원, 공압장치, 광원, 액추에이터(actuator), 메모리/데이터 저장 장치, 및/또는 통신 인터페이스를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은, 실행될 때, 다양한 동작이 구현되게 하는 실행가능 명령어를 저장하도록 구성된 컴퓨터-기반 제어 시스템을 포함하는 제어 회로를 포함한다. 일부 실시예에서 제어 시스템(150)은 도 1에 도시된 것과 같이 이동가능한 반면, 다른 실시예에서 제어 시스템(150)은 고정형 시스템이다. 다양한 기능 및 컴포넌트가 제어 시스템(150)에 의해 구현되는 것으로 논의되지만, 이러한 기능 및/또는 컴포넌트들 중 임의의 것이 로봇 시스템(110), 테이블(170), 또는 심지어 스코프(120) 및/또는 카테터(130)와 같은 다

른 시스템 및/또는 장치에 통합되고/되거나 그들에 의해 수행될 수 있다.

- [0057] 로봇 시스템(110)은 특정 절차에 따라 다양한 방식으로 배열될 수 있다. 로봇 시스템(110)은 절차를 수행하기 위해 의료 기구(들)와 맞물리고/리거나 그를 제어하도록 구성된 하나 이상의 로봇 아암(112)을 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, 각각의 로봇 아암(112)은 조인트(joint)에 결합된 다수의 아암 세그먼트(arm segment)를 포함할 수 있고, 이는 다중 이동도(degree of movement)를 제공할 수 있다. 도 1의 예에서, 로봇 아암들(112) 중 2개는 환자(140)의 요도를 통해 표적 부위에 접근하기 위해 스코프(120)와 맞물리도록 작동되고, 로봇 아암들(112) 중 1개는 경피 접근 경로를 통해 표적 부위에 접근하기 위해 카테터(130)와 맞물리도록 작동된다. 로봇 시스템(110)이 적절하게 위치될 때, 스코프(120) 및/또는 카테터(130)는 로봇 아암(112)을 사용하여 로봇으로, 의사(160)에 의해 수동으로, 또는 이들의 조합으로 환자(140) 내로 삽입되고/되거나 내비게이팅될 수 있다. 도 1에 예시되지 않지만, 로봇 아암(112)은 또한 절차의 특정 단계 동안 치료 부위 부근에 위치될 수 있는 전자기(EM) 필드 발생기와 같은, 절차 동안 교체될 수 있는 다른 의료 기구에 연결될 수 있다. 또한, 로봇 아암(112)이 다양한 위치에 도시되고 다양한 기구장치에 결합되지만, 그러한 구성은 편의상 그리고 예시 목적을 위해 도시된 것이고, 그러한 로봇 아암(112)은 의료 절차 동안 시간 경과에 따라 상이한 구성을 가질 수 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0058] 로봇 시스템(110)은 또한 하나 이상의 로봇 아암(112)에 결합된 지지 구조물(114)을 포함할 수 있다. 지지 구조물(114)은 제어 전자장치/회로, 하나 이상의 전원, 하나 이상의 공압장치, 하나 이상의 광원, 하나 이상의 액추에이터(예컨대, 하나 이상의 로봇 아암(112)을 이동시키기 위한 모터), 메모리/데이터 저장소, 및/또는 하나 이상의 통신 인터페이스를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 지지 구조물(114)은, 입력, 예컨대 로봇 시스템(110)을 제어하기 위한 사용자 입력을 수신하고/하거나 출력, 예컨대 그래픽 사용자 인터페이스(graphical user interface, GUI), 로봇 시스템(110)에 관한 정보, 절차에 관한 정보 등을 제공하도록 구성된 입력/출력(I/O) 장치(들)(116)를 포함한다. I/O 장치(들)(116)는 디스플레이, 터치스크린, 터치패드, 프로젝터, 마우스, 키보드, 마이크, 스피커 등을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110)은 로봇 시스템(110)이 절차를 위해 적절하거나 원하는 위치에 위치될 수 있도록 이동가능하다(예컨대, 지지 구조물(114)이 휠을 포함함). 다른 실시예에서, 로봇 시스템(110)은 고정형 시스템이다. 또한, 일부 실시예에서, 로봇 시스템(112)은 테이블(170)에 통합된다.
- [0059] 로봇 시스템(110)은 제어 시스템(150), 테이블(170), 스코프(120), 카테터(130), 및/또는 다른 장치/기구와 같은, 의료 시스템(100)의 임의의 컴포넌트에 결합될 수 있다. 일례에서, 로봇 시스템(110)은 동작을 수행하기 위해, 예컨대 특정 방식으로 로봇 아암(112)을 위치시키고, 스코프(120) 및/또는 카테터(130)를 조작하는 등을 위해 제어 시스템(150)으로부터 제어 신호를 수신하도록 제어 시스템(150)에 통신가능하게 결합된다. 다른 예에서, 로봇 시스템(110)은 환자(140)의 내부 해부학적 구조를 묘사하는 이미지를 스코프(120)로부터 수신하고/하거나, 이어서 디스플레이(들)(152) 상에 디스플레이될 수 있는 그러한 이미지를 제어 시스템(150)에 송신하도록 구성된다. 또한, 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110)은 제어 시스템(150)과 같은, 의료 시스템(100)의 컴포넌트에, 그로부터 유체, 광학계, 전력 등이 수용되도록 허용하는 방식으로 결합된다.
- [0060] 이미징 장치(180)는 하나 이상의 x-선 또는 CT 이미지와 같은, 절차 동안 환자(140)의 하나 이상의 이미지를 캡처/생성하도록 구성될 수 있다. 예에서, 이미징 장치(180)로부터의 이미지는 의사(160)가 절차를 수행하는 것을 보조하기 위해 환자(140) 내의, 스코프(120) 및/또는 카테터(130)와 같은 의료 기구 및/또는 해부학적 구조를 관찰하도록 실시간으로 제공될 수 있다. 이미징 장치(180)는 (예컨대, 환자(140) 내의 조영제에 의한) 형광 투시법 또는 다른 유형의 이미징 기법을 수행하기 위해 사용될 수 있다. 도 1에 도시되어 있지만, 실시예에서, 이미징 장치(180)는 절차를 수행하기 위해 구현되지 않고/않거나 (C-아암을 포함하여) 이미징 장치(180)는 제거된다.
- [0061] 의료 시스템(100)의 다양한 컴포넌트는 무선 및/또는 유선 네트워크를 포함할 수 있는 네트워크를 통해 서로 통신가능하게 결합될 수 있다. 예시적인 네트워크는 하나 이상의 개인 영역 네트워크(PAN), 근거리 통신망(LAN), 광역 통신망(WAN), 인터넷 영역 네트워크(IAN), 셀룰러 네트워크, 인터넷 등을 포함한다. 또한, 일부 실시예에서, 의료 시스템(100)의 컴포넌트는 하나 이상의 지원 케이블, 튜브 등을 통해 데이터 통신, 유체/기체 교환, 전력 교환 등을 위해 연결된다.
- [0062] 위에서 언급된 바와 같이, 의료 시스템(100)은 의사(160)가 의료 기구를 구동할 수 있게, 예컨대 환자(140) 내에서 의료 기구를 내비게이팅할 수 있게 할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 의료 기구에 대한 이동 방향을 나타내는 입력 신호를 I/O 장치(들)(156)로부터 수신할 수 있다. 제어 시스템(150)은 의료 기구의 배향

/위치, (일부 경우에) 의료 기구의 이미지 데이터를 제공하는 다른 의료 기구의 배향/위치, 및/또는 인터페이스(들)(154)를 통해 디스플레이된 이미지 데이터의 배향을 결정할 수 있다. 제어 시스템(150)은 의료 기구의 좌표/제어 프레임에 대해 적절한 방향으로 의료 기구를 이동시키기 위해 제어 신호를 생성하도록 그러한 정보를 사용할 수 있다. 제어 시스템(150)은 의료 기구를 조작하기 위해 로봇 시스템(110)에 제어 신호를 송신할 수 있다.

[0063] 일부 실시예에서, 의료 시스템(100)은 의사(160)가 의료 기구의 시점으로부터 의료 기구를 구동할 수 있게 한다 ("1인칭 구동"으로도 지칭됨). 이러한 유형의 구동은 의료 기구가 이미지 데이터를 제공하기 위해 이미징 장치를 포함하는 상황에서 그리고/또는 다른 상황에서 유용할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 스코프(120)가 스코프(120)의 시점으로부터 구동될 수 있게 할 수 있다. 스코프(120)는 제어 시스템(150)에 이미지 데이터를 제공하도록 구성된 이미징 장치를 포함할 수 있다. 제어 시스템(150)은 의사(160)가 스코프(120)의 시점으로부터 스코프(120)를 구동하는 것을 보조하기 위해 인터페이스(들)(154)를 통해 이미지 데이터를 디스플레이할 수 있다.

[0064] 1인칭 구동의 경우에, 제어 시스템(150)은 일반적으로 인터페이스(들)(154)를 통해 디스플레이된 의료 기구로부터의 이미지 데이터의 배향에 상관된 방식으로 이동하도록 의료 기구를 제어할 수 있다. 예를 들어, 의사(160)가 스코프(120)의 시점으로부터 스코프(120)를 구동하고 있고, 의사(160)가, 예컨대 I/O 장치(들)(156) 상에서 상향 제어를 선택함으로써, I/O 장치(들)(156)에 대해 상향 방향으로 스코프(120)를 이동시키기 위해 I/O 장치(들)(156)를 통해 입력을 제공하는 것으로 가정한다. 제어 시스템(150)은 스코프(120)의 배향/위치 및/또는 인터페이스(들)(154)를 통해 디스플레이되는 스코프(120)로부터의 이미지 데이터의 배향을 결정할 수 있다. 제어 시스템(150)은 인터페이스(들)(154) 상에서 상향 방향으로 나타나는 적절한 방향으로 스코프(120)를 이동시키기 위해 그러한 배향/위치 정보를 사용할 수 있다.

[0065] 예시하기 위해, 인터페이스(들)(154)가 스코프(120)에 대한 정적 뷰를 디스플레이하고 있는 경우(예컨대, 인터페이스(들)(154)에서의 상향이 스코프(120)에 대한 좌표 프레임의 양의 y-벡터에 대응함), 제어 시스템(150)은 스코프(120)가 I/O 장치(들)(156) 상에서의 상향 입력에 응답하여 스코프(120)에 대한 좌표 프레임의 양의 y-벡터를 따라 이동하게 할 수 있다. 또한, 인터페이스(들)(154)가 스코프(120)에 대한 회전 이미지 뷰를 디스플레이하고 있는 경우(예컨대, 인터페이스(들)(154)에서의 상향이 스코프(120)에 대한 좌표 프레임의 양의 y-벡터에 항상 대응하지는 않음), 제어 시스템(150)은 스코프(120)가 인터페이스(들)(154)에서 상향으로 이동하는 것으로 나타나는 적절한 방향으로 스코프(120)가 이동하게 하도록 스코프(120)에 대한 좌표 프레임에 대해 이미지 데이터의 기준 프레임의 오프셋을 결정할 수 있다.

[0066] 또한, 일부 실시예에서, 의료 시스템(100)은 의사(160)가 다른 의료 기구의 시점으로부터 의료 기구를 구동할 수 있게 할 수 있다("3인칭 구동"으로도 지칭됨). 이러한 유형의 구동은 의료 기구들이 서로 랑데부하는 그리고/또는 의료 기구들 중 하나가 이미징 장치를 포함하지 않는 상황에서 유용할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 의사(160)가 스코프(120)의 시점으로부터 카테터(130)를 구동할 수 있게 할 수 있고, 이는 카테터(130)가 이미징 장치를 포함하지 않는 경우에 유용할 수 있다. 여기서, 스코프(120)는 이미지 데이터를 제공할 수 있고, 제어 시스템(150)은 인터페이스(들)(154)를 통해 이미지 데이터를 디스플레이할 수 있다. 카테터(130)가 스코프(120)의 시야 내에 있을 때, 의사(160)는 인터페이스(들)(154)에서 카테터(130)를 관찰하고, 스코프(120)의 시점으로부터 카테터(130)를 구동할 수 있다.

[0067] 3인칭 구동의 경우에, 제어 시스템(150)은 일반적으로 의료 기구의 이동을 제어하기 위한 제어 스킴을 구현할 수 있다. 예를 들어, 의사(160)가 스코프(120)의 시점으로부터 카테터(130)를 구동하고 있고, 의사(160)가, 예컨대 I/O 장치(들)(156) 상에서 상향 제어를 선택함으로써, I/O 장치(들)(156)에 대해 상향 방향으로 카테터(130)를 이동시키기 위해 I/O 장치(들)(156)를 통해 입력을 제공하는 것으로 가정한다. 제어 시스템(150)은 카테터(130)에 대한 스코프(120)의 배향을 고려하는 카테터(130)에 대한 제어 스킴을 구현할 수 있다. 이는 카테터(130)가 인터페이스(들)(154) 상에서 상향 방향으로 나타나는 적절한 방향으로 이동할 수 있게 할 수 있다.

[0068] 제어 스킴이 의료 기구의 이동을 위한 제어 신호에 입력 제어를 매핑하는 데 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 스킴은 제어 프레임(때때로 "기준 제어 프레임"으로 지칭됨)을 포함하고, 이는 의료 기구/장치를 제어하는 데 사용되는 앵스트랙트 좌표 프레임(abstract coordinate frame)/벡터의 세트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 프레임은 서로 직각을 이루는 2개 이상의 벡터(또는 축)의 세트를 포함할 수 있다. 제어 프레임은 일반적으로 의료 기구에 대한 좌표 프레임에 상관될 수 있다. 예를 들어, 의료 기구에 대한 제어 프레임은 의료 기구에 대한 좌표 프레임에 대해 오프셋될 수 있다(예컨대, 축/벡터에 대해 30-도 오프셋). 예

에서, 좌표 프레임은 의료 기구에 대해 정적으로 유지되고(즉, 의료 기구 상의 지점에 고정됨), 반면에 제어 프레임은, 예컨대 의료 기구의 롤, 사용자 인터페이스를 통한 이미지 데이터의 배향 등에 기초하여, 동적으로 업데이트될 수 있다. 예에서, 제어 프레임은 의료 기구의 틱에 상관된다. 그러나, 제어 프레임은 다른 위치에서 상관/중심설정될 수 있다.

[0069] 일부 실시예에서, 제어 스크/프레임은 인터페이스를 통해 디스플레이된 이미지 데이터의 배향에 기초하여 결정된다. 예를 들어, 제어 프레임의 수직/수평 축은 인터페이스 내에서 이미지 데이터의 수직/수평 축과 상관/정렬될 수 있다. 예시하기 위해, 스코프(120)의 시점에서 카테터(130)를 구동하는 경우에, 카테터(130)에 대한 제어 프레임은 인터페이스(들)(154)를 통해 디스플레이된 바와 같은 스코프(120)로부터의 이미지 데이터의 배향에 상관될 수 있다. 예시적인 제어 프레임은 아래에서 더 상세히 논의된다. 제어 프레임이 3인치 구동의 맥락에서 종종 논의되지만, 제어 프레임은 1인치 구동 등의 경우에서와 같이, 다른 맥락에서 사용될 수 있다.

[0070] 3인치 구동의 일부 상황에서, 의사(160)가 의료 기구를 구동하는 것이 어려울 수 있다. 예를 들어, 의사(160)가 스코프(120)의 시점으로부터 카테터(130)를 구동하고 있고 카테터(130)가 실질적으로 마주보는 방식으로 스코프(120)를 향하고 있는 경우(예컨대, 카테터(130)의 틱이 스코프(120)의 틱을 향하고 있음), 의사(160)는 카테터(130)를 인터페이스(들)(154)에 대해 적절한 방향으로 이동시키기 위해 반전된 좌측 및 우측 입력을 제공하여야 한다. 예를 들어, 의사(160)가 카테터(130)를 인터페이스(들)(154)에 대해 좌측으로 이동시키기를 원하는 경우, 의사(160)는 I/O 장치(들)(156)를 통해 우측 입력을 제공하도록 요구될 수 있고, 그 반대도 마찬가지이다. 대조적으로, 카테터(130)와 스코프(120)가 실질적으로 동일한 방향으로 향하고 있을 때(예컨대, 카테터(130)의 틱과 스코프(120)의 틱이 동일한 방향을 향하고 있음), 그러한 반전된 입력이 요구되지 않는다. 요약하면, 3인치 구동의 소정 상황은 의사(160)가 의료 기구를 구동하는 것을 어렵게 할 수 있고, 이는 (예컨대, 의료 기구가 원하는 방향으로 이동될 때) 환자(140)를 손상시키고, 비효율적인 절차로 이어지는 등을 초래할 수 있다.

[0071] 이와 같이, 의료 시스템(100)은 의사(160)가 의료 기구를 구동하는 것을 보조하기 위해 하나 이상의 제어/구동 모드를 용이하게 할 수 있다. 다수의 제어 모드를 사용함으로써, 의료 기구는 서로에 대한 의료 기구의 상이한 배향을 위한 효과적인 방식으로 구동될 수 있다. 예를 들어, 카테터(130)가 스코프(120)의 시점으로부터 구동되고 있는 경우, 의사(160)는 카테터(130)를, I/O 장치(들)(156)를 통해 제공된 입력에 더 직관적으로 대응하는 인터페이스(들)(154) 상의 방향으로 이동하는 것으로 관찰하는 것이 가능할 수 있다. 일부 예에서, 의료 시스템(100)은 (예컨대, 상이한 방식으로 I/O 장치(들)(156)로부터의 입력 신호를 처리하고/하거나 로봇 시스템(110)에 대한 제어 신호를 생성하기 위해) 제어 시스템(150)을 재구성하고, (예컨대, 상이한 입력 제어 신호를 송신하기 위해) I/O 장치(들)(156)를 재구성하고, 그리고/또는 (예컨대, 상이한 방식으로 로봇 아암을 제어하기 위해) 로봇 시스템(110)을 재구성함으로써 상이한 제어 모드로 전환할 수 있다. 다수의 제어 모드가 3인치 구동의 맥락에서 종종 논의되지만, 그러한 제어 모드는 1인치 구동 또는 임의의 다른 구동 시나리오와 같은, 다른 맥락에서 사용될 수 있다.

[0072] 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 의료 기구를 의료 기구의 좌표/제어 프레임에 대해 대응하는 방식으로 구동하기 위해 직접 제어 모드("평행 모드(parallel mode)"로도 지칭됨)를 구현할 수 있다. 예를 들어, 직접 제어 모드에서 스코프(120)의 시점으로부터 카테터(130)를 구동할 때, 의사(160)가 I/O 장치(들)(156) 상에서 좌측 입력을 선택하는 경우, 제어 시스템(150)은 카테터(130)에 대해 좌측으로 이동하도록 카테터(130)를 제어할 수 있다. 카테터(130)가 스코프(120)와 실질적으로 동일한 방향으로 향하고 있는 경우, 의사(160)는 카테터(130)를 (예컨대, 3인치 관점으로부터) 인터페이스(들)(154)에서 좌측으로 이동하는 것으로 관찰할 수 있다. 대조적으로, 카테터(130)가 마주보는 방식으로 스코프(120)를 향하고 있는 경우, 의사(160)는 카테터(130)를 인터페이스(들)(154)에서 우측으로 이동하는 것으로 관찰할 수 있다. 따라서, 직접 제어 모드는 종종 카테터(130)와 스코프(120)가 실질적으로 동일한 방향으로 향하고 있을 때 구현될 수 있다.

[0073] 추가적으로 또는 대안적으로, 제어 시스템(150)은 의료 기구를 의료 기구의 좌표/제어 프레임에 대해 반전된 방식으로 구동하기 위해 반전 제어 모드("거울 모드(mirrored mode)"로도 지칭됨)를 구현할 수 있다. 예를 들어, 반전 제어 모드에서 스코프(120)의 시점으로부터 카테터(130)를 구동할 때, 의사(160)가 I/O 장치(들)(156) 상에서 좌측 입력을 선택하는 경우, 제어 시스템(150)은 카테터(130)에 대해 우측으로 이동하도록 카테터(130)를 제어할 수 있다. 카테터(130)가 마주보는 방식으로 스코프(120)를 향하고 있는 경우, 의사(160)는 카테터(130)를 (예컨대, 3인치 관점으로부터) 인터페이스(들)(154)에서 좌측으로 이동하는 것으로 관찰할 수 있다. 대조적으로, 카테터(130)가 스코프(120)와 실질적으로 동일한 방향으로 향하고 있는 경우, 의사(160)는 카테터(130)를 인터페이스(들)(154)에서 우측으로 이동하는 것으로 관찰할 수 있다. 따라서, 직접 제어 모드는 종종 카

테터(130)와 스코프(120)가 실질적으로 마주보는 방식으로 서로를 향하고 있을 때 구현될 수 있다.

[0074] 일부 실시예에서, 반전 제어 모드는 의료 기구에 대한 수평 이동을 반전시키는 것과 연관되고, 수직 이동은 그렇지 않다. 예를 들어, 반전 제어 모드에서, 제어 시스템(150)은 좌표/제어 프레임에 대한 수평 성분이 반전되게 하고, 수직 성분(들)은 그렇지 않을 수 있다(예컨대, x 값의 부호를 반전시키고, y 값은 그렇지 않음). 그러나, 반전 제어 모드의 일부 경우에 수직 방향이 또한 반전될 수 있다.

[0075] 또한, 일부 실시예에서, 제어 모드는 후퇴 및 삽입을 반전시킬지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 직접 제어 모드에서, I/O 장치(들)(156) 상에서의 전진 입력 제어는 카테터(130)를 환자(140) 내로 추가로 삽입하는 것과 연관될 수 있고, I/O 장치(들)(156) 상에서의 후진 입력 제어는 환자(140)로부터 카테터(130)를 후퇴시키는 것과 연관될 수 있다. 카테터(130)가 스코프(120)의 시점으로부터 구동되고 있고 기구가 마주보는 방식으로 서로를 향하고 있는 경우, 의사(160)는 카테터(130)를 전진 입력에 대해 스코프(120)에 더 가깝게 이동하는 것으로 그리고 후진 입력에 대해 스코프(120)로부터 멀리 이동하는 것으로 관찰할 수 있다. 또한, 반전 제어 모드에서, 전진 입력 제어는 카테터(130)를 후퇴시키는 것과 연관될 수 있고, 후진 입력 제어는 카테터(130)를 삽입하는 것과 연관될 수 있다. 카테터(130)가 스코프(120)의 시점으로부터 구동되고 있고 기구가 마주보는 방식으로 서로를 향하고 있는 경우, 의사(160)는 카테터(130)를 전진 입력에 대해 스코프(120)로부터 멀리 이동하는 것으로 그리고 후진 입력에 대해 스코프(120)에 더 가깝게 이동하는 것으로 관찰할 수 있다.

[0076] 제어 모드는 다양한 방식으로 선택될 수 있다. 일부 실시예에서, 의사(160)는 예컨대 인터페이스(들)(154), I/O 장치(들)(156)를 통해, 또는 다른 방식으로 제어 모드를 선택하기 위한 입력을 제공할 수 있다. 이는 의사(160)가 의료 시스템(100)을 의사(160)의 선호도에 따라 구성하도록 허용할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 특정 상황에 적절한 제어 모드를 자동으로 선택할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은, 도 20을 참조하여 아래에서 더 상세히 논의되는 바와 같이, 의료 기구 및/또는 다른 물체의 위치 및/또는 배향을 결정 및/또는 추적하기 위해 하나 이상의 위치결정 기법을 수행할 수 있다. 일부 경우에, 제어 시스템(150)은 카테터(130)와 스코프(120)가 마주보는 방식으로 서로를 향하고 있을 때 반전 제어 모드를 그리고/또는 카테터(130)와 스코프(120)가 실질적으로 동일한 방향으로 향하고 있을 때 직접 제어 모드를 자동으로 선택할 수 있다.

[0077] 일부 실시예에서, 의료 시스템(100)은 특정 제어 모드를 자동으로 선택하기 위해 학습할 수 있다. 예를 들어, 스코프(120)가 카테터(130)에 대해 마주보는 방식으로 배향될 때(예컨대, 서로에 대해 일정 각도로 배향됨) 특정 의사가 임계 횡수 초과로 반전 제어 모드를 선택하는 경우, 의료 시스템(100)은 스코프(120)와 카테터(130)가 미래에 유사한 방식으로 배향될 때마다 그리고/또는 특정 의사가 의료 시스템(100)에 로그인될 때 반전 제어 모드를 자동으로 선택하도록 학습할 수 있다. 의료 시스템(100)은 특정 제어 모드를 선택할 때를 학습하기 위해, 수행되는 절차의 유형, 구현되는 의료 기구의 유형 등과 같은 다양한 파라미터를 사용할 수 있다. 이와 같이, 의료 시스템(100)은 특정 상황을 위한 제어 모드를 자동으로 선택할 수 있다.

[0078] 또한, 일부 실시예에서, 의료 시스템(100)은 제어 모드(들)를 구현하는 대신에 또는 그에 더하여, 의료 기구를 구동하기 위한 다른 기법을 구현할 수 있다. 일례에서, 카테터(130)는 이미징 장치를 포함할 수 있고, 인터페이스(들)(154)는 1인치 시점으로부터 카테터(130)를 구동하기 위해 카테터(130)로부터의 이미지 데이터를 제공할 수 있다. 다른 예에서, 카테터(130)의 팁이 하나 이상의 마킹을 포함할 수 있고, I/O 장치(들)(156)는 카테터(130)의 이동 방향에 대한 입력 제어의 매핑을 나타내기 위해 동일한 하나 이상의 마킹을 포함할 수 있다. 예시하기 위해, 카테터(130)의 팁은 팁의 일 측부(예컨대, 팁의 반부) 상의 적색 마킹 및 팁의 다른 측부(예컨대, 팁의 다른 반부) 상의 청색 마킹을 포함할 수 있다. 여기서, I/O 장치(들)(156)는, 선택될 때, 카테터(130)가 카테터(130)의 팁 상의 적색 마킹의 방향으로 이동하게 하는 적색 마킹을 갖는 우측 입력 제어를 포함할 수 있다. 또한, I/O 장치(156)는, 선택될 때, 카테터(130)가 카테터(130)의 팁 상의 청색 마킹의 방향으로 이동하게 하는 청색 마킹을 갖는 좌측 입력 제어를 포함할 수 있다. 이와 같이, 의사(160)는 선택할 입력 제어를 결정하기 위해 I/O 장치(들)(156) 상의 마킹을 볼 수 있다.

[0079] 일부 실시예에서, 의료 시스템(100)은 의료 기구에 대한 제어 스킴을 교정하기 위한 기능을 제공할 수 있다. 그러한 교정 기법은 의료 시스템이 의료 기구의 배향/위치를 인식하지 못하거나 부정확하게 결정하는 경우에 유용할 수 있다. 예를 들어, 의료 시스템(100)은 스코프(120)가 로봇 시스템(110)의 아암(112) 상에 장착될 때 스코프(120)와 연관된 볼의 양을 알지 못할 수 있다. 일부 경우에, 스코프(120)는 스코프(120)의 특정 볼과 연관된 로크아웃 위치(lockout position)를 포함한다. 로크아웃은 스코프(120) 상의 메커니즘 및/또는 아암(112)의 장착 컴포넌트 상의 메커니즘(예컨대, 핀, 핀을 수용하기 위한 슬롯 등)과 연관될 수 있다. 로크아웃 위

치에 배치될 때, 스코프(120)는, (로크아웃을 해제하는) 아암(112)의 장착 컴포넌트 상에 배치될 때까지, 롤링할 수 없다. 스코프(120)가 로봇 시스템(110) 상에 장착되는 경우, 의료 시스템(100)은 일반적으로 스코프(120)가 로크아웃 위치에(예컨대, 제로 롤에) 있는 것으로 가정할 수 있다. 그러나, 스코프(120)가 로봇 시스템(110)으로부터 비-로크아웃 위치로 제거되고/되거나 임의적인 롤 위치로 로봇 시스템(110)에서 벗어나 위치될 때 수동으로 롤링되고, 이어서 후속하여 로봇 시스템(100) 상에 재장착되는 경우, 의료 시스템(100)은 스코프(120)의 롤의 양을 부정확하게 가정할 수 있다(예컨대, 스코프(120)가 로크아웃 위치에 있는 것으로 부정확하게 가정함).

[0080] 또한, 의료 시스템(100)은 절차 동안 스코프(120)와 연관된 롤의 양을 추적하지 못할 수 있다. 예를 들어, 스코프(120)가 환자의 다양한 해부학적 구조 내에 배치됨으로 인해 절차 동안 마찰 또는 다른 힘이 스코프(120)에 인가될 수 있다. 그러한 힘은 스코프(120)의 근위 단부의 조작용 스코프(120)의 원위 단부로 완전히 전파되는 것을 방해하여, 스코프(120)의 팁에서 검출되지 않은 양의 롤을 초래할 수 있다. 예를 들어, 로봇 시스템(110)이 스코프를 80도 롤링시키기 위해 스코프(120)에 연결된 로봇 아암을 조작하는 경우, 제어 시스템(150)이 80도 롤링된 것으로 스코프(120)를 추적할 수 있더라도, 스코프(120)의 팁은 단지 60도만큼 롤링될 수 있다. 또한, 절차의 소정 단계 동안, EM 필드 발생기가 의료 기구의 위치/배향을 추적하도록 구현될 수 있다. 그러나, 다른 단계 동안, EM 필드 발생기는 예컨대 (아래에서 더 상세히 논의되는 바와 같이) 동일한 아암 상에 카테터(130) 또는 다른 기구를 장착하기 위해 제거될 필요가 있을 수 있다. EM 필드 발생기가 없으면, 의료 기구의 위치/배향을 추적하는 것이 어려울 수 있다. 또한, 스코프(120)는 스코프(120)의 원위 단부가 바람직하지 않게 회전하게 하는, "곡선 정렬"로 불리는 기생 롤(parasitic roll)을 겪을 수 있다.

[0081] 스코프(120)와 같은 의료 기구의 그러한 설명되지 않은 롤은 클록킹(clocking)/롤 오류를 초래할 수 있고, 이는 스코프(120) 또는 다른 의료 기구를 제어하는 것을 어렵게 할 수 있다. 예를 들어, 스코프(120)가 특정 양의 롤을 갖는 것으로 추정되고, 그러한 추정이 부정확한 경우, 의료 시스템(100)은 스코프(120)의 시점으로부터 스코프(120) 및/또는 카테터(130)를 부정확하게 구동할 수 있다(예컨대, 스코프(120)/카테터(130)가 인터페이스(들)(154)에 대해 잘못된 방향으로 이동할 수 있음).

[0082] 롤 오류의 상황을 해결하기 위해, 의료 시스템(100)은 의료 기구(들)와 연관된 배향/위치 정보를 업데이트하기 위해 하나 이상의 교정 기법을 구현할 수 있다. 예를 들어, 의료 시스템(100)은 카테터(130)의 원위 단부의 배향에 대한 스코프(120)의 원위 단부의 배향을 결정하고, 그러한 정보를 사용하여 스코프(120)의 시점으로부터 카테터(130)를 제어하는 것과 연관된 제어 스킴을 조정할 수 있다. 예를 들어, 의료 시스템(100)이 카테터(130)에 대한 스코프(120)의 추정된 배향이 카테터(130)에 대한 스코프(120)의 실제 배향으로부터 30도만큼 벗어난 것으로 결정하는 경우, 의료 시스템(100)은 제어 프레임을 30도만큼 또는 30-도 오프셋에 기초하여 조정할 수 있다.

[0083] 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 의사(160)가 의료 기구의 배향을 교정할 수 있게 하도록 인터페이스(들)(154)를 통해 정보를 제공할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 카테터(130)를 묘사할 수 있는, 스코프(120)에 의해 캡처된 이미지 데이터를 디스플레이할 수 있다. 제어 시스템(150)은 또한 스코프(120)에 대한 카테터(130)의 배향을 표현하는 정렬 표시자(예컨대, 스코프(130)의 좌표 프레임에 대한 카테터(130)의 좌표 프레임의 추정된 배향)를 디스플레이할 수 있다. 일부 실시예에서, 카테터(130)는 예컨대 카테터(130)의 원위 단부 상의 하나 이상의 마킹을 포함할 수 있고, 정렬 표시자는 카테터(130) 상의 하나 이상의 마킹의 배향을 표현할 수 있다. 정렬 표시자가 인터페이스(들)(154)에서 이미지 데이터에 묘사된 바와 같은 카테터(130) 상의 하나 이상의 마킹과 정렬되지 않은 경우, 의사(160)는 스코프(120)의 팁에 대한 카테터(130)의 팁의 실제 배향을 나타내기 위해 정렬 표시자를 적절한 배향으로 조정할 수 있다. 의사(160)에 의해 표시된 배향에 기초하여, 제어 시스템(150)은, 필요할 경우, 예컨대 제어 프레임과 연관된 하나 이상의 파라미터(예컨대, 하나 이상의 벡터의 배향)를 업데이트함으로써, 카테터(130)를 제어하는 데 사용되는 제어 스킴을 업데이트할 수 있다.

[0084] 또한, 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 의료 기구의 배향을 교정하기 위해 하나 이상의 이미지 처리 기법을 수행할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 스코프(120)에 대한 카테터(130)의 배향(예컨대, 스코프(130)의 좌표 프레임에 대한 카테터(130)의 좌표 프레임)을 식별하기 위해, 카테터(130)를 묘사하는, 스코프(120)에 의해 캡처된 이미지 데이터를 처리할 수 있다. 그러한 처리는 (포함된 경우) 카테터(130)의 팁 상의 하나 이상의 마킹, 카테터(130)의 굽힘의 양 또는 굽힘 방향, 및/또는 카테터(130)의 다른 특징부를 식별할 수 있다. 이미지 처리에 의해 식별된 배향에 기초하여, 제어 시스템(150)은, 필요할 경우, 카테터(130)에 대한 제어 스킴을 업데이트할 수 있다.

- [0085] 또한, 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 특정 동작을 수행하도록 의사(160)에게 지시할 수 있다. 일례에서, 제어 시스템(150)은 I/O 장치(들)(156) 상에서 특정 방향 제어를 선택하도록(예컨대, 상향 입력 제어를 선택하도록) 의사(160)에게 지시할 수 있다. 의사(160)가 특정 방향 제어를 선택하는 것에 응답하여, 제어 시스템(150)은 카테터(130)를 이동하도록 제어할 수 있고, 이는 카테터(130)와 연관된 제어 프레임/스킴의 정확도에 따라 임의의 방향일 수 있다. 제어 시스템(150)은 이어서 카테터(130)가 인터페이스(들)(154)에 대해 이동한 방향을 나타내는 추가 입력을 의사(160)로부터 수신할 수 있다. 카테터(130)가 (제어/좌표 프레임에 대해) 이동한, 의사(160)에 의해 표시된 방향과, 카테터(130)가 (제어/좌표 프레임에 대해) 이동한 것으로 제어 시스템(150)이 추정된 방향 사이의 임의의 차이에 기초하여, 제어 시스템(150)은, 필요할 경우, 카테터에 대한 제어 프레임/스킴을 업데이트할 수 있다. 다른 예에서, 제어 시스템(150)은 인터페이스(들)(154)에 대해 특정 방향으로 카테터(130)를 이동시키도록 의사(160)에게 지시할 수 있다(예컨대, "카테터를 우측으로 이동시키시오"라는 텍스트, 우측 화살표 등이 인터페이스(들)(154)를 통해 표시될 수 있음). 의사(160)는, 다수회 시도할 수 있는, 인터페이스(들)(154)에 대해 특정 방향으로 카테터(130)를 이동시키기 위해 I/O 장치(들)(156)를 통해 입력 제어를 제공할 수 있다. 특정 방향으로 카테터(130)를 성공적으로 이동시킬 때, 의사(160)는 그러한 지시가 완료되었음을 나타내는 추가 입력을 제공할 수 있다. 카테터(130)가 인터페이스(들)(154) 상에서 특정 방향으로 성공적으로 이동한 때 제공되는 입력 제어, 카테터(130)가 성공적인 이동을 위해 제어/좌표 프레임에 대해 이동한 방향, 및/또는 카테터(130)가 (제어/좌표 프레임에 대해) 이동한 것으로 제어 시스템(150)이 추정된 방향에 기초하여, 제어 시스템(150)은, 필요할 경우, 카테터에 대한 제어 프레임/스킴을 업데이트할 수 있다.
- [0086] 많은 실시예가 3인치 구동과 연관된 제어 스킴을 교정하는 맥락에서 논의되지만, 교정 기법은 1인치 구동 및/또는 임의의 다른 시나리오의 맥락에서 구현될 수 있다. 또한, 많은 실시예가 카테터에 대한 제어 스킴을 교정하는 맥락에서 논의되지만, 교정 기법은 추가적으로 또는 대안적으로 스코프 및/또는 다른 의료 기구에 대한 제어 스킴을 교정하도록 구현될 수 있다. 예를 들어, 카테터(130)는 일부 경우에 롤 기능과 연관될 수 있고, 그러한 교정 기법은 카테터(130)의 롤 오류를 보정하도록 구현될 수 있다.
- [0087] 일부 실시예에서, 교정 기법은, 예컨대 의료 기구가 의료 기구를 제어하기 위해 제공된 입력에 상관되는 방식으로 이동하고 있지 않는 것을 의사(160)가 인지할 때, 문제해결 기능의 일부로서 구현될 수 있다. 여기서, 의사(160)는 교정 인터페이스에 진입할 수 있다. 그러나, 교정 기법은 자동으로, 주기적으로, 또는 임의의 시간에 그리고/또는 다양한 이벤트에 기초하여 구현될 수 있다.
- [0088] 일부 실시예에서, 카테터(130)는 교정을 위한 기준 지점으로서 카테터(130)를 사용하는 것을 보조하는 소정 특성을 포함하거나 그와 연관된다. 예를 들어, 카테터(130)는 롤링하는 것이 가능하지 않을 수 있고, 이는 임의의 잠재적인 롤 오류를 회피할 수 있다. 또한, 카테터(130)는 스코프(120)가 그것을 따라 진행하는 경로와 비교하여 실질적으로 직선인 경로를 따라 삽입될 수 있다. 이는 스코프(120)와 비교하여 카테터(130)의 원위 단부에서의 전과 오류를 최소화할 수 있다. 또한, 일부 예에서, 카테터(130)는 스코프(120)와 비교하여 비교적 짧을 수 있다. 카테터(130)의 그러한 특성은 카테터(130)의 위치/배향이, 예컨대 카테터(130)에 부착된 로봇 아암(112)의 배향/위치에 기초하여, 정확하게 결정/추적될 수 있게 할 수 있다(예컨대, 카테터(130)의 위치/배향은 카테터(130)가 로봇 아암(112) 상에 장착된 평면으로부터 오프셋될 수 있음).
- [0089] 의료 기구를 교정하고/하거나 의료 기구에 대한 정확한 배향/위치 정보를 유지하기 위해 추가 기법이 구현될 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 카테터(130)의 위치/배향을 결정하기 위해 로봇 아암(112)의 배향/위치를 사용할 수 있다. 제어 시스템(150)은 또한 카테터(130)가 스코프(120)에 의해 캡처된 이미지 데이터에서 어떻게 나타나는지를 결정할 수 있다(예컨대, 카테터(130)가 이미지 데이터에 위치되거나 진입하는 방향/각도를 결정하기 위해 이미지 처리를 사용하거나 사용자 입력을 수신함). 카테터(130)의 위치/배향 및 카테터(130)가 이미지 데이터에서 어떻게 나타나는지에 기초하여, 제어 시스템(150)은 스코프(120)에 대한 카테터(130)의 배향을 결정하고 제어 스킴을 교정할 수 있다. 또한, 제어 시스템(150)은 카테터(130) 상에 포함된 센서 및/또는 스코프(120) 상의 센서, 예컨대 EM 센서, 자이로스코프, 가속도계 등에 기초하여, 그리고/또는 본 명세서에서 논의된 다른 위치결정 기법에 기초하여, 스코프(120)에 대한 카테터(130)의 배향을 결정/교정할 수 있다. 또한, 제어 시스템(150)은 이미지 데이터에 묘사된 기포를 식별하고(예컨대, 이미지 처리, 기포의 위치 또는 기포가 이동하고 있는 방향을 나타내는 사용자 입력 등에 기초함), 그러한 정보를 (기포가 전형적으로 수집되고/이동하는 곳을 나타내는 정보와 함께) 사용하여 의료 기구의 배향/제어 스킴, 예컨대 스코프(120)의 배향, 카테터(130)에 대한 제어 스킴 등을 교정할 수 있다. 또한, 로봇 시스템(110)은 스코프(120)가 로봇 아암(112) 상에 장착되기 전에 로코아웃 위치로 롤링될 것을 필요로 하는 기계식 키이형 정합(mechanical keyed mating)을

구현할 수 있다. 이는 제어 시스템(150)이 장착되기 전의 스코프(120)의 물을 인식하지 못하는 상황을 회피할 수 있다. 추가적으로, 제어 시스템(150)은 스코프(120)가 로봇 아암(112) 상에 장착될 때마다 스코프(120)가 하드 스톱 위치(hard stop position)로 자동으로(또는 수동으로) 롤링되는 롤 호밍 기법(roll homing technique)을 구현할 수 있다. 이는 제어 시스템(150)이 스코프(120)의 초기 물을 식별하는 것을 보조할 것이다.

[0090] 예에서, 의료 시스템(100)은 경피 및/또는 내시경술(예컨대, 요관경술) 절차에 사용될 수 있다. 소정의 요관경술 절차는 신장 결석의 치료/제거를 수반한다. 일부 구현예에서, 신장 결석 치료는, 도 1에 도시되고 본 명세서에 상세히 기술되는 것과 유사할 수 있는 소정의 로봇 기술/장치의 보조로부터 이점을 얻을 수 있다. 로봇 의료 해결책은 엄밀히 수동인 절차에 비해 소정 기구와 관련하여 상대적으로 더 높은 정밀도, 우수한 제어, 및/또는 우수한 손-눈 협응(hand-eye coordination)을 제공할 수 있다. 예를 들어, 일부 절차에 따른 신장에 대한 로봇-보조식 경피 접근은 유리하게는 비뇨기과 의사가 직접-진입 내시경 신장 접근 및 경피 신장 접근 둘 모두를 수행할 수 있게 할 수 있다. 본 개시의 일부 실시예가 카테터, 신장경, 요관경, 및/또는 인간 신장의 해부학적 구조의 맥락에서 제시되지만, 본 명세서에 개시된 원리는 임의의 유형의 내시경술 및/또는 경피 절차에서 구현될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0091] 하나의 예시적인 경피 절차에서, 의료 시스템(100)은 경피 접근 경로를 통해 환자(140)로부터 신장 결석을 제거하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 의사(160)는 로봇 시스템(110)이 스코프(120)를 요도로부터, 방광을 통해, 위로 요관으로, 그리고 결석이 위치한 신장 내로 전진 및/또는 내비게이션하게 하도록 (예컨대, I/O 장치(들)(156)를 통해) 제어 시스템(150)과 상호작용할 수 있다. 제어 시스템(150)은 의사(160)가 스코프(120)를 내비게이션하는 것을 보조하기 위해 스코프(120)에 관한 정보, 예컨대 그에 의해 캡처된 실시간 이미지를 디스플레이(들)(152)를 통해 제공할 수 있다. 예에서, 스코프(120)는 1인치 시점으로부터(예컨대, 스코프(120)의 관점으로부터) 구동될 수 있다. 일단 신장 결석의 부위에(예컨대, 신장의 신배 내에) 있게 되면, 스코프(120)는 신장에 경피적으로 접근하는 카테터(130)를 위한 표적 위치를 지정/태깅하는(tag) 데 사용될 수 있다. 신장 및/또는 주변 해부학적 구조에 대한 손상을 최소화하기 위해, 의사(160)는 카테터(130)로 경피적으로 신장 내로 진입하기 위한 표적 위치로서 특정 유두(papilla)를 지정할 수 있다. 그러나, 다른 표적 위치가 지정되거나 결정될 수 있다.

[0092] 의사(160)는 또한 로봇 시스템(110)이 카테터(130)를 경피 접근 경로를 통해 스코프(120)에 의해 지정된 표적 위치로 전진 및/또는 내비게이션하게 하도록 제어 시스템(150)과 상호작용할 수 있다. 일부 실시예에서, 니들 또는 다른 의료 기구가 경피 접근 경로를 생성하기 위해 환자(140) 내로 삽입된다. 제어 시스템(150)은 의사(160)가 카테터(130)를 내비게이션하는 것을 보조하기 위해 카테터(130)에 관한 정보를 디스플레이(들)(152)를 통해 제공할 수 있다. 예를 들어, 인터페이스(들)(154)가 스코프(120)의 시점으로부터 이미지 데이터를 제공할 수 있다. 이미지 데이터는 (예컨대, 스코프(120)의 이미징 장치의 시야 내에 있을 때) 카테터(130)를 묘사할 수 있다. 예에서, 카테터(130)는 3인치 시점으로부터(예컨대, 스코프(120)의 관점으로부터) 구동될 수 있다.

[0093] 일단 스코프(120) 및/또는 카테터(130)가 표적 위치에 위치되면, 의사(160)는 스코프(120)를 사용하여 신장 결석을 부수고 그리고/또는 카테터(130)를 사용하여 환자(140)로부터 신장 결석의 조각을 추출할 수 있다. 예를 들어, 스코프(120)는 신장 결석을 조각으로 부수기 위한 도구(예컨대, 레이저, 절단 기구 등)를 전개할 수 있고, 카테터(130)는 경피 접근 경로를 통해 신장으로부터 조각을 흡입할 수 있다. 예에서, 카테터(130) 및/또는 스코프(120)는 신장 결석의 제거를 용이하게 하기 위해 관주 및/또는 흡인을 제공할 수 있다. 예를 들어, 카테터(130)는 관주 및/또는 흡인 시스템에 결합될 수 있다.

[0094] 의료 시스템(100)은 의사가 절차를 수행하는 것을 보조하기 위한 안내를 제공하는 것(예컨대, 기구 추적, 기구 내비게이션, 기구 교정 등), 의사가 다루기 어려운 아암 모션 및/또는 위치에 대한 필요 없이 인체공학적 위치로부터 절차를 수행할 수 있게 하는 것, 한 명의 의사가 하나 이상의 의료 기구로 절차를 수행할 수 있게 하는 것, (예컨대, 형광투시법 기법과 연관된) 방사선 노출을 회피하는 것, 절차가 단일-수술 설정으로 수행될 수 있게 하는 것, (예컨대, 신장 결석을 제거하기 위해) 물체를 더욱 효율적으로 제거하기 위한 연속적인 흡입을 제공하는 것 등과 같은, 다양한 이점을 제공할 수 있다. 예를 들어, 의료 시스템(100)은 의사가 해부학적 구조(예컨대, 주요 장기, 혈관 등)에 대한 출혈 및/또는 손상을 최소화하면서 표적 해부학적 특징부에 접근하기 위해 다양한 의료 기구를 사용하는 것을 보조하기 위한 안내 정보를 제공할 수 있다. 또한, 의료 시스템(100)은 방사선에 대한 의사 및 환자 노출을 감소시키고/시키거나 수술실 내의 장비의 양을 감소시키기 위해 비-방사선-기반 내비게이션 및/또는 위치결정 기법을 제공할 수 있다. 또한, 의료 시스템(100)은 독립적으로 이동가능할 수 있는, 적어도 제어 시스템(150)과 로봇 시스템(110) 사이에 분배되는 기능을 제공할 수 있다. 그러한 기능

의 분배 및/또는 이동성은 제어 시스템(150) 및/또는 로봇 시스템(110)이 특정 의료 절차에 최적인 위치에 배치될 수 있게 할 수 있고, 이는 환자 주위의 작업 영역을 최대화하고/하거나, 의사가 절차를 수행하기 위한 최적화된 위치를 제공할 수 있다.

[0095] 다양한 기법 및 시스템이 로봇-보조식 절차(예컨대, 의료 시스템(100)을 적어도 부분적으로 사용하는 절차)로서 구현되는 것으로 논의되지만, 기법 및 시스템은 다른 절차에서, 예컨대 완전-로봇 의료 절차, 인간-전용 절차(예컨대, 로봇 시스템이 없음) 등에서 구현될 수 있다. 예를 들어, 의료 시스템(100)은 의료 기구를 보유/조작하는 의사가 없는 절차(예컨대, 완전-로봇 절차)를 수행하는 데 사용될 수 있다. 즉, 절차 동안 사용되는 의료 기구는 의료 시스템(100)의 컴포넌트, 예컨대 로봇 시스템(110)의 로봇 아암(들)(112)에 의해 각각 보유/제어될 수 있다.

[0096] 또한, 많은 기법 및 시스템이 카테터(130)와 랑데부하는 스코프(120)의 맥락에서 논의되지만, 기법 및 시스템은 복강경술 또는 다른 유형의 절차와 같이, 치료 부위 또는 다른 곳에서 다른 의료 기구와 만날 수 있는 임의의 유형의 의료 기구와 같은 다른 유형의 의료 기구에 적용가능할 수 있다.

[0097] 예시적인 스코프

[0098] 도 2는 하나 이상의 실시예에 따른, 환자의 비뇨기 계통의 부분 내에 배치된 예시적인 스코프(202)(예컨대, 내시경, 요관경 등)를 예시한다. 스코프(202)는 도 1의 스코프(120) 및/또는 본 명세서에서 논의된 임의의 다른 스코프를 나타낼 수 있다. 스코프(202)는 인간 요관 내의 이상을 조사하고/하거나 이를 치료하기 위해 요관경 절차에 사용될 수 있다. 예를 들어, 요관경 절차는 신장(204) 내의 신장 결석을 치료하고/하거나 제거하기 위해 구현될 수 있다. 그러나, 스코프(202)는 다른 유형의 절차에 사용될 수 있다. 위에서 언급된 바와 같이, 요관경 절차 및/또는 다른 유형의 절차는 적어도 부분적으로 수동으로 구현될 수 있고/있거나 도 1에 도시된 의료 시스템(100)에 의한 것과 같이, 적어도 부분적으로 로봇 기술을 사용하여 수행될 수 있다.

[0099] 스코프(202)는 환자의 내부 해부학적 구조를 표현하는 이미지 데이터와 같은 이미지 데이터를 캡처하도록 구성된 이미징 장치(들)(206)를 포함할 수 있다. 이미징 장치(206)는 광학 카메라 및/또는 다른 이미징 장치와 같은 카메라를 포함할 수 있다. 이미징 장치(206)는 광섬유, 섬유 어레이, 및/또는 렌즈를 포함할 수 있다. 이미징 장치(206)의 하나 이상의 광학 컴포넌트는 스코프(202)의 팁(208)과 함께 이동할 수 있고, 따라서 스코프(202)의 팁(208)의 이동은 이미징 장치(206)에 의해 캡처되는 이미지에 대한 변화를 생성한다. 일부 실시예에서, 스코프(202)는 광학 조립체 및 스코프(202)의 원위 단부(208)로/로부터 신호를 전달하기 위한 와이어 및/또는 광섬유를 수용할 수 있다. 또한, 스코프(202)는 발광 다이오드와 같은, 근위에 위치된 광원으로부터 스코프의 원위 단부(208)로 광을 전달하기 위한 광섬유를 수용하도록 구성될 수 있다. 스코프(202)의 원위 단부(208)는 이미징 장치(206)를 사용할 때 해부학적 공간을 조명하기 위해 광원을 위한 포트를 포함할 수 있다.

[0100] 스코프(202)는 또한 의료 기구(들)(예컨대, 쇄석기, 바스켓팅 장치(basketing device), 겸자, 레이저 등)의 전개, 관주, 및/또는 스코프(202)의 원위 단부(208)에서의 수술 영역에 대한 흡인을 위한 작업 채널(working channel)(210)을 포함할 수 있다. 예에서, 작업 채널(210)은 도 2에 예시된 것과 같이 스코프(202)의 일 측부로 오프셋된다. 다른 예에서, 작업 채널(210)은 스코프(202)의 중심에 또는 다른 위치에 위치된다.

[0101] 스코프(202)는 강성 또는 가요성 튜브를 포함할 수 있고/있거나, 외측 시스, 카테터, 삼입기, 또는 다른 루멘-유형 장치 내에서 통과되도록 치수설정될 수 있다. 그러나, 일부 경우에, 스코프(202)는 그러한 장치 없이 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 스코프(202)는 삽통 부품(telescoping part), 예컨대 내측 리더(leader) 부분 및 외측 시스 부분을 포함할 수 있고, 이는 스코프(202)를 삽통식으로 연장시키도록 조작될 수 있다.

[0102] 스코프(202)는 예컨대 적어도 스코프(202)의 원위 단부(208)에 대해 관절운동되도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 스코프(202)는 다양한 자유도(degree of freedom, DOF), 예컨대 3-DOF(예컨대, x, y, 및 z 이동), 4-DOF(예컨대, x, y, z, 및 롤 이동), 6-DOF(예컨대, x, y, z, 피치(pitch), 요(yaw), 및 롤 이동) 등으로 이동하도록 구성될 수 있고, 이는 스코프(202)의 굽힘 특성을 통해 결합될 수 있다. 예시하기 위해, 팁(208)은 요축(212), 피치 축(214), 및/또는 롤 축(216)("길이방향 축(216)" 또는 "z-축(216)"으로도 지칭됨) 상에서 편향될 수 있다. 스코프(202)의 팁(208) 또는 본체(218)는 길이방향 축(216), x-축(220), 또는 y-축(222)에서 길게 늘어나거나 병진될 수 있다. 스코프(202)에 위치 센서가 장착된 실시예에서, 위치 센서는 위치 정보, 예컨대 3-DOF 위치 정보(예컨대, x, y, 및 z 좌표), 5-DOF 위치 정보(예컨대, x, y, 및 z 좌표 및 피치 및 요 각도), 6-DOF 위치 정보(예컨대, x, y, 및 z 좌표 및 피치, 요, 및 롤 각도) 등을 제공할 수 있다.

[0103] 로봇 구현예를 위해, 로봇 시스템의 로봇 아암은 하나 이상의 세장형 이동 부재를 사용하여 스코프(202)를 조작

하도록 구성될/구성가능할 수 있다. 세장형 이동 부재는 하나 이상의 당김 와이어(예컨대, 당김 또는 밀어냄 와이어(push wire)), 케이블, 섬유, 및/또는 가요성 샤프트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암은 스코프(202)의 팀(208)을 편향시키기 위해 스코프(202)에 결합된 다수의 당김 와이어(도시되지 않음)를 작동시키도록 구성될 수 있다. 당김 와이어는 임의의 적합한 또는 바람직한 재료, 예컨대 스테인리스 강, 케블라(Kevlar), 텅스텐, 탄소 섬유 등과 같은 금속 및 비-금속 재료를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 스코프(202)는 세장형 이동 부재에 의해 인가되는 힘에 응답하여 비선형 거동을 나타내도록 구성된다. 비선형 거동은 스코프(202)의 강직성 및 압축성뿐만 아니라, 상이한 세장형 이동 부재들 사이의 슬랙(slack) 또는 강직성의 변동에 기초할 수 있다.

[0104] 일부 실시예에서, 스코프(202)는 센서 데이터를 생성하고/하거나 그것을 다른 장치에 송신하도록 구성된 센서(때때로 "위치 센서"로 지칭됨)를 포함한다. 센서 데이터(때때로 "센서 위치 데이터"로 지칭됨)는 의료 기구(202)(예컨대, 그의 원위 단부(208))의 위치 및/또는 배향을 나타낼 수 있고/있거나 의료 기구(202)의 위치/배향을 결정/추정하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 센서는 센서 데이터를 제어 시스템에 제공할 수 있고, 이는 이어서 스코프(202)의 위치 및/또는 배향을 결정하는 데 사용된다. 센서는 스코프(202)의 원위 단부(208) 및/또는 다른 위치 상에 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 센서는 전도성 재료의 코일, 또는 안테나의 다른 형태/실시예를 가진 전자기(EM) 센서를 포함할 수 있다. 도 2는 스코프(202) 상의 EM 센서에 의해 검출되는 EM 필드(226)를 브로드캐스팅하도록(broadcast) 구성된 EM 필드 발생기(224)를 도시한다. 자기장(226)은 EM 위치 센서의 코일 내에 소전류를 유도할 수 있고, 이는 EM 센서와 EM 필드 발생기(224) 사이의 거리 및/또는 각도/배향을 결정하기 위해 분석될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 스코프(202)는 형상 감지 섬유, 가속도계(들), 자이로스코프(들), 위성-기반 위치확인 센서(들)(예컨대, GPS(global positioning system) 센서), 무선-주파수 송수신기(들) 등과 같은 다른 유형의 센서를 포함할 수 있다.

[0105] 스코프(202)는 사용자 입력에 기초하여 또는 자동으로, 임의의 적합한 또는 바람직한 방식으로 제어가능할 수 있다. 제어부(228, 230)("I/O 장치"로도 지칭됨)는 사용자 입력을 수신하는 데 사용될 수 있는 예를 제공한다. 예에서, 제어부(228)는 스코프(202)의 근위 손잡이 상에 위치된다. 또한, 예에서, 제어부(230)는 도 2의 예에서와 같이 제어기로서 구현된다. 일부 실시예에서, 제어부(228) 및/또는 제어부(230)는 도 1의 의료 시스템(100)과 같은, 로봇 기술의 맥락에서 사용된다. 예를 들어, 제어부(230)는 사용자로부터 입력을 수신하고, 스코프(202)에 연결된 로봇 시스템을 제어하기 위한 입력 신호를 제공할 수 있다. 제어부(228, 230)가 핸드-헬드 제어기로서 도시되지만, 사용자 입력은 터치스크린/패드, 마우스, 키보드, 마이크 등과 같은, 임의의 유형의 I/O 장치를 사용하여 수신될 수 있다.

[0106] 예시적인 카테터

[0107] 도 3은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 환자의 신장 내에 배치된 카테터(302)를 예시한다. 카테터(302)는 도 1의 카테터(130) 및/또는 본 명세서에서 논의된 임의의 다른 카테터를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 카테터(302)는 신장(304) 내의 신장 결석을 치료하고/하거나 제거하기 위해 요관경 절차에 사용될 수 있다. 그러나, 카테터(302)는 다른 유형의 절차에 사용될 수 있다. 위에서 언급된 바와 같이, 요관경 절차 및/또는 다른 유형의 절차는 적어도 부분적으로 수동으로 구현될 수 있고/있거나 도 1에 도시된 의료 시스템(100)에 의한 것과 같이, 적어도 부분적으로 로봇 기술을 사용하여 수행될 수 있다.

[0108] 일부 실시예에서, 카테터(302)는 해부학적 부위에 관주 및/또는 흡인을 제공하도록 구성된다. 예를 들어, 카테터(302)는 예컨대 신장(304)으로부터 하나 이상의 신장 결석 파편을 제거하기 위한 흡인 유출 채널, 및/또는 유체를 제공하기 위한 관주 유입 채널을 구현하도록 루멘(306)을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 카테터(302)는 해부학적 부위에 관주/흡인을 제공하기 위해 다른 의료 기구(들)(308)와 함께 구현된다. 예를 들어, 카테터(302)는, 외측 시스, 삽입기, 신장경, 또는 다른 루멘-유형 장치를 포함할 수 있는 의료 기구(308) 내에서 통과되도록 치수설정되는 강성 또는 가요성 튜브(들)를 포함할 수 있다. 채널(310)이 카테터(302)의 외벽과 의료 기구(308)의 내벽/시스 사이의 공간에 형성될 수 있다. 채널(310)은 흡인(및/또는 일부 경우에 관주)을 제공할 수 있다. 카테터(302)가 의료 기구(308) 내에 배치되면, 카테터(302)와 의료 기구(308)의 샤프트(들)/시스(들)는 대체로 동심일 수 있다. 카테터(302)와 의료 기구(308)는 적어도 그의 일부분에 걸쳐 대체로 원형인 단면 형상을 가질 수 있다. 카테터(302) 및/또는 의료 기구(308)가 흡인 및 관주 둘 모두를 제공할 수 있지만, 관주 및 흡인은 동일한 기구(들)를 통해 제공될 수 있거나 제공되지 않을 수 있다. 예를 들어, 스코프가 관주를 제공할 수 있는 반면, 카테터(302)/의료 기구(308)는 흡인을 제공한다. 일부 실시예에서, 카테터(302)는 경피 접근 경로를 통해 해부학적 부위에 접근하고/하거나 해부학적 부위에 관주/흡인을 제공하도록 구성된다.

- [0109] 카테터(302)는 카테터(302)의 팁(314) 상에 하나 이상의 마킹(312)(때때로 "하나 이상의 배향 마킹(312)"으로 지칭됨)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 마킹(312)은 카테터(302)를 고정하거나 달리 카테터(302)의 팁(314)의 배향을 관찰하는 데 사용될 수 있다. 하나 이상의 마킹(312)은 변형부(들)(예컨대, 만입부, 구멍, 노치, 평평한 섹션 등), 착색부(예컨대, 팁의 일 측부를 제1 색상으로 그리고 다른 측부를 상이한 색상으로 착색함, 착색된 로마 숫자 등), 이미지(들)(예컨대, 숫자, 문자, 형상, 또는 다른 이미지) 등을 포함할 수 있다. 도 3의 예에서, 하나 이상의 마킹(312)은 팁(314)의 일 측부 상의 로마 숫자 I 만입부 및 팁(314)의 반대편 측부 상의 로마 숫자 II 만입부의 형태로 구현된다. 예에서, 하나 이상의 마킹(312)은 팁(314)의 외경 및 내경 둘 모두 상에 구현될 수 있다. 이는 팁(314)의 다양한 배향/위치에 대해 하나 이상의 마킹(312)의 배향을 관찰하는 것을 보조할 수 있다. 일부 실시예에서, 만입부 마킹은 팁(314) 상에 비교적 매끄러운 표면을 제공하기 위한 물질로 채워질 수 있다. 일부 실시예에서, 팁(314)은 평평한 부분을 갖는 원형 단면과 같은, 하나 이상의 마킹(312)을 구현하기 위한 특정 형상을 포함할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 하나 이상의 마킹(312)은 패턴, 이미지(예컨대, QR 코드) 등과 같은, 이미지 처리 기법에 의해 더 용이하게 검출가능한 특정 방식으로 구현된다. 하나 이상의 마킹(312)이 카테터(302)의 외측 예지/외경 상에 구현되지만, 하나 이상의 마킹(312)은 추가적으로 또는 대안적으로 카테터(302)의 팁(314)의 내측 예지/내경 상에 구현될 수 있다. 이는 카테터(302)를 위한 매끄러운 외측 예지를 제공할 수 있고, 이는 일부 경우에 카테터(302)를 내비게이션하고/하거나 환자의 해부학적 구조에 대한 손상을 회피하는 데 유리할 수 있다. 하나 이상의 마킹(312)이 카테터(302)의 팁(314) 상에 예시되어 있지만, 하나 이상의 마킹(312)은 카테터(302)의 본체(316)와 같은 다른 위치에 위치될 수 있다.
- [0110] 카테터(302)는 또한 카테터(302)의 본체 상에 하나 이상의 마킹(318)(때때로 "하나 이상의 깊이 마킹(318)"으로 지칭됨)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 마킹(318)은 카테터(302)가 해부학적 구조 내로 얼마나 멀리 삽입되었는지를 결정하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 카테터(302)는 카테터(302)의 팁(314)으로부터 상이한 거리에 위치한 다수의 마킹(318)을 구현할 수 있다. 의사/제어 시스템이 카테터(302)의 팁(314)에 대해 특정 거리에 위치한 제1 마킹을 관찰/검출할 수 있는 경우, 의사/제어 시스템은 카테터(302)가 적어도 그러한 특정 거리로 환자 내로 삽입된 것으로 결정할 수 있다. 하나 이상의 마킹(318)은 위에서 논의된 하나 이상의 마킹(312)과 유사한 방식으로, 예컨대 변형부(들)(예컨대, 만입부, 구멍, 노치, 평평한 섹션 등), 착색부, 이미지(들)(예컨대, 숫자, 문자, 형상, 또는 다른 이미지) 등에 의해 구현될 수 있다. 도 3의 예에서, 마킹(318)은 카테터(302)의 본체(316)의 원주 둘레로 연장되는 착색된 마킹으로 예시되어 있다. 예에서, 하나 이상의 마킹(318)(및/또는 하나 이상의 마킹(312))은 형광투시법, 초음파 카메라 등으로 검출될/가시적일 수 있다.
- [0111] 카테터(302)는 예컨대 적어도 카테터(302)의 원위 단부(314)에 대해 관절운동되도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 카테터(302)는 다양한 자유도(DOF), 예컨대 3-DOF(예컨대, x, y, 및 z 이동), 4-DOF(예컨대, x, y, z, 및 롤 이동), 6-DOF(예컨대, x, y, z, 피치, 요, 및 롤 이동) 등으로 이동하도록 구성될 수 있고, 이는 카테터(302)의 굽힘 특성을 통해 결합될 수 있다. 예시하기 위해, 팁(314)은 요 축(320), 피치 축(322), 및/또는 롤 축(324)("길이방향 축(324)" 또는 "z-축(324)"으로도 지칭됨) 상에서 편향될 수 있다. 일부 실시예에서, 카테터(302)는 (예컨대, 요 및 피치 당김 와이어에 의해) 2의 독립적인 DOF로 이동하도록 구성되고/되거나 롤 이동을 위해 구성되지 않는다. 그러나, 카테터(302)는 일부 경우에 롤 및/또는 다른 유형의 이동을 위해 구성될 수 있다. 카테터(302)의 팁(314) 또는 본체(316)는 길이방향 축(324), x-축(326), 또는 y-축(328)에서 길게 늘어나거나 병진될 수 있다. 카테터(302)에 위치 센서가 장착된 실시예에서, 위치 센서는 위치 정보, 예컨대 3-DOF 위치 정보(예컨대, x, y, 및 z 좌표), 5-DOF 위치 정보(예컨대, x, y, 및 z 좌표 및 피치 및 요 각도), 6-DOF 위치 정보(예컨대, x, y, 및 z 좌표 및 피치, 요, 및 롤 각도) 등을 제공할 수 있다.
- [0112] 로봇 구현예를 위해, 로봇 시스템의 로봇 아암은 하나 이상의 세장형 이동 부재를 사용하여 카테터(302)를 조작하도록 구성될/구성가능할 수 있다. 세장형 이동 부재는 하나 이상의 당김 와이어(예컨대, 당김 또는 밀어냄 와이어), 케이블, 섬유, 및/또는 가요성 샤프트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암은 카테터(302)의 팁(314)을 편향시키기 위해 카테터(302)에 결합된 다수의 당김 와이어(도시되지 않음)를 작동시키도록 구성될 수 있다. 당김 와이어는 임의의 적합한 또는 바람직한 재료, 예컨대 스테인리스 강, 케블라, 텅스텐, 탄소 섬유 등과 같은 금속 및 비-금속 재료를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 카테터(302)는 세장형 이동 부재에 의해 인가되는 힘에 응답하여 비선형 거동을 나타내도록 구성된다. 비선형 거동은 카테터(302)의 강직성 및 압축성 뿐만 아니라, 상이한 세장형 이동 부재들 사이의 슬랙 또는 강직성의 변동에 기초할 수 있다.
- [0113] 일부 실시예에서, 카테터(302)의 팁(314)은 심각한 열화나 같은 소정 상황에서 열화를 회피하는 재료로 구현된다. 예를 들어, 팁(314)은 스코프로부터의 레이저 빔이 카테터(302)의 팁(314)과 부주의하게 그리고/또는 때때로 접촉할 때 그의 구조를 대체로 유지할 수 있는 스테인리스 강(또는 다른 유형의 강철), 티타늄, 텅스텐, 및/

또는 다른 재료(이는 비교적 높은 융점을 가질 수 있음)로 구현될 수 있다. 그러나, 팁(314) 및/또는 카테터(302)의 임의의 다른 부분은 다른 재료로 구현될 수 있다.

- [0114] 일부 실시예가 위치 센서 없이 구현되는 카테터(302)의 맥락에서 논의되지만, 다른 실시예에서, 카테터(302)는 센서 데이터를 생성하고/하거나 그것을 다른 장치에 송신하도록 구성된 위치 센서를 포함한다. 센서 데이터는 카테터(302)(예컨대, 그의 원위 단부(314))의 위치 및/또는 배향을 나타낼 수 있고/있거나 카테터(302)의 위치/배향을 결정/추정하는 데 사용될 수 있다. 센서는 카테터(302)의 원위 단부(314) 및/또는 다른 위치 상에 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 위치 센서는 전도성 재료의 코일, 또는 안테나의 다른 형태/실시예를 가진 전자기(EM) 센서를 포함한다. 대안적으로 또는 추가적으로, 위치 센서는 형상 감지 섬유, 가속도계(들), 자이로스코프(들), 위성-기반 위치확인 센서(들)(예컨대, GPS(global positioning system) 센서), 무선-주파수 송수신기(들) 등과 같은 다른 유형의 센서를 포함할 수 있다.
- [0115] 또한, 도 3에 예시되지 않지만, 일부 실시예에서, 카테터(302)는 환자의 내부 해부학적 구조를 표현하는 이미지 데이터와 같은 이미지 데이터를 캡처하도록 구성된 이미징 장치(들)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 카테터(302)는 카테터(302)의 팁(314) 상에 위치된 이미징 장치를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 이미징 장치로부터의 이미지 데이터는 카테터(302)의 시점으로부터 카테터(302)를 구동하는 데 사용될 수 있다.
- [0116] 카테터(302)는 사용자 입력에 기초하여 또는 자동으로, 임의의 적합한 또는 바람직한 방식으로 제어가능할 수 있다. 제어부(330, 332)("I/O 장치"로도 지칭됨)는 사용자 입력을 수신하는 데 사용될 수 있는 예를 제공한다. 예에서, 제어부(330)는 카테터(302)의 근위 손잡이 상에 위치된다. 또한, 예에서, 제어부(332)는 도 2의 예에서와 같이 제어기로서 구현된다. 일부 실시예에서, 제어부(330) 및/또는 제어부(332)는 도 1의 의료 시스템(100)과 같은, 로봇 기술의 맥락에서 사용된다. 예를 들어, 제어부(332)는 사용자로부터 입력을 수신하고, 카테터(302)에 연결된 로봇 시스템을 제어하기 위한 입력 신호를 제공할 수 있다. 제어부(330, 332)가 핸드-헬드 제어기로서 도시되지만, 사용자 입력은 터치스크린/패드, 마우스, 키보드, 마이크 등과 같은, 임의의 유형의 I/O 장치를 사용하여 수신될 수 있다.
- [0117] 예시적인 제어 모드
- [0118] 도 4 내지 도 6은 하나 이상의 실시예에 따른, 다른 의료 기구의 시점으로부터 의료 기구를 구동하기 위한 제어/구동 모드의 예시적인 구현예를 예시한다. 이들 제어 모드는 신장 결석(412)을 제거하기 위해 스코프(410)의 시점으로부터 카테터(406)를 신장(408) 내에서 구동하기 위해 I/O 장치(404)를 사용하는 의사(402)의 맥락에서 논의된다. 의사(402)가 카테터(406)를 구동하는 것을 보조하기 위해 사용자 인터페이스(414)가 제시될 수 있다. 예시된 바와 같이, 사용자 인터페이스(414)는 스코프(410)의 시점으로부터 이미지 데이터(416)(예컨대, 스코프(410)에 의해 캡처된 이미지 데이터)를 제시할 수 있다. 이들 예에서, 의사(402)는 스코프(410)에 대한 카테터(406)의 다양한 배향/위치를 구현하기 위한 제어 모드를 선택할 수 있다. 그러나, 제어 모드는 본 명세서에서 논의되는 바와 같이, 다양한 방식으로 선택될 수 있다.
- [0119] 도 4 내지 도 6은 스코프(410)에 대한 카테터(406)의 다양한 배향을 위해 카테터(406)를 내비게이팅하기 위한 직접 제어 모드 및/또는 반전 제어 모드를 논의한다. 카테터(406)가 스코프(410)를 향하고 있을 때 반전 제어 모드가 종종 사용될 수 있고, 카테터(406)와 스코프(410)가 동일한 방향으로 향하고 있을 때 직접 제어 모드가 종종 사용될 수 있지만, 반전 제어 모드 및/또는 직접 제어 모드는 서로 그리고/또는 신장 결석(412)에 대한 기구의 다른 배향과 같은 임의의 맥락에서 구현될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 예컨대 카테터(406)/스코프(410)가 절차 동안 재위치됨에 따라 의사(402)가 구동 모드들 사이에서 전환함으로써, 동일한 절차 동안 다수의 구동 모드가 구현될 수 있다.
- [0120] 이들 예는 카테터(406)가 신장 결석(412)에 대한 다양한 위치로부터 신장(408)에 진입할 수 있음을 예시한다. 예를 들어, 도 4-1 및 도 4-2와 도 6-1 및 도 602에서, 카테터(406)는 스코프(410)에 대해 신장 결석(412) 뒤에서 신장(408)에 진입한다. 도 5-1 및 도 5-2에서, 카테터(406)는 스코프(410)와 실질적으로 동일한 방향으로부터 신장 결석(412)에 접근한다. 그러나, 카테터(406)는 신장(408) 및/또는 스코프(410)에 대해 다양한 다른 위치/경로로부터 신장 결석(412)에 접근할 수 있다. 또한, 스코프(410)는 다양한 다른 위치에 위치될 수 있다.
- [0121] 도 4-1 및 도 4-2는 카테터(406)가 마주보는 방식으로 스코프(410)를 향하고 있을 때 직접 제어 모드("평행 모드"로도 지칭됨)에서의 카테터(406)의 구동을 예시한다. 이와 같이, 아이콘(418)이 직접 제어 모드가 선택됨을 나타낸다. 이러한 예에서, 의사(402)는 I/O 장치(404)에 대한 우측 방향과 연관된 I/O 장치(404) 상에서의 방향 제어를 선택한다. 직접 제어 모드가 구현되기 때문에, 카테터(406)는 카테터(406)에 대해 대응하는 방식으

로 제어될 수 있다. 즉, 카테터(406)는 카테터(406)의 좌표/제어 프레임에 대해 우측으로 이동한다. 도 4-2에 예시된 바와 같이, 사용자 인터페이스(414)는 카테터(406)를 좌측으로 이동하는 것으로 나타내는데, 이는 카테터(406)가 마주보는 방식으로 스코프(410)를 향하고 있기 때문이다.

[0122] 도 5-1 및 도 5-2는 카테터(406)와 스코프(410)가 실질적으로 동일한 방향으로 향하고 있을 때 직접 제어 모드에서의 카테터(406)의 구동을 예시한다. 이러한 예에서, 의사(402)는 역시 I/O 장치(404)에 대한 우측 방향과 연관된 I/O 장치(404) 상에서의 방향 제어를 선택한다. 직접 제어 모드가 구현되기 때문에, 카테터(406)는 카테터(406)의 좌표/제어 프레임에 대해 우측으로 이동한다. 도 5-2에 예시된 바와 같이, 사용자 인터페이스(414)는 카테터(406)를 우측으로 이동하는 것으로 나타내는데, 이는 카테터(406)가 동일한 전반적인 방향으로 향하고 있기 때문이다. 예에서, 직접 제어 모드는 카테터(406)와 스코프(410)가 실질적으로 동일한 영역으로부터 신장 결석(412)을 향하고 있는 도 5-1 및 도 5-2의 맥락에서 더 자주 구현될 수 있는데, 이는 그것이 사용자 인터페이스(414)를 통해 카테터(406)의 이동의 더 사용자 친화적인 뷰를 제공할 수 있기 때문이다.

[0123] 도 6-1 및 도 6-2는 카테터(406)가 마주보는 방식으로 스코프(410)를 향하고 있을 때 반전 제어 모드("거울 모드"로도 지칭됨)에서의 카테터(406)의 구동을 예시한다. 아이콘(420)이 반전 제어 모드가 선택됨을 나타낸다. 이러한 예에서, 의사(402)는 I/O 장치(404)에 대한 좌측 방향과 연관된 I/O 장치(404) 상에서의 방향 제어를 선택한다. 반전 제어 모드가 구현되기 때문에, 카테터(406)는 카테터(406)에 대해 반전된 방식으로 제어될 수 있다. 즉, 카테터(406)는 카테터(406)의 좌표/제어 프레임에 대해 좌측으로 이동한다. 그렇게 하기 위해, 아래에서 더 상세히 논의되는 바와 같이, 좌표/제어 프레임에 대한 이동 방향의 수평 성분이 반전될 수 있다. 도 6-2에 예시된 바와 같이, 사용자 인터페이스(414)는 카테터(406)를 좌측으로 이동하는 것으로 나타내는데, 이는 카테터(406)가 마주보는 방식으로 스코프(410)를 향하고 있기 때문이다. 예에서, 반전 제어 모드는 카테터(406)와 스코프(410)가 실질적으로 서로를 향하고 있는 도 6-1 및 도 6-2의 맥락에서 더 자주 구현될 수 있는데, 이는 그것이 사용자 인터페이스(414)를 통해 카테터(406)의 이동의 더 사용자 친화적인 뷰를 제공할 수 있기 때문이다.

[0124] 예시적인 기구-구동 인터페이스

[0125] 도 7은 하나 이상의 실시예에 따른, 의료 기구를 제어/내비게이션하기 위한 예시적인 인터페이스(702)를 예시한다. 예를 들어, 인터페이스(702)는 의사가 스코프의 시점으로부터 스코프를 구동하는 것, 스코프의 시점으로부터 카테터(704)를 구동하는 것, 및/또는 다른 의료 기구를 사용하는 것을 보조하기 위한 정보를 제공할 수 있다. 아래에서 논의되는 바와 같이, 인터페이스(702)는 터치스크린, 제어기, 마우스, 트랙패드, 또는 다른 유형의 I/O 장치를 통해 선택될 수 있는 하나 이상의 인터페이스 요소(예컨대, 아이콘)를 포함할 수 있다.

[0126] 도시된 바와 같이, 인터페이스(702)는 일반적으로 스코프의 시점으로부터의 것일 수 있는 이미지 데이터(706)를 제시할 수 있다. 즉, 이미지 데이터(706)는 스코프 상의 이미징 장치의 시야의 적어도 일부분을 묘사할 수 있다. 일부 실시예에서 이미지 데이터(706)는 (위에서 논의된 바와 같은) 원본 이미지 뷰로서 제시되는 반면, 다른 실시예에서 이미지 데이터(706)는 회전 이미지 뷰로서 제시된다. 인터페이스(702)가 일반적으로 스코프의 시점으로부터 이미지 데이터를 제시하지만, 인터페이스(702)는 추가적으로 또는 대안적으로 다른 의료 기구의 시점으로부터 이미지 데이터를 제시할 수 있다. 예를 들어, 카테터(704)가 카테터(704)의 시점으로부터 구동되고 있는 경우, 인터페이스(702)는 카테터(704)의 관점으로부터 이미지 데이터를 제시할 수 있다.

[0127] 인터페이스(702)는 제어할 의료 기구를 선택하기 위한 인터페이스 요소(708, 710, 712)를 포함할 수 있다. 인터페이스 요소(708)는 스코프의 제어를 가능하게 하고, 인터페이스 요소(710)는 스코프와 연관된 의료 기구("도구"로도 지칭됨)의 제어를 가능하게 하며, 인터페이스 요소(712)는 카테터(704)의 제어를 가능하게 한다. 스코프와 연관된 의료 기구는 레이저, 절단 기구, 쇄석기, 바스켓팅 장치, 겸자 등을 포함할 수 있다. 본 명세서에서 논의된 바와 같이, 그러한 의료 기구는, 예컨대 카테터(704)에 의한 추출을 위해 신장 결석(714)을 부수기 위해, 스코프의 작업 채널을 통해 전개될 수 있다.

[0128] 인터페이스(702)는 직접 구동/제어 모드를 가능하게 하기 위한 인터페이스 요소(716) 및 반전 구동/제어 모드를 가능하게 하기 위한 인터페이스 요소(718)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 스코프의 시점으로부터 카테터(704)를 구동하고(즉, 인터페이스 요소(712)가 선택됨), 직접 제어 모드가 가능하게 될 때(즉, 인터페이스 요소(716)가 선택됨), 카테터(704)는 카테터(704)의 시점에 대해 대응하는 방식으로 구동될 수 있다. 대조적으로, 스코프의 시점으로부터 카테터(704)를 구동하고(즉, 인터페이스 요소(712)가 선택됨), 반전 제어 모드가 가능하게 될 때(즉, 인터페이스 요소(718)가 선택됨), 카테터(704)는 카테터(704)의 시점에 대해 반전된 방식으로 구동될 수 있다.

[0129] 인터페이스(702)는 또한 사용자가 의료 기구를 제어하는 것을 보조하기 위한 다른 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 선택되는 의료 기구와 연관된 관절운동의 양을 관찰하기 위해 관절운동 바아(articulation bar)(720, 722)가 이미지 데이터(706) 주위에 제시될 수 있다. 상부/저부 관절운동 바아(722)는 수직 관절운동의 양(예컨대, 의료 기구가 수직 방향으로 얼마나 멀리 이동되었는지)을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 상부/저부 관절운동 바아(722)는 이미지 데이터(706) 위 또는 아래에 위치되고/되거나 길이가 확장/축소되어 의료 기구의 수직 관절운동을 나타낼 수 있다. 도 7의 예에서, 상부/저부 관절운동 바아(722)는 카테터(704)가 하향으로 관절운동되는 것을 나타내기 위해 이미지 데이터(706) 아래에 위치된다. 우측/좌측 관절운동 바아(720)는 수평 관절운동의 양(예컨대, 의료 기구가 수평 방향으로 얼마나 멀리 이동되었는지)을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 우측/좌측 관절운동 바아(720)는 이미지 데이터(706)의 우측 또는 좌측에 위치되고/되거나 길이가 확장/축소되어 의료 기구의 수평 관절운동을 나타낼 수 있다. 도 7의 예에서, 우측/좌측 관절운동 바아(720)는 카테터(704)가 거울 모드에서 우측으로 관절운동되는 것을 나타내기 위해 이미지 데이터(706)의 좌측에 위치된다. 이와 같이, 카테터(704)가 제어되고 있을 때, 관절운동 바아(720, 722)는 카테터(704)에 대한 이동의 양, 예컨대 카테터(704)가 카테터(704)의 길이방향 축에 대해 인터페이스(704)에서 우측, 좌측, 상향, 또는 하향으로 얼마나 멀리 관절운동하였는지를 나타낼 수 있다. 일부 경우에, 관절운동 바아가 가장 짧은 허용 길이로(그리고/또는 관절운동 바아 없이) 보여질 때, 이는 카테터(704)가 카테터(704)의 길이방향 축과 정렬됨(예컨대, 관절운동 없음)을 나타낼 수 있다.

[0130] 도 7의 예에서, 관절운동 바아(720, 722)는 이미지 데이터(706) 상에서 실질적으로 중심에 있고, 연관된 의료 기구가 관절운동됨에 따라 길이가 확장/축소된다. 예를 들어, 이미지 데이터(706)의 저부 에지를 따른 관절운동 바아(722)는, 의료 기구가 인터페이스(702)에서 상향/하향으로 내비게이팅될 때, 이미지 데이터(706)의 중심을 통한 수직 축과의 정렬을 유지하면서, 길이가 증가/감소할 수 있다. 유사하게, 이미지 데이터(706)의 측부 에지를 따른 관절운동 바아(720)는, 의료 기구가 인터페이스(702)에서 우측/좌측으로 내비게이팅될 때, 이미지 데이터(706)의 중심을 통한 수평 축과의 정렬을 유지하면서, 길이가 증가/감소할 수 있다. 그러나, 다른 예에서, 관절운동 바아(720, 722)는 의료 기구의 관절운동을 나타내기 위해, 길이의 변화 없이 인터페이스(702)에 대해 수직/수평 방향으로 이동하는 것과 같은 다른 방식으로 조작될 수 있다.

[0131] 일부 실시예에서, 관절운동 바아들(720, 722) 중 하나 이상은 제어 스킴의 교정에 기초하여 업데이트될 수 있다. 예를 들어, 관절운동 바아(720, 722)가 초기에 카테터가 한 방향으로 관절운동됨을 나타내고, 카테터에 대한 제어 스킴이 조정되는 경우, 관절운동 바아(720, 722)는 카테터가 스코프에 대한 카테터의 실제 배향을 정확하게 반영하는 상이한 방향으로 관절운동됨을 나타내도록 업데이트될 수 있다. 대조적으로, 일부 실시예에서, 이미지 데이터(706)의 배향이 제어 스킴의 교정 후에 유지될 수 있다. 그러나, 일부 경우에, 이미지 데이터(706)의 배향은 업데이트된 제어 스킴을 반영하도록 업데이트될 수 있다.

[0132] 인터페이스(702)는 또한 표적 위치 또는 다른 랜드마크에 대해 제어되는 의료 기구의 위치를 나타내기 위한 진행 바아(progress bar)(724)를 제시할 수 있다. 예를 들어, 진행 바아(724)는 카테터(704)가 신장에 진입하기 위한 진입 지점으로 지정되는 유두와 같은, 스코프에 의해 태깅/지정된 표적 위치에 대한 스코프의 근접성을 나타낼 수 있다. 일부 경우에, 진행 바아(724)가 완전히 채워질 때, 이는 스코프가 표적 위치에 있음을 나타낼 수 있다. 다른 경우에, 진행 바아(724)는 표적 위치의 위치를 나타내기 위해 바아를 따라 마킹을 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 진행 바아(724)는 다른 진행 정보, 예컨대 카테터(704)/신장 결석(714)에 대한 스코프의 근접성, 스코프/표적 위치/신장 결석(714)에 대한 카테터(704)의 근접성, 카테터(704)/표적 위치/신장 결석(714)에 대한 도구의 근접성 등을 나타낼 수 있다. 일부 실시예에서, 진행 바아(724)는 선택된 의료 기구(예컨대, 현재 구동되고 있는 의료 기구)에 대한 정보를 포함할 수 있다.

[0133] 도 7에 예시되지 않지만, 일부 실시예에서, 인터페이스(702)는 하나 이상의 x-선 이미지, CT 이미지 등과 같은, 외부 이미징 장치에 의해 캡처된 이미지 데이터를 제시할 수 있다. 그러한 이미지 데이터는 카테터(704), 스코프, 다른 의료 기구, 환자의 내부 해부학적 구조 등을 묘사할 수 있다. 일부 예에서, 이미지 데이터는 형광투시법 절차의 일부로서 캡처될 수 있다.

[0134] 예시적인 흐름도 - 기구 제어 프로세스

[0135] 도 8은 하나 이상의 실시예에 따른, 다른 의료 기구의 시점으로부터 의료 기구를 제어하기 위한 프로세스(800)의 예시적인 흐름도를 예시한다. 프로세스(800)와 연관된 다양한 동작은 도 1의 제어 시스템(150), 로봇 시스템(110), 테이블(170), 스코프(120), 카테터(130), 및/또는 다른 장치와 같은, 본 명세서에서 논의된 장치들/시스템들 중 임의의 것 또는 이들의 조합에서 구현되는 제어 회로에 의해 수행될 수 있다.

- [0136] 블록(802)에서, 프로세스(800)는 제1 기구로부터 이미지 데이터를 수신하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 제1 접근 경로를 통해 해부학적 부위에 접근하도록 구성된 제1 기구로부터 이미지 데이터를 수신할 수 있다. 이미지 데이터는 해부학적 부위 및/또는 제2 접근 경로를 통해 해부학적 부위에 접근하도록 구성된 제2 기구를 표현할 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 기구는 스코프이고 그리고/또는 제2 기구는 카테터이다.
- [0137] 블록(804)에서, 프로세스(800)는 이미지 데이터의 시각적 표현이 디스플레이되게 하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 사용자 인터페이스 및/또는 이미지 데이터의 시각적 표현을 표현하는 사용자 인터페이스 데이터를 생성할 수 있다. 제어 회로는 사용자 인터페이스 데이터에 기초하여 사용자 인터페이스 및/또는 시각적 표현이 디스플레이되게 할 수 있다.
- [0138] 블록(806)에서, 프로세스(800)는 제1 기구 또는 제2 기구를 제어하도록 제어 시스템을 구성하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 제2 기구로부터 제1 기구로 또는 그 반대로 제어를 전환할 것을 나타내는 입력 장치로부터의 입력 신호를 수신할 수 있다. 그러한 입력 신호에 기초하여, 제어 회로는 제1 기구 또는 제2 기구를 제어하도록 제어 시스템을 구성할 수 있다. 이와 같이, 일부 실시예에서, 동일한 입력 장치가 제1 기구 및 제2 기구를 제어하는 데 사용될 수 있다.
- [0139] 블록(808)에서, 프로세스(800)는 입력 장치로부터 방향 입력 신호를 수신하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 입력 장치를 통해 입력을 제공할 수 있고, 이는 입력 장치에 대한 특정 방향과 각각 연관된 다수의 입력 제어를 포함할 수 있다. 입력 장치는 입력에 기초하여 방향 입력 신호를 생성하고, 방향 입력 신호를 제어 회로에 송신할 수 있다. 방향 입력 신호는 입력 장치에 대한 방향과 연관될 수 있다. 방향은 수평/수직 성분과 연관될 수 있다.
- [0140] 블록(810)에서, 프로세스(800)는 제2 기구에 대한 제1 기구의 배향 및/또는 위치를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 제1 기구의 배향/위치 및 제2 기구의 배향/위치를 추적하기 위해 하나 이상의 위치결정 기법을 수행할 수 있다. 제어 회로는 제2 기구에 대한 제1 기구의 배향/위치를 결정하기 위해 그러한 정보를 사용할 수 있다.
- [0141] 블록(812)에서, 프로세스(800)는 제1/제2 기구에 대한 제어 모드를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 수신된 입력에 대해 직접 방식으로 기구를 제어하는 것과 연관된 직접 제어 모드 및/또는 수신된 입력에 대해 반전된 방식으로 기구를 제어하는 것과 연관된 반전 제어 모드를 결정할 수 있다. 일례에서, 제어 회로는 복수의 제어 모드들 중에서의 하나의 제어 모드를 나타내는 입력 신호를 수신할 수 있다. 입력 신호는 입력 장치 또는 다른 I/O 장치로부터 수신될 수 있다. 다른 예에서, 제어 회로는 제2 기구에 대한 제1 기구의 배향/위치에 기초하여 복수의 제어 모드 중에서 하나의 제어 모드를 자동으로 결정할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 서로에 대한 기구의 특정 배향과 연관된 사전결정된 제어 모드를 선택할 수 있다.
- [0142] 블록(812)에서, 프로세스(800)는 제1/제2 기구의 이동을 제어하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 제어 모드 및/또는 방향 입력 신호에 기초하여 제어 신호를 생성할 수 있다. 제어 회로는 로봇 시스템이 제1/제2 기구를 조작하게 하여 해부학적 부위에서 제1/제2 기구의 이동을 생성하는 제어 신호를 로봇 시스템에 송신할 수 있다. 예시하기 위해, 입력 장치에 대한 제1 방향과 연관된 방향 입력 신호가 수신되고, 반전 제어 모드가 결정되는 경우, 제2 기구는 제2 기구에 대한 기준 프레임에 대해 제2 방향으로 이동하도록 제어될 수 있다. 제2 방향은 제1 방향과 연관된 수평/수직 성분에 대해 반대 부호를 갖는 수평/수직 성분과 연관될 수 있다. 대조적으로, 입력 장치에 대한 제1 방향과 연관된 방향 입력 신호가 수신되고, 직접 제어 모드가 결정되는 경우, 제2 기구는 제2 기구에 대한 기준 프레임에 대해 제2 방향으로 이동하도록 제어될 수 있다. 제2 방향은 제1 방향과 연관된 수평/수직 성분과 동일한 부호를 갖는 수평/수직 성분과 연관될 수 있다. 기준 프레임은 제어 프레임 및/또는 좌표 프레임을 포함할 수 있다.
- [0143] 일부 실시예에서, 제어 회로는 결정된 제어 모드에 기초하여 제1/제2 기구의 삽입/후퇴를 제어할 수 있다. 예시하기 위해, 삽입과 연관된 방향 입력 신호가 수신되고, 반전 제어 모드가 결정되는 경우, 제2 기구는 후퇴되도록 제어될 수 있다. 대조적으로, 후퇴와 연관된 방향 입력 신호가 수신되고, 반전 제어 모드가 결정되는 경우, 제2 기구는 삽입되도록 제어될 수 있다.
- [0144] 일부 실시예에서, 블록들(802 내지 814) 중 하나 이상은 입력 장치를 통해 수신된 입력에 기초하여 하나 이상의 제어 모드에서 제1 기구 및/또는 제2 기구를 제어하도록 임의의 횟수로 반복될 수 있다.
- [0145] 예시적인 좌표/제어 프레임 및 제어 구현예

- [0146] 도 9-1 및 도 9-2는 하나 이상의 실시예에 따른, 의료 기구에 대한 좌표 프레임과 관련하여 상이한 제어 모드에 대해 1인칭 시점으로부터 의료 기구를 구동하는 예시적인 구현예를 예시한다. 이들 도면에서, 카테터(902)가 실질적으로 카테터(902)의 시점으로부터 예시되고, 이때 좌표 프레임(904)이 카테터(902)의 팁과 연관된다. 좌표 프레임에 대해 다양한 규약이 사용될 수 있지만, 예시의 용이함을 위해, 본 명세서의 설명은 종종 양의 z에 대응하는 것으로서 "진전" 방향(예컨대, 삽입/후퇴), 양의 x에 대응하는 것으로서 "우측" 방향, 및 양의 y에 대응하는 것으로서 "상향" 방향을 언급할 것이다. z-벡터는 의료 기구의 길이방향 축을 따라 연장될 수 있다. 예시의 용이함을 위해, 좌표 프레임에 대한 z-벡터는 도 9-1 및 도 9-2에 예시되지 않는다. 좌표 프레임의 맥락에서 논의되지만, 좌표 프레임(904)은 일부 경우에 제어 프레임을 나타낼 수 있다.
- [0147] 카테터(902)는 예컨대 I/O 장치(906) 상에서의 방향 제어를 선택함으로써, I/O 장치(906)를 통해 수신된 입력에 기초하여 제어될 수 있다. 여기서, 입력은 I/O 장치(906)에 대한 방향/벡터(908)와 연관되고, 이는 I/O 장치(906)에 대한 음의 x 값(수평 성분) 및 양의 y 값(수직 성분)을 갖는다. 수평/수직 성분은 방향 및/또는 크기를 나타낼 수 있다.
- [0148] 예시된 바와 같이, 카테터(902)는 상이한 제어 모드에 대해 (좌표 프레임(904)과 관련하여) 상이한 방식으로 이동할 수 있다. (도 9-1에 도시된 바와 같은) 직접 제어 모드에서, 카테터(902)는 좌표 프레임(904)과 관련하여 음의 x 값 및 양의 y 값을 갖는 방향/벡터(910)로 이동하도록 제어된다. 대조적으로, 동일한 입력에 대해, (도 9-2에 도시된 바와 같은) 반전 제어 모드에서, 카테터(902)는 좌표 프레임(904)과 관련하여 양의 x 값 및 양의 y 값을 갖는 방향/벡터(912)로 이동하도록 제어된다. 여기서, 방향/벡터(912)는 방향(908)과 동일한(또는 일정 비율만큼의) 크기를 갖지만, 방향/벡터(908)의 x 값의 반대 부호를 갖는 x 값을 갖는다. 이와 같이, 수평 성분이 반전 제어 모드에 대해 반전될 수 있다.
- [0149] 일부 실시예에서, 3인칭 구동의 경우 또는 다른 경우에서와 같이, 기준 제어 프레임은 의료 기구의 이동을 용이하게 하도록 구현된다. 도 10-1 및 도 10-2는 하나 이상의 실시예에 따른, 의료 기구에 대한 제어 프레임과 관련하여 상이한 제어 모드에 대해 3인칭 시점으로부터 의료 기구를 구동하는 예시적인 구현예를 예시한다. 이들 도면에서, 도 9-1 및 도 9-2로부터의 카테터(902)는 스코프(1002)와 실질적으로 마주보는 방식으로 배향된다. 예시의 용이함을 위해, 카테터(902)는 본체 부분이 아닌 팁 부분으로만 예시되어 있다. 도 10-1 및 도 10-2는 의료 절차 동안 발생할 수 있는 방식으로 위치된 카테터(902) 및 스코프(1002)를 예시한다.
- [0150] 도 10-1 및 도 10-2에서, 카테터(902)는 카테터(902)와 연관된 제어 프레임(1004)("기준 제어 프레임(1004)")으로도 지칭됨)에 대해 스코프(1002)의 시점으로부터 제어된다. 제어 프레임(1004)은 x-벡터, y-벡터, 및 z-벡터와 같은, 카테터(902)를 제어하는 데 사용되는 애플스트랙트 좌표 프레임/벡터의 세트를 포함할 수 있다. 예시의 용이함을 위해, 제어 프레임(1004)에 대한 z-벡터는 도 10-1 및 도 10-2에 예시되지 않는다. 제어 프레임(1004)은 카테터(902)를 구동하기 위해 사용자 인터페이스를 통해 디스플레이되는 이미지 데이터의 배향에 상관될 수 있다. 예를 들어, 제어 프레임(1004)은 인터페이스 내에 디스플레이되는 바와 같은, 스코프(1002)로부터 캡처된 이미지 데이터의 배향을 표현할 수 있다(예컨대, 제어 프레임(1004)의 양의 y축은 인터페이스의 y축과 정렬됨). 즉, 인터페이스를 통해 디스플레이되는 이미지 데이터는 도 10-1 및 도 10-2에 도시된 배향에서 카테터(902)를 묘사한다. 제어 프레임(1004)은 (도 10-1 및 도 10-2에 예시되지 않은) 카테터(902)의 좌표 프레임에 대해 다수의 각도만큼 정렬되거나 오프셋될 수 있다. 위에서 언급된 바와 같이, 좌표 프레임은 기구에 대해 고정될 수 있고(예컨대, 카테터(902) 상의 마킹에 고정됨), 반면에 제어 프레임은 변경될 수 있다(예컨대, 스코프(1002)가 롤링되고/되거나 인터페이스에서 이미지 데이터의 배향이 변경됨에 따라 회전함).
- [0151] 도 10-1 및 도 10-2는 또한 스코프(1002)의 팁과 연관된 스코프(1002)의 좌표 프레임(1006)을 예시한다. 좌표 프레임(1006)은 스코프(1002)의 팁 상에 위치된 이미징 장치에 상관될 수 있다.
- [0152] 카테터(902)는 상이한 제어 모드에 대해 제어 프레임(1004)과 관련하여 상이한 방식으로 이동하도록 제어될 수 있다. 도 10-1 및 도 10-2의 예에서, 음의 x 값(수평 성분) 및 양의 y 값(수직 성분)을 갖는, I/O 장치(906)에 대한 방향/벡터(908)와 연관된 입력이 I/O 장치(906)를 통해 수신된다. (도 10-1에 도시된 바와 같은) 직접 제어 모드에서, 카테터(902)는 제어 프레임(1004)과 관련하여 음의 x 값 및 양의 y 값을 갖는 방향/벡터(1008)로 이동하도록 제어된다. 대조적으로, 동일한 입력에 대해, (도 10-2에 도시된 바와 같은) 반전 제어 모드에서, 카테터(902)는 제어 프레임(1004)과 관련하여 양의 x 값 및 양의 y 값을 갖는 방향/벡터(1010)로 이동하도록 제어된다. 여기서, 방향(1010)은 방향(908)의 x 값에 대해 반대 부호(및 도 10-1로부터의 방향(1008)의 x 값에 대해 반대 부호)를 갖는 x 값과 연관된다. 이와 같이, 수평 성분이 반전 제어 모드에 대해 반전될 수 있다.
- [0153] 일부 실시예에서, 제어 프레임(1004)에 대해 카테터(902)를 제어하는 방법을 결정하기 위해, 벡터(1008)는 벡터

(908)에 기초하여 제어 프레임(1004)에 대해 결정될 수 있다. 예를 들어, 벡터(1008)의 방향/크기가 벡터(908)의 방향/크기에 기초하여 결정될 수 있다. 반전 제어 모드가 구현되는 경우에, 벡터(1008)의 방향은 수평/수직 성분을 반전시킴으로써 결정될 수 있다(예컨대, 벡터(908)의 x 성분의 부호를 전환함). 일부 실시예에서, 벡터(908)는 하나 이상의 알고리즘을 사용하여 카테터(902)에 대한 좌표 프레임 및/또는 제어 프레임으로 간접적으로(또는 일부 경우에, 직접적으로) 매핑/병진된다.

[0154] 위에서 언급된 바와 같이, 카테터(902)에 대해 I/O 장치(906)를 통해 수신된 입력은 카테터(902)의 관절운동의 비율과 같은, 카테터(902)의 관절운동을 구동할 수 있다. 예를 들어, 입력이 I/O 장치(906)(예컨대, 조이스틱) 상의 입력 컴포넌트를 통해 수신되는 경우, 카테터(902)는 관절운동될 것이다. 입력 컴포넌트가 이어서 터치되지 않은 상태로 남아 있는 경우, 카테터(902)는 그의 현재 위치/배향을 유지할 수 있다(예컨대, 그의 현재 관절운동된 위치에 그대로 있음). 이와 같이, I/O 장치(906) 상에서의 입력은 카테터(902)의 기존 관절운동에 더함/뺄으로써 카테터(902)가 제어되게 할 수 있다.

[0155] 도 9-1, 도 9-2, 도 10-1, 및 도 10-2로부터의 예의 반전 제어 모드가 수평 성분(예컨대, x 값)을 반전시키는 맥락에서 논의되지만, 반전 제어 모드는 대안적으로 또는 추가적으로 수직 성분이 변경되게(예컨대, y 값과 연관된 부호를 변경함) 그리고/또는 삽입/후퇴와 연관된 성분이 변경되게(예컨대, z 값과 연관된 부호를 변경함) 할 수 있다.

[0156] 예시적인 교정 인터페이스

[0157] 도 11 및 도 12는 하나 이상의 실시예에 따른, 의료 기구에 대한 제어 스킴을 교정하기 위한 예시적인 인터페이스(1102)를 예시한다. 예를 들어, 인터페이스(1102)는 카테터(1104)의 원위 단부에 대한 스킴의 원위 단부에 관한 배향 정보를 조정하기 위한 정보를 제공할 수 있다. 일부 실시예에서, 의료 기구의 이동이 입력 장치를 통해 제공된 입력에 완전히 상관되지 않는 것을 사용자가 인지할 때, 사용자는 인터페이스(1102)에 내비게이팅할 수 있다. 예를 들어, 사용자가 스킴의 시점으로부터 카테터(1104)를 구동하고 있고, 상향 입력이 입력 장치를 통해 제공된 때 카테터(1104)가 기구-구동 인터페이스(예컨대, 도 7의 인터페이스(702))에서 우측으로 이동하는 것을 인지한 경우, 사용자는 카테터(1104) 및/또는 스킴을 교정하기 위해 인터페이스(1102)에 내비게이팅할 수 있다. 그러나, 인터페이스(1102)는 다른 시간에 그리고/또는 상이한 방식으로 액세스될 수 있다.

[0158] 도시된 바와 같이, 인터페이스(1102)는 카테터(1104)에 대한 근접성 내에 있는 스킴의 시점으로부터 이미지 데이터(1106)를 제시할 수 있다. 즉, 이미지 데이터(1106)는 스킴 상의 이미징 장치의 시야의 적어도 일부분을 묘사할 수 있다. 이미지 데이터(1106)는 원본 이미지 뷰 또는 회전 이미지 뷰로 제시될 수 있다. 인터페이스(1102)가 일반적으로 스킴의 시점으로부터 이미지 데이터를 제시하지만, 인터페이스(1102)는 추가적으로 또는 대안적으로 다른 의료 기구의 시점으로부터 이미지 데이터를 제시할 수 있다.

[0159] 인터페이스(1102)는 또한 교정/제어할 의료 기구를 선택하기 위한 인터페이스 요소(1108, 1110, 1012)를 제시할 수 있다. 인터페이스 요소(1108)는 스킴의 교정/제어를 가능하게 하고, 인터페이스 요소(1110)는 스킴과 연관된 의료 기구("도구"로도 지칭됨)의 교정/제어를 가능하게 하며, 인터페이스 요소(1112)는 카테터(1104)의 교정/제어를 가능하게 한다. 도 11의 예에서, 카테터(1104)가 교정될 수 있도록 인터페이스 요소(1112)가 선택된다. 예를 들어, 사용자는 카테터(1104)와 연관된 제어 스킴/기준 제어 프레임을 교정할 수 있다. 그러나, 제어 스킴을 교정하기 위해 인터페이스 요소(1108)/인터페이스 요소(1110)가 대안적으로 선택될 수 있다.

[0160] 카테터(1102)에 대한 제어 스킴/제어 프레임을 교정하기 위해, 인터페이스(1102)는 카테터(1104)의 팁의 배향을 표현하는 정렬 표시자(1116)를 제공할 수 있다. 예를 들어, 정렬 표시자(1116)는 스킴에 대한 좌표 프레임에 대해 카테터(1104)에 대한 좌표 프레임을 표현할 수 있다. 정렬 표시자(1116)는 링(1116(A)) 및 스킴에 대한 카테터(1104) 상에 위치한 하나 이상의 마킹(1118)의 추정된 배향을 표현하는 하나 이상의 마킹 표시자(1116(B))를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(예시되지 않음)은 서로에 대한 스킴의 롤 및 카테터(1104)의 롤을 추적하려고 시도할 수 있다. 그러한 정보에 기초하여, 제어 시스템은 스킴의 팁의 추정된 롤에 대한 카테터(1104)의 팁의 추정된 롤을 나타내도록 마킹 표시자(1116(B))를 제시할 수 있다. 마킹 표시자(1116(B))는 카테터(1104)의 팁 상의 마킹(1118)의 추정된 배향을 나타내기 위해 링(1116(A)) 둘레에 위치될 수 있다.

[0161] 요구될 경우, 사용자는 정렬 표시자(1116)의 배향을 카테터(1104)의 팁 상의 마킹(1118)의 배향과 더 밀접하게 일치하도록 조정하기 위한 입력을 제공할 수 있다. 예를 들어, 도 11에 도시된 바와 같이, 마킹 표시자(1116(B))의 배향은 카테터(1104) 상의 마킹(1118)과 정렬되지 않는다. 이와 같이, 사용자는, 도 12에 도시된

바와 같이, 마킹 표시자(1116(B))가 이미지 데이터(1106) 내에 디스플레이된 바와 같은 마킹(1118)의 배향과 더 정렬되도록 정렬 표시자(1116)를 회전시키기 위한 입력을 제공할 수 있다. 사용자는 정렬 표시자(1116)를, 사용자가 카테터(1104) 상의 마킹(1118)과 정렬되는 것으로 여기는 위치로 임의의 수의 각도만큼 회전시킬 수 있다.

[0162] 사용자는 정렬 표시자(1116)를 회전시키기 위해 임의의 유형의 입력 장치를 통해 입력을 제공할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 정렬 표시자(1116)를 시계 방향으로 회전시키기 위해, 우측 방향 인터페이스 요소(1120)에 상관될 수 있는, 제어기 상에서의(또는 터치스크린 등 상에서의) 우측 방향 제어를 통한 입력을 제공할 수 있다. 또한, 사용자는 정렬 표시자(1116)를 반시계 방향으로 회전시키기 위해, 좌측 방향 인터페이스 요소(1122)에 상관될 수 있는, 제어기 상에서의(또는 터치스크린 등 상에서의) 좌측 방향 제어를 통한 입력을 제공할 수 있다. 그러나, 입력 및/또는 회전의 다른 방식이 구현될 수 있다. 회전될 때, 사용자는 마킹 표시자(1116(B))가 마킹(1118)과 정렬되는 것을 나타내기 위한 입력을 제공할 수 있다. 정렬 표시자(1116)에 대한 조정은 카테터(1104)에 대한 제어 스킴/기준 제어 프레임을 업데이트/교정하는 데 사용될 수 있다.

[0163] 마킹 표시자(1116(B))의 배향이 일반적으로 (도 11에 도시된 바와 같이) 카테터(1104)의 마킹(1118)의 추정된 배향에 기초하여 초기에 디스플레이되지만, 마킹 표시자(1116(B))는 다른 배향으로 디스플레이될 수 있다. 예를 들어, 마킹 표시자(1116(B))는 초기에 사전결정된 배향에, 예컨대 링(1116(A)) 둘레의 사전결정된 위치에 디스플레이될 수 있다. 전술된 것과 유사한 방식으로, 사용자는 마킹 표시자(1116(B))를 카테터(1104) 상의 마킹(1118)의 배향과 일치하도록 조정할 수 있다. 제어 시스템은 이어서 카테터(1104)에 대한 제어 스킴/기준 제어 프레임을 조정/교정하기 위해 스코프에 대한 카테터(1104)의 지정된 배향을 사용할 수 있다.

[0164] 또한, 정렬 표시자(1116)가 도 11 및 도 12의 맥락에서 구현되지만, 다른 시각적 요소가 추가적으로 또는 대안적으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 사용자가 스코프에 대한 카테터(1104)의 배향을 조정할 수 있게 하기 위해 슬라이더가 제시될 수 있다.

[0165] 예시적인 흐름도 - 기구 교정 프로세스

[0166] 도 13은 하나 이상의 실시예에 따른, 의료 기구에 대한 제어 스킴/기준 제어 프레임을 교정하기 위한 프로세스(1300)의 예시적인 흐름도를 예시한다. 프로세스(1300)와 연관된 다양한 동작은 도 1의 제어 시스템(150), 로봇 시스템(110), 테이블(170), 스코프(120), 카테터(130), 및/또는 다른 장치와 같은, 본 명세서에서 논의된 장치들/시스템들 중 임의의 것 또는 이들의 조합에서 구현되는 제어 회로에 의해 수행될 수 있다.

[0167] 블록(1302)에서, 프로세스(1300)는 해부학적 부위를 표현하는 이미지 데이터를 수신하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 기구가 제1 접근 경로를 통해 해부학적 부위에 접근하도록 구성될 수 있고, 제2 기구가 제2 접근 경로를 통해 해부학적 부위에 접근하도록 구성될 수 있다. 제2 기구는 이미지 데이터를 생성하고, 이미지 데이터를 제어 회로에 송신할 수 있다. 제어 회로는 제2 기구로부터 이미지 데이터를 수신할 수 있다. 이미지 데이터는 해부학적 부위 및/또는 제1 기구를 표현할 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 기구는 카테터이고 그리고/또는 제2 기구는 스코프이다.

[0168] 블록(1304)에서, 프로세스(1300)는 블록들(1306 내지 1322) 중 하나 이상을 수행하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 블록들(1306 내지 1322) 중 하나 이상을 병렬, 직렬 등으로 수행할 수 있다.

[0169] 블록(1306)에서, 프로세스(1300)는 이미지 데이터가 디스플레이되게 하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 (블록(1302)에서 수신된) 이미지 데이터의 이미지 표현이 사용자 인터페이스를 통해 디스플레이되게 할 수 있다.

[0170] 블록(1308)에서, 프로세스(1300)는 정렬 표시자가 디스플레이되게 하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 정렬 표시자가 인터페이스를 통해 디스플레이되게 할 수 있고, 여기서 정렬 표시자는 (예컨대, 제2 기구에 대한) 제1 기구의 배향/제1 좌표 프레임을 표현한다. 일부 실시예에서, 정렬 표시자는 링 및/또는 제1 기구의 배향/제1 좌표 프레임을 표현하는 하나 이상의 마킹 표시자를 포함한다. 일부 실시예에서, 정렬 표시자는 제1 기구의 원위 단부의 추정된 물을 표현한다.

[0171] 블록(1310)에서, 프로세스(1300)는 제1 기구의 배향, 예컨대 제1 기구의 원위 단부의 물을 나타내는 입력을 수신하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 정렬 표시자에 대한 조정을 포함하는 입력을 수신할 수 있다. 입력은 제1 기구의 원위 단부 상의 하나 이상의 마킹으로 정렬 표시자의 하나 이상의 마킹 표시자를 배향하기 위해 정렬 표시자를 회전시키는 것을 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 제어 회로는 인터페이스를 통해 디스플레이된 바와 같은 제1 기구의 팁 상의 하나 이상의 마킹의 도/각도를 나타내는 텍스트/음

성 입력과 같은, 제1 기구의 배향을 나타내는 다른 유형의 입력을 수신할 수 있다.

- [0172] 블록(1312)에서, 프로세스(1300)는 이미지 데이터가 디스플레이되게 하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 (블록(1302)에서 수신된) 이미지 데이터의 이미지 표현이 인터페이스를 통해 디스플레이되게 할 수 있다.
- [0173] 블록(1314)에서, 프로세스(1300)는 명령어가 디스플레이되게 하는 것을 포함할 수 있다. 명령어는 사용자가 특정 동작을 수행하도록 요청할 수 있다. 일례에서, 명령어는 입력 장치 상에서 특정 방향 제어를 선택할 것을 나타낸다(예컨대, "우측 방향을 선택하십시오"라는 텍스트가 인터페이스를 통해 제시될 수 있음). 다른 예에서, 명령어는 인터페이스에 대해 특정 방향으로 제1 기구를 이동시킬 것을 나타낸다(예컨대, "카테터를 우측으로 이동시키시오"라는 텍스트가 인터페이스를 통해 디스플레이될 수 있음).
- [0174] 블록(1316)에서, 프로세스(1300)는 방향 입력 신호를 수신하는 것을 포함할 수 있다. 일례에서, 사용자가 입력 장치 상에서 특정 방향 제어를 선택하도록 요청되는 경우, 제어 회로는 특정 방향 제어를 통해 수신된 입력을 나타내는 방향 입력 신호를 수신할 수 있다. 다른 예에서, 사용자가 제1 기구를 인터페이스에 대해 특정 방향으로 이동시키도록 요청되는 경우, 제어 회로는 제1 기구가 인터페이스에 대해 특정 방향으로 이동하게 하는 방향 입력 신호를 수신할 수 있다. 여기서, 사용자는 제1 기구를 인터페이스에 대해 특정 방향으로 이동시키려는 시도에서 다수의 입력을 제공할 수 있다.
- [0175] 블록(1318)에서, 프로세스(1300)는 제1 기구를 이동하도록 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 방향 입력 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 제1 기구가 이동하게 할 수 있다.
- [0176] 일부 실시예에서, 예컨대 사용자가 입력 장치 상에서 특정 방향 제어를 선택하도록 요청되는 경우에, 블록(1320)에서, 프로세스(1300)는 이동 방향을 나타내는 입력을 수신하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 입력 장치 상에서 특정 방향 제어를 선택하는 것에 응답하여 제1 기구가 인터페이스에서 이동한 방향을 나타내는 입력을 수신할 수 있다. 여기서, 사용자는 입력 장치를 통해, 예컨대 인터페이스, 제어기 등을 통해 입력을 제공함으로써 제1 기구가 이동한 방향을 특정할 수 있다.
- [0177] 블록(1322)에서, 프로세스(1300)는 블록(1302)에서 수신된 이미지 데이터를 사용하여 하나 이상의 이미지 처리 기법을 수행하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 이미지 데이터에 묘사된 제1 기구를 식별하기 위해 하나 이상의 이미지 처리 기법을 수행할 수 있다. 그러한 기법은 제1 기구의 틱, 제1 기구 상의 하나 이상의 마킹 등과 같은, 제1 기구의 하나 이상의 특징부를 식별할 수 있다.
- [0178] 블록(1324)에서, 프로세스(1300)는 제1 기구의 배향 및/또는 제2 기구의 배향을 결정하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 블록들(1306 내지 1322) 중 하나 이상에 적어도 부분적으로 기초하여 제1 기구와 연관된 제1 좌표 프레임 및/또는 제2 기구와 연관된 제2 좌표 프레임을 결정할 수 있다. 좌표 프레임은 기구의 원위 단부의 롤을 나타낼/표현할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 회로는 제2 기구의 원위 단부의 롤에 대한 제1 기구의 원위 단부의 롤을 나타내는 롤 데이터를 생성할 수 있다. 예를 들어, 롤 데이터는 제2 기구와 연관된 좌표 프레임에 대한 제1 기구와 연관된 좌표 프레임의 배향을 나타낼 수 있다.
- [0179] 블록(1326)에서, 프로세스(1300)는 제1 기구에 대한 제어 스킴을 교정하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 스킴은 제1 기구에 대한 기준 제어 프레임을 포함하고/하거나 이에 의해 표현될 수 있다. 제어 회로는 제1 기구와 연관된 제1 좌표 프레임과 제2 기구와 연관된 제2 좌표 프레임 사이의 차이를 식별하고, 차이에 기초하여 제1 기구와 연관된 기준 제어 프레임을 업데이트할 수 있다.
- [0180] 블록(1328)에서, 프로세스(1300)는 입력 장치로부터 입력 신호를 수신하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 입력 장치에 대한 제1 기구의 이동 방향을 나타내는 방향 입력 신호를 입력 장치로부터 수신할 수 있다.
- [0181] 블록(1330)에서, 프로세스(1300)는 제어 스킴 및 입력 신호에 기초하여 제1 기구의 이동을 제어하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로는 블록(1328)에서 수신된 입력 신호에 기초하여 제1 기구의 이동을 제어하기 위해 블록(1326)에서 교정된 제어 스킴을 사용할 수 있다.
- [0182] 예시적인 제어 프레임 교정
- [0183] 도 14-1 내지 도 14-4는 하나 이상의 실시예에 따른, 의료 기구에 대한 제어 프레임을 교정하는 예시적인 구현 예를 예시한다. 이들 도면에서, 카테터(1402)가 의료 절차를 용이하게 하기 위해 스코프(1404)에 대한 근접성 내에 위치된다. 여기서, 카테터(1402)는 실질적으로 스코프(1404)와 마주보는 방식으로 배향되고, 이때 카테터

(1402)는 본체 부분이 아닌 팁 부분으로만 도시되어 있다. 도 14-1 내지 도 14-4는 카테터(1402) 및/또는 스코프(1404)에 대한 다양한 좌표/제어 프레임(1408)을 도시한다. 다양한 규약이 사용될 수 있지만, 설명은 종종 양의 z에 대응하는 것으로서 "전진" 방향, 양의 x에 대응하는 것으로서 "우측" 방향, 및 양의 y에 대응하는 것으로서 "상향" 방향을 언급할 것이다. 예시의 용이함을 위해, 좌표/제어 프레임에 대한 z-벡터는 도 14-1 내지 도 14-4에 도시되지 않는다.

[0184] 도 14-1은 스코프(1404)에 대한 카테터(1402)의 추정된 배향을 예시한다. 특히, 도 14-1은 스코프(1404)와 연관된 좌표 프레임(1408)에 대한 카테터(1402)와 연관된 추정된 좌표 프레임(1406)을 도시한다. 한편, 도 14-2는 스코프(1404)에 대한 카테터(1402)의 실제 배향, 즉 스코프(1404)의 좌표 프레임(1408)에 대한 카테터(1402)의 실제 좌표 프레임(1410)을 도시한다. 이러한 예에서, (도 14-1에 도시된 바와 같은) 스코프(1404)에 대한 카테터(1402)의 추정된 배향은 (도 14-2에 도시된 바와 같은) 스코프(1404)에 대한 카테터(1402)의 실제 배향과 관련하여 일정량의 오류를 포함한다. 예를 들어, 좌표 프레임(1406, 1410)은 서로 오프셋된다. 위에서 언급된 바와 같이, 그러한 오류는 스코프(1404)의 검출되지 않은 롤, 스코프(1404)의 원위 단부로 완전히 전파되지 않은 스코프(1404)의 근위 단부의 조작, 또는 스코프(1404)의 다른 설명되지 않은 롤에 기인할 수 있다.

[0185] 도 14-1은 또한 스코프(1404)에 대한 카테터(1402)의 추정된 배향에 기초하여 설정된 카테터(1402)에 대한 제어 프레임(1412)을 도시한다. 제어 프레임(1412)은 스코프(1404)의 시점으로부터 카테터(1402)의 이동을 제어하도록 구현될 수 있다. 제어 프레임(1412)은 카테터(1402)의 추정된 좌표 프레임(1406)에 대한 오프셋에 의해 표현/정의된다. 그러나, 제어 프레임(1412)이 카테터(1402)의 실제 배향으로 구현될 때, 제어 프레임(1412)은 도 14-3에 도시된 바와 같이 나타난다. 예시된 바와 같이, 카테터(1406)의 추정된 좌표 프레임(1406)에 대한 제어 프레임(1412)의 오프셋(도 14-2)은 카테터(1402)의 실제 좌표 프레임(1410)에 대한 제어 프레임(1412)의 오프셋(도 14-3)과 동일하다.

[0186] 제어 프레임(1412)이 스코프(1404)에 대한 카테터(1402)의 추정된 배향에 기초하여 설정되고, 추정된 배향이 오류를 갖기 때문에, 제어 프레임(1412)은, 도 14-3에 도시된 바와 같이, 카테터(1402)를 제어하기 위한 기준 프레임을 부정확하게 표현한다. 예를 들어, 카테터(1402)를 바로 상향으로 이동시키기 위해 입력 장치로부터 방향 제어 입력이 수신되는 경우, 카테터(1402)는 제어 프레임(1410)에 대해 상향으로(즉, 제어 프레임(1412)의 y-축을 따라 양의 방향으로) 이동하도록 제어될 것이다. 스코프(1404)에 대한 카테터(1402)의 실제 배향을 보여주는 도 14-3의 맥락에서, 카테터(1402)는 바로 상향 대신에 상향으로 그리고 우측으로 이동할 것이다. 이와 같이, 카테터(1402)는 스코프(1404)에 대해 부정확한 방식으로 이동하도록 제어될 것이다.

[0187] 스코프(1404)에 대한 카테터(1402)의 추정된 배향과 실제 배향 사이의 불일치를 해결하기 위해, 카테터(1402)에 대한 제어 프레임(1412)은 교정될 수 있다. 예를 들어, 제어 프레임(1412)은, 도 14-4에 도시된 바와 같이, 스코프(1404)에 대한 카테터(1402)의 배향을 정확하게 반영하도록 조정될 수 있다. 일부 실시예에서, 카테터(1402)의 추정된 좌표 프레임(1406)과 스코프(1404)의 좌표 프레임(1408)은 동일한 평면으로 병진될 수 있다. 좌표 프레임들(1406, 1408) 사이의 제1 오프셋/차이(예컨대, 좌표 프레임(1406)의 x/y 축과 좌표 프레임(1408)의 x/y 축 사이의 오프셋)가 이어서 결정될 수 있다. 추가적으로, 카테터(1402)에 대한 결정된 좌표 프레임(예컨대, 인터페이스 상의 정렬 표시자에 대한 사용자 조정을 통해 결정됨, 이미지 처리 등을 통해 결정됨 등)과 스코프(1404)의 좌표 프레임(1408)은 동일한 평면으로 병진될 수 있다. 카테터(1402)에 대한 결정된 좌표 프레임과 스코프(1404)에 대한 좌표 프레임(1408) 사이의 제2 오프셋/차이가 결정될 수 있다. 제1 오프셋과 제2 오프셋 사이의 차이가 결정되고 제어 프레임(1412)을 업데이트하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 제1 오프셋과 제2 오프셋 사이에 15도의 차이가 있는 경우(예컨대, 스코프(1404)에 대한 카테터(1402)의 추정된 배향이 15도만큼 부정확함을 의미함), 제어 프레임(1412)은 15도 또는 15도에 기초한 일정량만큼 조정될 수 있다.

[0188] 의료 시스템을 사용한 예시적인 절차

[0189] 도 15 내지 도 18은 하나 이상의 실시예에 따른, 경피 절차를 수행하도록 배열된 도 1의 의료 시스템(100)의 평면도를 예시한다. 이들 예에서, 의료 시스템(100)은 스코프(120)(예컨대, 요관경) 및 카테터(130)의 보조에 의해 환자(140)로부터 신장 결석을 제거하기 위해 수술실 내에 배열된다. 그러한 절차의 많은 실시예에서, 환자(140)는, 도 1에 예시된 것과 같이, 환자(140)의 등 또는 옆구리에 접근하기 위해 환자(140)가 측면으로 약간 틸팅되어 있는 변형된 앙와위(supine position)로 위치된다. 그러나, 환자(140)는 다른 방식, 예컨대 앙와위, 복와위(prone position) 등으로 위치될 수 있다. 예시의 용이함을 위해, 이미징 장치(180)(C-아암 포함)는 제거되었다.

[0190] 도 15 내지 도 18이 환자(140)로부터 신장 결석을 제거하기 위해 경피 절차를 수행하기 위한 의료 시스템(100)

의 사용을 예시하지만, 의료 시스템(100)은 다른 방식으로 신장 결석을 제거하고/하거나 다른 절차를 수행하기 위해 사용될 수 있다. 또한, 환자(140)는 절차를 위해 요구되는 대로 다른 위치로 배열될 수 있다. 다양한 동작이 의사(160)에 의해 수행되는 것으로 도 15 내지 도 18 및 본 개시 전체에 걸쳐 기술된다. 이들 동작은 직접 의사(160)에 의해, 의사의 지시를 받는 사용자, 다른 사용자(예컨대, 전문가), 이들의 조합, 및/또는 임의의 다른 사용자에게 의해 수행될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

- [0191] 신장의 해부학적 구조는, 도 15 내지 도 18에 적어도 부분적으로 예시된 바와 같이, 본 개념의 태양에 관련된 소정의 의료 절차와 관련하여 참조를 위해 본 명세서에 기술된다. 신장은 일반적으로 후복막 공간 내에서 좌측 및 우측에 위치한 2개의 콩-형상의 장기를 포함한다. 성인의 경우, 신장은 일반적으로 길이가 약 11 cm이다. 신장은 쌍을 이룬 신동맥으로부터 혈액을 수용하고; 혈액은 쌍을 이룬 신정맥으로 빠져나간다. 각각의 신장은 요관에 부착되고, 이는 배출된 소변을 신장으로부터 방광으로 운반하는 관이다. 방광은 요도에 부착된다.
- [0192] 신장은 전형적으로 복강 내에서 비교적 높게 위치되고, 약간 비스듬한 각도로 후복막 위치에 놓인다. 간의 위치로 인한, 복강 내에서의 비대칭은 전형적으로 우측 신장이 좌측 신장보다 약간 더 낮고 더 작게 하고, 좌측 신장보다 약간 더 중앙에 배치되게 한다. 각각의 신장의 상부에 부신이 있다. 신장의 상부 부분은 11번 및 12번 늑골에 의해 부분적으로 보호된다. 각각의 신장은, 그의 부신과 함께, 2개의 지방 층에 의해 둘러싸인다: 신근막(renal fascia)과 신피막(renal capsule) 사이에 존재하는 신장주위 지방(perirenal fat) 및 신근막 위에 있는 신장결 지방(pararenal fat).
- [0193] 신장은 다양한 체액 구획의 부피, 유체 삼투농도, 산-염기 균형, 다양한 전해질 농도, 및 독소 제거의 조절에 참여한다. 신장은 소정 물질을 분비하고 다른 물질을 재흡수함으로써 여과 기능을 제공한다. 소변으로 분비되는 물질의 예는 수소, 암모늄, 칼륨 및 요산이다. 또한, 신장은 또한 호르몬 합성 등과 같은 다양한 다른 기능을 수행한다.
- [0194] 신장의 오목한 가장자리 상의 리세스된 영역(recessed area)이 신문(renal hilum)이고, 여기서 신동맥이 신장으로 들어가고 신정맥과 요관이 나간다. 신장은 강인한 섬유질 조직인 신피막에 의해 둘러싸이고, 이는 그 자체가 신장주위 지방, 신근막, 및 신장결 지방에 의해 둘러싸인다. 이들 조직의 전방(앞쪽) 표면은 복막이고, 한편 후방(뒤쪽) 표면은 복형근막이다.
- [0195] 신장의 기능적 물질 또는 실질(parenchyma)은 2개의 주요 구조로 나뉜다: 외측 신피질(renal cortex) 및 내측 신수질(renal medulla). 이들 구조는, 신추체(renal pyramid)로 불리는 수질의 일부분을 둘러싸는 신피질을 각각 포함하는, 복수의 원추-형상의 신엽(renal lobe)의 형상을 취한다. 신추체들 사이에, 신주(renal column)로 불리는 피질의 돌기가 있다. 신장의 소변-생성 기능적 구조인 네프론(nephron)이 피질 및 수질에 걸쳐 있다. 네프론의 초기 여과 부분은 신소체(renal corpuscle)이고, 이는 피질 내에 위치된다. 그 뒤로, 피질로부터 수질 추체로 깊게 통과하는 신세뇨관(renal tubule)이 이어진다. 신피질의 일부인 수질 방사선(medullary ray)은 단일 집합관으로 배출하는 신세뇨관의 집합이다.
- [0196] 각각의 추체의 팁 또는 유두는 소변을 각각의 소신배(minor calyx)로 비우고; 소신배는 대신배(major calyx)로 비우고, 대신배는 신우(renal pelvis)로 비우고, 이는 요관으로 이행된다. 문에서, 요관과 신정맥은 신장에서 빠져나가고 신동맥은 들어간다. 림프절을 가진 림프 조직 및 문 지방(hilar fat)이 이들 구조를 둘러싼다. 문 지방은 신동(renal sinus)으로 불리는 지방-충전 공동과 인접해 있다. 신동은 집합적으로 신우 및 신배를 포함하고, 이들 구조를 신수질 조직으로부터 분리한다.
- [0197] 도 15 내지 도 18은 환자(140)의 해부학적 구조의 다양한 특징부를 도시한다. 예를 들어, 환자(140)는 요관(1506)을 통해 방광(1504)에 유체적으로 연결된 신장(1502), 및 방광(1504)에 유체적으로 연결된 요도(1508)를 포함한다. 신장(1502(A))의 확대도에 도시된 바와 같이, 신장(1502(A))은 신배(신배(1510) 포함), 신유두("유두(1512)")로도 지칭되는 신유두(1512) 포함, 및 신추체(신추체(1514) 포함)를 포함한다. 이들 예에서, 신장 결석(1516)은 유두(1512)에 근접하게 위치된다. 그러나, 신장 결석(1516)은 신장(1502(A)) 내의 다른 위치 또는 다른 곳에 위치될 수 있다.
- [0198] 도 15에 도시된 바와 같이, 예시적인 경피 절차에서 신장 결석(1516)을 제거하기 위해, 의사(160)는 환자(140) 내로의 스코프(120)(도 15에 예시되지 않음)의 전달을 개시하기 위해 로봇 시스템(110)을 테이블(170)의 측부/푯(foot)에 위치시킬 수 있다. 특히, 로봇 시스템(110)은 환자(140)의 발에 대한 근접성 내에서 테이블(170)의 측부에 위치되고 환자(140)의 요도(1508)에 대한 직접 선형 접근을 위해 정렬될 수 있다. 예에서, 환자(140)의 둔부는 로봇 시스템(110)을 위치시키기 위한 기준 지점으로서 사용된다. 일단 위치되면, 로봇 아암(112(B)),

112(C))과 같은, 로봇 아암들(112) 중 하나 이상은 환자(140)의 다리들 사이에 도달하도록 외향으로 신장될 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암(112(B))은, 도 15에 도시된 바와 같이, 연장되어 요도(1508)에 대한 선형 접근을 제공하도록 제어될 수 있다. 이러한 예에서, 의사(160)는 의료 기구(1518)를 이러한 직접 선형 접근 경로(때때로 "가상 레일(virtual rail)"로 지칭됨)를 따라 요도(1508) 내로 적어도 부분적으로 삽입한다. 의료 기구(1518)는 스코프(120)를 수용하도록 구성된 루멘-유형 장치를 포함하여, 스코프(120)를 환자(140)의 해부학적 구조 내로 삽입하는 것을 보조할 수 있다. 로봇 아암(112(B))을 환자(140)의 요도(1508)에 정렬시키고/시키거나 의료 기구(1518)를 사용함으로써, 영역 내의 민감한 해부학적 구조에 대한 마찰 및/또는 힘이 감소될 수 있다. 의료 기구(1518)가 도 15에 예시되어 있지만, 일부 실시예에서, 의료 기구(1518)는 사용되지 않는다(예컨대, 스코프(120)는 요도(1508) 내로 직접 삽입될 수 있음).

[0199] 의사(160)는 또한 절차를 위한 치료 부위 부근에 로봇 아암(112(A))을 위치시킬 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암(112(A))은 환자(140)의 절개 부위 및/또는 신장(310)에 대한 근접성 내에 위치될 수 있다. 로봇 아암(112(A))은 절차 동안 스코프(120) 및/또는 다른 기구의 위치를 추적하는 것을 보조하기 위해 EM 필드 발생기(1520)에 연결될 수 있다. 로봇 아암(112(A))이 환자(140)에 비교적 가깝게 위치되지만, 일부 실시예에서, 로봇 아암(112(A))은 다른 곳에 위치되고/되거나 EM 필드 발생기(1520)는 테이블(170)에 통합된다(이는 로봇 아암(112(A))이 도킹된 위치에 있도록 허용할 수 있음). 이러한 예에서, 절차의 이러한 시점에, 로봇 아암(112(C))은 도 15에 도시된 바와 같이 도킹된 위치에서 유지된다. 그러나, 로봇 아암(112(C))은 로봇 아암(112(A)) 및/또는 112(C))의 위에서 논의된 기능들 중 임의의 것을 수행하기 위해 일부 실시예에서 사용될 수 있다.

[0200] 일단 로봇 시스템(110)이 적절하게 위치되고/되거나 의료 기구(1518)가 요도(1518) 내로 적어도 부분적으로 삽입되면, 스코프(120)는 도 16에 도시된 바와 같이, 환자(140) 내로 로봇으로, 수동으로, 또는 이들의 조합으로 삽입될 수 있다. 예를 들어, 의사(160)는 스코프(120)를 로봇 아암(112(C))에 연결하고/하거나 스코프(120)를 의료 기구(1518) 및/또는 환자(140) 내에 적어도 부분적으로 위치시킬 수 있다. 스코프(120)는 절차 전 또는 절차 동안과 같은 임의의 시간에(예컨대, 로봇 시스템(110)을 위치시킨 후에) 로봇 아암(112(C))에 연결될 수 있다. 의사(160)는 이어서 환자(140) 내에서 스코프(120)를 내비게이팅하기 위해, I/O 장치(들)(156)와 같은 제어 시스템(150)과 상호작용할 수 있다. 예를 들어, 의사(160)는 요도(1508), 방광(1504), 요관(1506(A))을 통해, 그리고 신장(1502(A))까지 스코프(120)를 내비게이팅하기 위해 로봇 아암(112(C))을 제어하도록 I/O 장치(들)(156)를 통해 입력을 제공할 수 있다.

[0201] 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 의사(160)가 스코프(120)를 제어하는 것을 보조하기 위해 스코프(120)에 의해 캡처된 실시간 이미지(들)를 관찰하도록 디스플레이(들)(152)를 통해 인터페이스(예시되지 않음)를 제시할 수 있다. 의사(160)는 신장 결석(1516)의 위치를 찾아내도록 스코프(120)를 내비게이팅할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 스코프(120)의 위치 및/또는 배향을 결정하기 위해 위치결정 기법을 사용할 수 있고, 이는 스코프(120)를 제어하는 것을 또한 보조하도록 디스플레이(들)(152)를 통해 의사(160)에 의해 관찰될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 의사(160)가 스코프(120)를 제어하는 것을 보조하기 위해, 환자(140)의 내부 해부학적 구조의 x-선 이미지와 같은 다른 유형의 정보가 디스플레이(들)(152)를 통해 제시될 수 있다.

[0202] 신장 결석(1516)의 위치를 찾아낸 때, 의사(160)는 신장 결석(1516)의 궁극적인 추출을 위해 신장(1502(A))에 진입하도록 니들(17022)에 대한 위치를 식별할 수 있다. 예를 들어, 혈관 또는 다른 바람직하지 않은 신장(1502(A))의 해부학적 구조 및/또는 신장(1502(A))을 둘러싸는 해부학적 구조와 부딪히는 것을 회피하고/하거나 출혈을 최소화하기 위해, 의사(160)는 니들(17022)을 신배의 축과 정렬시키려고 할 수 있다(예컨대, 신배의 중심을 통해 마주보게 신배에 도달하려고 할 수 있음). 그렇게 하기 위해, 의사(160)는 표적 위치로서 유두를 식별할 수 있다. 이러한 예에서, 의사(160)는 신장 결석(1516) 부근에 있는 유두(1512)의 위치를 찾아내고 유두(1512)를 표적 위치로서 지정하기 위해 스코프(120)를 사용한다. 유두(1512)를 표적 위치로서 지정하는 일부 실시예에서, 의사(160)는 유두(1512)와 접촉하도록 스코프(120)를 내비게이팅할 수 있고, 제어 시스템(150)은 스코프(120)의 위치(예컨대, 스코프(120)의 단부의 위치)를 결정하기 위해 위치결정 기법을 사용할 수 있으며, 제어 시스템(150)은 스코프(120)의 위치를 표적 위치와 연관시킬 수 있다. 다른 실시예에서, 의사(160)는 스코프(120)를 유두(1512)에 대해 특정 거리 내에 있도록 내비게이팅하고(예컨대, 유두(1512)의 전방에 파킹함(park)), 표적 위치가 스코프(120)의 시야 내에 있음을 나타내는 입력을 제공할 수 있다. 제어 시스템(150)은 표적 위치의 위치를 결정하기 위해 이미지 분석 및/또는 다른 위치결정 기법을 수행할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 스코프(120)는 유두(1512)를 표적 위치로서 마킹하기 위한 기준점을 전달할 수 있다.

[0203] 도 17에 도시된 바와 같이, 의사(160)(및/또는 로봇 시스템(110))는 표적 위치 내로의 삽입을 위해 니들(1702)을 위치시킴으로써 절차를 진행할 수 있다. 일부 실시예에서, 의사(160)는, 예컨대 환자(140)의 해부학적 구조

에 관한 지식, 이전에 수행한 절차로부터의 경험, CT/x-선 이미지 또는 환자(140)의 다른 수술전 정보의 분석 등에 기초하여, 절개 부위에서 환자(140) 상에 니들(1702)을 배치하기 위한 그 또는 그녀의 최상의 판단을 사용할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 니들(1702)을 환자(140) 상에 배치하기 위한 위치에 관한 정보를 제공할 수 있다. 의사(160)는 폐, 흉막, 결장, 척추주위근, 늑골, 늑간 신경 등과 같은, 환자(140)의 주요 해부학적 구조를 피하려고 시도할 수 있다. 일부 예에서, 제어 시스템(150)은 니들(1702)을 환자(140) 상에 배치하기 위한 위치에 관한 정보를 제공하도록 CT/x-선/초음파 이미지를 사용할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 의사(160)가 니들(1702)을 삽입하는 것을 보조하기 위한 정보를 제시할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 의사(160)가 니들(1702)을 적절한 배향(즉, 표적 궤적)으로 배향하는 것을 보조하기 위해 표적 궤적에 대한 니들(1702)의 배향을 나타내는 기구 정렬 요소를 디스플레이할 수 있다. 또한, 제어 시스템(150)은 표적 위치에 대한 니들(1702)의 근접성을 나타내는 진행 정보를 디스플레이할 수 있다.

[0204] 도 18에 도시된 바와 같이, 일단 니들(1702)로 표적 위치에 도달하였으면, 의사(160) 및/또는 로봇 시스템(110)은 다른 의료 기구를 니들(1702)에 의해 생성된 경로 내로 삽입할 수 있다. 이러한 예에서, 로봇 아암(112(A)) 상의 EM 필드 발생기(1520)는 경피 접근 경로 내로 삽입되도록 구성된 카테터(130)로 교체된다. 의사(160)는 카테터(130)를 경피 접근 경로를 통해 표적 위치로 내비게이션하기 위해 제어 시스템(150)(예컨대, I/O 장치(들)(156))과 상호작용할 수 있다. 제어 시스템(150)은 의사(160)가 카테터(130)를 내비게이션하는 것을 보조하기 위해, 본 명세서에서 논의된 인터페이스들 중 임의의 것과 같은 정보를 디스플레이(들)(152)를 통해 제공할 수 있다. 예에서, 카테터(130)는 3인치 시점으로부터(예컨대, 스코프(120)의 관점으로부터) 구동될 수 있다. 일부 실시예에서, 의료 시스템(100)은 의사(160)가 카테터(130), 스코프(120), 및/또는 다른 의료 기구를 구동 및/또는 교정하는 것을 보조하기 위해 하나 이상의 제어/구동 모드 및/또는 교정 기법을 용이하게 할 수 있다.

[0205] 스코프(120) 및/또는 카테터(130)가 적절한 위치에 위치될 때, 의사(160)는 스코프(120)를 사용하여 신장 결석(1516)을 부수고 그리고/또는 카테터(130)를 사용하여 환자(140)로부터 신장 결석(1516)의 조각을 추출할 수 있다. 예를 들어, 스코프(120)는 신장 결석을 조각으로 부수기 위한 도구(예컨대, 레이저, 절단 기구 등)를 전개할 수 있고, 카테터(130)는 경피 접근 경로를 통해 신장(1502(A))으로부터 조각을 흡입할 수 있다. 의사(160)는, 일부 경우에, 스코프(120)와 카테터(130)를 제어하는 것 사이에서 전환할 수 있다. 예를 들어, 의사(160)는 카테터(130)와 스코프(120)를 제어하기 위해 동일한 I/O 장치(들)(156)를 사용할 수 있다. 예에서, I/O 장치(들)(156)는 의료 기구들을 제어하는 것 사이에서 전환하기 위한 버튼을 포함한다.

[0206] 일부 실시예에서, 카테터(130) 및/또는 스코프(120)는 신장 결석(1516)의 제거를 용이하게 하기 위해 관주 및/또는 흡인을 제공할 수 있다. 예를 들어, 카테터(130) 및/또는 스코프(120)는 관주/흡인 시스템(1802)에 연결될 수 있다. 관주/흡인 시스템(1802)은 하나 이상의 유체 백(bag)/용기를 보유하고/하거나 그로부터의 유체를 제어하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 관주 라인(1804)이 백들/용기들 중 하나 이상에 그리고 카테터(130)의 관주 포트에 결합될 수 있다. 관주 유체는 관주 라인(1804) 및 카테터(130)를 통해 표적 해부학적 구조에 제공될 수 있다. 관주/흡인 시스템(1802)은 디스플레이, 유동 제어 메커니즘, 및/또는 소정의 연관된 제어 회로와 같은 소정의 전자 컴포넌트를 포함할 수 있다. 일부 예에서, 관주/흡인 시스템(1802)은 유체 관리 카트로서 구현된다. 예에서, 관주/흡인 시스템(1802)은 제어 시스템(150), 로봇 시스템(110), 및/또는 다른 컴포넌트와 같은, 의료 시스템(100)의 다른 컴포넌트와 인터페이스하도록 구성된다.

[0207] 도 18을 참조하여 위에서 논의된 예와 같은, 일부 실시예에서, EM 필드 발생기(1520)는 카테터(130)가 구동되고 있는 동안 로봇 아암(112(A))으로부터 제거된다. 그러한 단계 동안, 하나 이상의 EM-기반 위치결정 기법은 스코프(120)의 위치/배향을 결정하도록 수행되지 않을 수 있다. 이와 같이, 의료 시스템(100)은 때때로 스코프(120) 및/또는 다른 의료 기구의 위치/배향의 추적을 상실할 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 논의된 기법들 중 하나 이상은 스코프(120) 및/또는 스코프(120)의 시점으로부터 카테터(130)를 제어하기 위한 제어 스킴을 교정하기 위해 구현될 수 있다.

[0208] 로봇 시스템(110)의 특정 로봇 아암이 도 15 내지 도 18의 맥락에서 특정 기능을 수행하는 것으로 예시되어 있지만, 로봇 아암들(112) 중 임의의 것이 기능을 수행하는 데 사용될 수 있다. 또한, 임의의 추가 로봇 아암 및/또는 시스템이 절차를 수행하도록 사용될 수 있다. 또한, 로봇 시스템(110)은 절차의 다른 부분을 수행하도록 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 경피 절차는 의료 시스템(100)으로 전체적으로 또는 부분적으로(예컨대, 의사(160)의 보조가 있거나 없이) 수행될 수 있다.

[0209] 예시적인 로봇 시스템

- [0210] 도 19는 하나 이상의 실시예에 따른, 도 1의 로봇 시스템(110)의 예시적인 상세 사항을 예시한다. 도시된 바와 같이, 로봇 시스템(110)은 제어 회로(1902), 통신 인터페이스(들)(1904)(예컨대, 하나 이상의 컴포넌트/장치와 통신하도록 구성됨), 전력 공급 유닛(들)(1906)(예컨대, 로봇 시스템(110)의 컴포넌트로의 전력을 공급/관리하도록 구성됨), I/O 컴포넌트(1908)(예컨대, 디스플레이(들)(116) 및/또는 다른 I/O 장치/제어부(1910)), 하나 이상의 로봇 아암(112), 액추에이터/하드웨어(1912), 및/또는 가동화 컴포넌트(들)(1914)(예컨대, 휠)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110)은 로봇 시스템(110)의 컴포넌트들 중 하나 이상의 적어도 일부를 수용하거나 포함하도록 구성되고/되거나 치수설정된 하우징/인클로저를 포함할 수 있다. 이러한 예에서, 로봇 시스템(110)은 하나 이상의 휠(1914)로 이동가능한 카트-기반 시스템으로서 예시된다. 일부 경우에, 적절한 위치에 도달한 후에, 하나 이상의 휠(1914)은 로봇 시스템(110)을 제위치로 유지시키기 위해 휠 로크(wheel lock)를 사용하여 움직이지 못하게 될 수 있다. 그러나, 로봇 시스템(110)은 고정형 시스템으로서 구현되고, 다른 시스템/장치에 통합되고, 기타 등등일 수 있다.
- [0211] 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110)의 컴포넌트들 중 하나 이상은 제어 회로(1902)의 일부일 수 있거나 그렇지 않을 수 있는 소정의 접속 회로/장치/특징부를 사용하여 전기적으로 그리고/또는 통신가능하게 결합될 수 있다. 예를 들어, 접속 특징부(들)는 로봇 시스템(110)의 다양한 컴포넌트/회로 중 적어도 일부의 장착 및/또는 상호 접속을 용이하게 하도록 구성된 하나 이상의 인쇄 회로 보드를 포함할 수 있다. 로봇 시스템(110)의 소정 컴포넌트가 도 18에 예시되어 있지만, 도시되지 않은 추가 컴포넌트가 본 개시에 따른 실시예에 포함될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 일부 실시예에서, 소정의 예시된 컴포넌트가 생략될 수 있다.
- [0212] 지지 구조물(114)은 기부(1916), 세장형 칼럼(1918), 및/또는 칼럼(1918)의 상부에 있는 콘솔(1920)을 포함할 수 있다. 칼럼(1918)은 하나 이상의 로봇 아암(112)(3개가 도 19에 도시됨)의 전개를 지원하기 위한 하나 이상의 아암 지지부(1922)("캐리지(carriage)"로도 지칭됨)를 포함할 수 있다. 아암 지지부(1922)는 환자에 대한 더 양호한 위치설정을 위해 로봇 아암(112)의 기부를 조정하도록 수직 축을 따라 회전하는 개별적으로 구성가능한 아암 마운트(arm mount)를 포함할 수 있다. 아암 지지부(1922)는 또한 아암 지지부(1922)가 칼럼(1918)을 따라 수직으로 병진하도록 허용하는 칼럼 인터페이스(1924)를 포함한다. 일부 실시예에서, 칼럼 인터페이스(1922)는 아암 지지부(1922)의 수직 병진을 안내하기 위해 칼럼(1918)의 서로 반대편에 있는 측부들 상에 위치한, 슬롯(1926)과 같은 슬롯을 통해 칼럼(1918)에 연결될 수 있다. 슬롯(1926)은 아암 지지부(1922)를 기부(1916)에 대해 다양한 수직 높이에 위치시키고 유지시키기 위한 수직 병진 인터페이스를 포함한다. 아암 지지부(1922)의 수직 병진은 로봇 시스템(110)이 로봇 아암(112)의 도달범위를 조정하여 다양한 테이블 높이, 환자 크기, 및/또는 의사 선호도를 충족시키도록 허용한다. 유사하게, 아암 지지부(1922) 상의 개별적으로 구성가능한 아암 마운트는 기부(1916)가 다양한 구성으로 경사지도록 허용할 수 있다.
- [0213] 로봇 아암(112)은 일반적으로, 일련의 조인트(1934)에 의해 연결되는 일련의 링크장치(linkage)(1932)("아암 세그먼트"로도 지칭됨)에 의해 분리되는 로봇 아암 기부(1928) 및 엔드 이펙터(end effector)(1930)를 포함할 수 있고, 각각의 조인트는 하나 이상의 독립적인 액추에이터(1912)를 포함한다. 각각의 액추에이터는 독립적으로 제어가능한 모터를 포함할 수 있다. 각각의 독립적으로 제어가능한 조인트(1934)는 로봇 아암이 이용가능한 독립적인 자유도를 제공하거나 나타낼 수 있다. 일부 실시예에서, 아암들(112) 각각은 7개의 조인트를 갖고, 따라서 "여분의(redundant)" 자유도를 포함하는, 7 자유도를 제공한다. 여분의 자유도는 로봇 아암(112)이 상이한 링크장치 위치 및 조인트 각도를 사용하여 공간에서 특정 위치, 배향, 및/또는 궤적으로 그들 각각의 엔드 이펙터(1930)를 위치시키도록 허용한다. 이는 로봇 시스템(110)이 의료 기구를 공간에서 원하는 지점으로부터 위치시키고 지향시키도록 허용함과 동시에, 의사가 아암 충돌을 회피하면서 더 우수한 접근을 생성하기 위해 아암 조인트를 환자로 부터 떨어진 임상적으로 유리한 위치로 이동시키도록 허용한다.
- [0214] 각각의 엔드 이펙터(1930)는 메커니즘 체인저 인터페이스(mechanism changer interface, MCI)를 사용하여 부착될 수 있는 기구 장치 조작기(instrument device manipulator, IDM)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, IDM은 제거되고 상이한 유형의 IDM으로 교체될 수 있는데, 예를 들어 제1 유형의 IDM이 내시경을 조작할 수 있고, 한편 제2 유형의 IDM이 복강경을 조작할 수 있다. MCI는 로봇 아암(112)으로부터 IDM으로 공압, 전력, 전기 신호, 및/또는 광학 신호를 전달하기 위한 커넥터를 포함할 수 있다. IDM은 의료 기구(예컨대, 수술 도구/기구)를, 예를 들어 직접 구동, 하모닉 구동(harmonic drive), 기어식 구동, 벨트 및 풀리, 자기 구동 등을 포함하는 기법을 사용하여 조작하도록 구성될 수 있다.
- [0215] 로봇 시스템 기부(1916)는 바닥 위에서 칼럼(1918), 아암 지지부(1920), 및/또는 아암(112)의 중량의 균형을 잡을 수 있다. 따라서, 로봇 시스템 기부(1916)는 전자장치, 모터, 전력 공급부와 같은 더 무거운 컴포넌트뿐만 아니라, 선택적으로 로봇 시스템(110)을 움직이지 못하게 하거나 이동을 가능하게 하는 컴포넌트를 수용할 수

있다. 도 19에 예시된 것과 같은 예에서, 로봇 시스템 기부(1916)는 절차 전에 로봇 시스템이 수술실을 용이하게 돌아다니도록 허용하는 휠-형상의 캐스터(wheel-shaped caster)(1914)를 포함한다. 적절한 위치에 도달한 후에, 캐스터(1914)는 절차 동안 로봇 시스템(110)을 제위치로 유지시키기 위해 휠 로크를 사용하여 움직이지 못하게 될 수 있다.

[0216] 칼럼(1918)의 상부 단부에 위치되어, 콘솔(1920)은 사용자 입력을 수신하기 위한 사용자 인터페이스, 및 수술전 데이터 및/또는 수술중 데이터를 의사/사용자에게 제공하기 위한 디스플레이 스크린(116) 둘 모두(또는 예를 들어 터치스크린과 같은 이중-목적 장치)를 허용한다. 잠재적인 수술전 데이터는 수술전 계획, 수술전 컴퓨터 단층촬영(computerized tomography, CT) 스캔으로부터 도출된 내비게이션 및 매핑 데이터, 및/또는 수술전 환자 인터뷰로부터의 기록을 포함할 수 있다. 수술중 데이터는 도구로부터 제공되는 광학 정보, 센서로부터의 센서 및 좌표 정보뿐만 아니라, 호흡, 심박수, 및/또는 맥박과 같은 바이탈 환자 통계치를 포함할 수 있다. 콘솔(1920)은 의사가 아암 지지부(1922) 반대편에 있는 칼럼(1918)의 측부로부터 콘솔(1920)에 접근하게 허용하도록 위치되고 틸팅될 수 있다. 이러한 위치로부터, 의사는 로봇 시스템(110) 뒤로부터 콘솔(1920)을 동작시키면서 콘솔(1920), 로봇 아암(112), 및/또는 환자를 관찰할 수 있다. 도시된 바와 같이, 콘솔(1920)은 또한 로봇 시스템(110)을 조작하고 안정시키는 것을 보조하기 위한 손잡이(1936)를 포함할 수 있다.

[0217] 예시적인 제어 시스템

[0218] 도 20은 하나 이상의 실시예에 따른, 도 1로부터의 제어 시스템(150)의 예시적인 상세 사항을 예시한다. 예시된 바와 같이, 제어 시스템(150)은 하기 컴포넌트, 장치, 모듈, 및/또는 유닛(본 명세서에서 "컴포넌트"로 지칭됨) 중 하나 이상을 개별적으로/독립적으로 그리고/또는 조합으로/집합적으로 포함할 수 있다: 제어 회로(2002), 데이터 저장소/메모리(2004), 하나 이상의 통신 인터페이스(2006), 하나 이상의 전력 공급 유닛(2008), 하나 이상의 입력/출력(I/O) 컴포넌트(2010), 및/또는 가동화부(2012)(예컨대, 캐스터 또는 다른 유형의 휠). 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 제어 시스템(150)의 컴포넌트들 중 하나 이상의 적어도 일부를 수용하거나 포함하도록 구성되고/되거나 치수설정된 하우징/인클로저를 포함할 수 있다. 이러한 예에서, 제어 시스템(150)은 하나 이상의 휠(2012)로 이동가능한 카트-기반 시스템으로서 예시된다. 일부 경우에, 적절한 위치에 도달한 후에, 하나 이상의 휠(2012)은 제어 시스템(150)을 제위치로 유지시키기 위해 휠 로크를 사용하여 움직이지 못하게 될 수 있다. 그러나, 제어 시스템(150)은 고정형 시스템으로서 구현되고, 다른 시스템/장치에 통합되고, 기타 등등일 수 있다.

[0219] 제어 시스템(150)의 소정 컴포넌트가 도 20에 예시되어 있지만, 도시되지 않은 추가 컴포넌트가 본 개시에 따른 실시예에 포함될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 일부 실시예에서, 소정의 예시된 컴포넌트가 생략될 수 있다. 제어 회로(2002)가 도 20의 도면에서 별개의 컴포넌트로서 예시되어 있지만, 제어 시스템(150)의 나머지 컴포넌트들 중 임의의 것 또는 전부가 제어 회로(2002) 내에 적어도 부분적으로 구현될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 즉, 제어 회로(2002)는 다양한 소자(능동 및/또는 수동), 반도체 재료 및/또는 면적, 층, 영역, 및/또는 그의 부분, 도체, 리드, 비아, 접속부 등을 포함할 수 있고, 여기서 제어 시스템(150) 및/또는 그의 부분(들)의 다른 컴포넌트들 중 하나 이상은 그러한 회로 컴포넌트/장치 내에/그에 의해 적어도 부분적으로 형성되고/되거나 구현될 수 있다.

[0220] 제어 시스템(150)의 다양한 컴포넌트는 제어 회로(2002)의 일부일 수 있거나 그렇지 않을 수 있는 소정의 접속 회로/장치/특징부를 사용하여 전기적으로 그리고/또는 통신가능하게 결합될 수 있다. 예를 들어, 접속 특징부(들)는 제어 시스템(150)의 다양한 컴포넌트/회로 중 적어도 일부의 장착 및/또는 상호접속을 용이하게 하도록 구성된 하나 이상의 인쇄 회로 보드를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 회로(2002), 데이터 저장소/메모리(2004), 통신 인터페이스(들)(1206), 전력 공급 유닛(들)(1208), 및/또는 I/O 컴포넌트(들)(1210) 중 둘 이상은 서로 전기적으로 그리고/또는 통신가능하게 결합될 수 있다.

[0221] 예시된 바와 같이, 메모리(2004)는 본 명세서에서 논의된 다양한 기능을 용이하게 하도록 구성된 위치결정 컴포넌트(2014), 사용자 인터페이스 컴포넌트(2016), 기구-구동 컴포넌트(2018), 및 교정 컴포넌트(2020)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 위치결정 컴포넌트(2014), 사용자 인터페이스 컴포넌트(2016), 기구-구동 컴포넌트(2018), 및/또는 교정 컴포넌트(2020)는 하나 이상의 동작을 수행하기 위해 제어 회로(2002)에 의해 실행가능한 하나 이상의 명령어를 포함할 수 있다. 많은 실시예가 제어 회로(2002)에 의해 실행가능한 하나 이상의 명령어를 포함하는 컴포넌트(2014 내지 2020)의 맥락에서 논의되지만, 컴포넌트들(2014 내지 2020) 중 임의의 것은 하나 이상의 주문형 집적 회로(ASIC), 하나 이상의 필드-프로그램가능 게이트 어레이(FPGA), 하나 이상의 프로그램-특정 표준 제품(ASSP), 하나 이상의 복합 프로그램가능 로직 장치(CPLD) 등과 같은, 하나 이상의 하드웨어

로직 컴포넌트로서 적어도 부분적으로 구현될 수 있다. 또한, 컴포넌트(2014 내지 2020)가 제어 시스템(150) 내에 포함되는 것으로 예시되어 있지만, 컴포넌트들(2014 내지 2020) 중 임의의 것은 로봇 시스템(110), 테이블(170), 또는 다른 장치/시스템과 같은 다른 장치/시스템 내에 적어도 부분적으로 구현될 수 있다. 유사하게, 제어 시스템(150)의 다른 컴포넌트들 중 임의의 것은 다른 장치/시스템 내에 적어도 부분적으로 구현될 수 있다.

[0222] 위치결정 컴포넌트(2014)는 의료 기구와 같은 물체의 위치 및/또는 배향을 결정하고/하거나 추적하기 위해 하나 이상의 위치결정 기법을 수행하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 위치결정 컴포넌트(2014)는 하나 이상의 의료 기구에 대한 위치/배향 데이터(2022)를 생성하기 위해 입력 데이터(예컨대, 의료 기구로부터의 센서 데이터, 환자의 해부학적 구조에 관한 모델 데이터, 환자의 위치 데이터, 수술전 데이터, 로봇 명령 및/또는 운동학 데이터 등)를 처리할 수 있다. 예에서, 위치/배향 데이터(2022)는 기준 프레임에 대한 하나 이상의 의료 기구의 위치 및/또는 배향을 나타낼 수 있다. 기준 프레임은 환자의 해부학적 구조, 알려진 물체(예컨대, EM 필드 발생기, 로봇 아암, 다른 의료 기구 등), 좌표계/좌표 공간, 제어 프레임 등에 대한 기준 프레임일 수 있다. 일부 구현예에서, 위치/배향 데이터(1220)는 의료 기구의 원위 단부(및/또는 일부 경우에 근위 단부)의 위치 및/또는 배향을 나타낼 수 있다.

[0223] 일부 실시예에서, 위치결정 컴포넌트(2014)는 물체의 위치 및/또는 배향을 결정하기 위해 수술전 데이터를 처리할 수 있다. 수술전 데이터(때때로 "매핑 데이터"로 지칭됨)는 저 선량 CT 스캔과 같은 컴퓨터 단층촬영(CT) 스캔을 수행함으로써 생성될 수 있다. 스캔으로부터의 수술전 CT 이미지는 3차원 이미지로 재구성될 수 있고, 이는 예컨대 환자의 내부 해부학적 구조의 컷어웨이 뷰(cutaway view)의 "슬라이스(slice)"로서 시각화된다. 전체적으로 분석될 때, 환자 폐 네트워크, 신장의 해부학적 구조 등과 같은 환자의 해부학적 구조의 해부학적 공동, 공간, 및/또는 구조에 대한 이미지-기반 모델이 생성될 수 있다. 중심선 기하학(center-line geometry)이 CT 이미지로부터 결정되고/되거나 근사화되어, 모델 데이터로 지칭되는(수술전 CT 스캔만을 사용하여 생성될 때 "수술전 모델 데이터"로도 지칭됨), 환자의 해부학적 구조의 3차원 볼륨(three-dimensional volume)을 개발할 수 있다. 네트워크 위상 모델(network topological model)이 또한 CT-이미지로부터 도출될 수 있다.

[0224] 또한, 일부 실시예에서, 위치결정 컴포넌트(2014)는 물체의 위치 및/또는 배향을 결정하기 위해 비전(vision)-기반 기법을 수행할 수 있다. 예를 들어, 의료 기구에는 비전 데이터의 형태로 센서 데이터를 제공하기 위해, 카메라, 거리 센서(때때로 "깊이 센서"로 지칭됨), 레이더 장치 등이 장착될 수 있다. 위치결정 컴포넌트(2014)는 의료 기구의 비전-기반 위치 추적을 용이하게 하기 위해 비전 데이터를 처리할 수 있다. 예를 들어, 수술전 모델 데이터는 의료 기구(예컨대, 내시경)의 컴퓨터 비전-기반 추적을 가능하게 하기 위해 비전 데이터와 함께 사용될 수 있다. 예에서, 수술전 모델 데이터를 사용하여, 제어 시스템(150)은 스크프의 예상 이동 경로에 기초하여 예상 내시경 이미지의 라이브러리(library)를 생성할 수 있고, 이때 각각의 이미지는 모델 내의 일정 위치에 링크된다. 수술중에, 이러한 라이브러리는, 스크프(예컨대, 내시경의 원위 단부에 있는 카메라)에서 캡처된 실시간 이미지 및/또는 다른 비전 데이터를 이미지 라이브러리 내의 것과 비교하여 위치결정을 보조하기 위해 제어 시스템(150)에 의해 참조될 수 있다.

[0225] 또한, 일부 실시예에서, 다른 유형의 비전-기반 기법이 물체의 위치 및/또는 배향을 결정하기 위해 수행될 수 있다. 예를 들어, 위치결정 컴포넌트(2014)는 이미지 센서(예컨대, 카메라 또는 다른 센서), 및 그에 따라, 이미지 센서와 연관된 의료 기구의 모션을 결정하기 위해 특징부 추적을 사용할 수 있다. 일부 경우에, 위치결정 컴포넌트(2014)는 해부학적 내강에 대응하는 수술전 모델 데이터 내의 원형 기하학적 구조를 식별하고 그들 기하학적 구조의 변화를 추적하여, 어느 해부학적 내강이 선택되었는지뿐만 아니라 의료 기구의 상대 회전 및/또는 병진 모션을 결정할 수 있다. 위상 맵(topological map)의 사용은 또한 비전-기반 알고리즘 또는 기법을 향상시킬 수 있다. 또한, 위치결정 컴포넌트(2014)는 비전 데이터 내의 비디오 시퀀스에서 이미지 픽셀의 변위 및/또는 병진을 분석하여 카메라 이동을 추정하기 위해 다른 컴퓨터 비전-기반 기법인 광학 흐름(optical flow)을 사용할 수 있다. 광학 흐름 기법의 예는 모션 검출(motion detection), 객체 분할 계산(object segmentation calculation), 휘도(luminance), 모션 보상 인코딩(motion compensated encoding), 스테레오 디스패리티 측정(stereo disparity measurement) 등을 포함할 수 있다. 다수의 반복에 걸쳐 다수의 프레임을 비교함으로써, 위치결정 컴포넌트(2014)는 이미지 센서(및 그에 따라 내시경)의 이동 및 위치를 결정할 수 있다.

[0226] 또한, 일부 실시예에서, 위치결정 컴포넌트(2014)는 물체의 위치 및/또는 배향을 결정하기 위해 전자기 추적을 사용할 수 있다. 예를 들어, 위치결정 컴포넌트(2014)는 수술전 모델 또는 다른 모델에 의해 표현될 수 있는, 환자의 해부학적 구조에 정합될 수 있는 좌표계/좌표 공간에서(그리고/또는 다른 의료 기구에 대한) 의료 기구의 실시간 위치를 결정하기 위해 실시간 EM 추적을 사용할 수 있다. EM 추적에서, 하나 이상의 센서 코일을 포

함하는 EM 센서(또는 추적기)는 의료 기구(예컨대, 스코프, 니들 등) 내에 하나 이상의 위치 및/또는 배향으로 내장될 수 있다. EM 센서는 알려진 위치에 위치된 하나 이상의 정적 EM 필드 발생기에 의해 생성된 EM 필드의 변화를 측정할 수 있다. EM 센서에 의해 검출된 위치 정보는 EM 데이터로서 저장될 수 있다. 위치결정 컴포넌트(2014)는 의료 기구와 같은 물체의 위치 및/또는 배향을 결정하기 위해 EM 데이터를 처리할 수 있다. EM 필드 발생기(또는 전송기)는 EM 센서가 검출할 수 있는 저 강도 자기장을 생성하기 위해 환자에 가깝게(예컨대, 사전결정된 거리 내에) 배치될 수 있다. 자기장은 EM 센서의 센서 코일 내에 소전류를 유도할 수 있고, 이는 EM 센서와 EM 필드 발생기 사이의 거리 및/또는 각도를 결정하기 위해 분석될 수 있다. 이들 거리 및/또는 배향은 좌표계 내의 단일 위치를 환자의 해부학적 구조의 수술전 모델 내의 위치와 정렬시키는 기하학적 변환을 결정하기 위해 수술중에 환자 해부학적 구조(예컨대, 수술전 모델)에 "정합될" 수 있다. 일단 정합되면, 의료 기구의 하나 이상의 위치(예컨대, 내시경, 니들 등의 원위 팁)에 있는 EM 센서(예컨대, 내장된 EM 추적기)는 환자의 해부학적 구조를 통한 의료 기구의 위치 및/또는 배향의 실시간 표시를 제공할 수 있다.

[0227] 추가적으로 또는 대안적으로, 일부 실시예에서, 위치결정 컴포넌트(2014)는 물체의 위치 및/또는 배향을 결정하기 위해 로봇 명령 및/또는 운동학 데이터를 사용할 수 있다. 로봇 명령 및/또는 운동학 데이터는 수술전 교정 동안 및/또는 절차 동안 사용되는 것과 같은 관절운동 명령으로부터 생성되는 로봇 아암의 위치/배향(예컨대, 피치, 요 등)을 나타낼 수 있다. 예에서, 위치결정 컴포넌트(2014)는 로봇 아암에 부착된 의료 기구의 위치/배향을 결정하기 위해 로봇 아암의 위치/배향을 나타내는 데이터를 사용할 수 있다. 예를 들어, 카테터에 부착된 로봇 아암의 위치/배향, 카테터를 제어하도록 송신된 명령, 및/또는 카테터의 특성(들)(예컨대, 카테터의 길이, 카테터의 성능 등)에 기초하여, 위치결정 컴포넌트(2014)는 카테터의 위치/배향을 결정/추정할 수 있다. 또한, 예에서, 위치결정 컴포넌트(2014)는 의료 기구를 제어하기 위한 명령, 거리를 나타내는 의료 기구 상의 마킹 등에 기초하여, 의료 기구가 예컨대 환자 내에서 얼마나 멀리 삽입/후퇴되었는지를 결정하기 위해 로봇 명령 데이터를 사용할 수 있다. 일부 수술중 실시예에서, 교정 측정치는 알려진 삽입 깊이 정보와 조합하여 사용되어 의료 기구의 위치 및/또는 배향을 추정할 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 이들 계산치는 EM, 비전, 및/또는 위상 모델링과 조합하여 분석되어 의료 기구의 위치 및/또는 배향을 추정할 수 있다.

[0228] 또한, 일부 실시예에서, 위치결정 컴포넌트(2014)는 물체의 위치 및/또는 배향을 결정하기 위해 다른 유형의 데이터를 사용할 수 있다. 예를 들어, 위치결정 컴포넌트(2014)는 의료 기구 상에 내장된, 형상 감지 섬유(예컨대, 이는 의료 기구의 위치/형상에 관한 형상 데이터를 제공할 수 있음), 가속도계, 자이로스코프, 위성-기반 위치확인 센서(예컨대, GPS(global positioning system)), 무선-주파수 송수신기 등으로부터의 센서 데이터를 분석할 수 있다. 그러한 데이터는 의료 기구의 위치 및/또는 배향을 나타낼 수 있다.

[0229] 일부 실시예에서, 위치결정 컴포넌트(2014)는 입력 데이터를 조합하여 사용할 수 있다. 예를 들어, 위치결정 컴포넌트(2014)는 신뢰도 가중치가 다수의 형태의 입력 데이터로부터 결정된 위치/배향에 할당되는 확률적 접근법을 사용할 수 있다. 예시하기 위해, EM 데이터가 (EM 간섭이 있는 경우일 수 있는 바와 같이) 신뢰할 수 없다면, EM 데이터는 비교적 낮은 신뢰도 값과 연관될 수 있고, 비전 데이터, 로봇 명령 및 운동학 데이터 등과 같은 다른 형태의 입력 데이터가 의존될 수 있다.

[0230] 사용자 인터페이스 컴포넌트(2016)는 하나 이상의 사용자 인터페이스("하나 이상의 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)"로도 지칭됨)를 용이하게 하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 사용자 인터페이스 컴포넌트(2016)는 도 7의 인터페이스(702), 도 11 및 도 12의 인터페이스(1102) 등과 같은, 본 명세서에서 논의된 인터페이스들 중 하나 이상을 표현하는 사용자 인터페이스 데이터를 생성할 수 있다. 사용자 인터페이스 컴포넌트(2016)는 의료 기구를 구동하고/하거나 제어 스킴을 교정하는 것을 보조하기 위해 하나 이상의 시각화 또는 다른 정보를 제시할 수 있다. 예에서, 사용자 인터페이스 컴포넌트(2016)는 스코프에 의해 캡처된 이미지 데이터의 시각적 표현을 생성할 수 있다. 사용자 인터페이스 컴포넌트(2016)는 정보의 디스플레이를 위해 하나 이상의 디스플레이(156) 및/또는 다른 디스플레이(들)에 사용자 인터페이스 데이터 또는 다른 데이터를 제공할 수 있다.

[0231] 기구-구동 컴포넌트(2018)는 의료 기구를 구동하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 기구-구동 컴포넌트(2018)는 I/O 장치(들)(156)로부터의 방향 입력 신호를 처리하고, 의료 기구에 관한 위치 또는 배향 데이터(2022)를 처리하고, 제어 신호를 생성하고, 로봇 시스템(110)에 연결된 기구(들)의 이동을 제어하기 위해 로봇 시스템(110)에 제어 신호를 송신하는 등을 위해 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 기구-구동 컴포넌트(2018)는 다른 의료 기구의 시점으로부터의 의료 기구의 구동을 용이하게 할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 기구-구동 컴포넌트(2018)는 의사가 의료 기구를 구동하는 것을 보조하기 위해, 직접 제어 모드, 반전 제어 모드 등과 같은 하나 이상의 구동/제어 모드를 용이하게 할 수 있다.

- [0232] 교정 컴포넌트(2020)는 의료 기구에 대한 제어 스킴/기준 제어 프레임워크를 교정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 교정 컴포넌트(2020)는 스코프의 원위 단부에 대한 카테터의 원위 단부의 배향과 같은, 제2 기구에 대한 제1 기구의 배향을 결정할 수 있다. 일부 실시예에서, 사용자 인터페이스 컴포넌트(2016)는 의사가 카테터의 배향을 식별할 수 있게 하도록 제2 기구의 시점으로부터 제1 기구를 묘사하는 이미지 데이터 및 하나 이상의 인터페이스 요소를 가진 사용자 인터페이스를 제공할 수 있다. 교정 컴포넌트(2020)는 서로에 대한 기구들의 배향을 식별하기 위해 의사로부터의 입력을 처리할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 교정 컴포넌트(2020)는 서로에 대한 기구들의 배향을 식별하기 위해 제1/제2 기구로부터의 이미지 데이터 및/또는 다른 센서 데이터를 분석할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 서로에 대한 기구들의 배향을 식별하기 위해 다른 기법이 사용될 수 있다. 기구의 배향에 기초하여, 교정 컴포넌트(2020)는 제1/제2 기구를 제어하는 것과 연관된 제어 스킴을 조정한다.
- [0233] 도 20에 예시되지 않지만, 일부 실시예에서, 데이터 저장소(2004)는 인간 해부학적 구조 및/또는 좌표 공간/좌표계 내의 표적 위치의 위치를 결정하도록 구성된 표적 컴포넌트를 포함할 수 있다. 표적 위치는 인간 해부학적 구조 및/또는 좌표 공간/좌표계 내의 지점/지점 세트를 표현할 수 있다. 예를 들어, 표적 컴포넌트는 좌표계 내의 표적 위치에 대한 하나 이상의 지점을 식별하고, 하나 이상의 지점에 대한 좌표(예컨대, 각각의 지점에 대한 X, Y, Z 좌표)를 식별하고, 좌표를 표적 위치와 연관시킬 수 있다. 일부 실시예에서, 표적 컴포넌트는 표적 위치의 위치를 결정하기 위해 의료 기구의 위치 및/또는 배향을 사용할 수 있다. 예를 들어, 스코프는 표적 위치와 접촉하거나 표적 위치에 대한 근접성 내에 있도록(예컨대, 표적 위치의 전방에 파킹됨) 내비게이션될 수 있다. 위치결정 컴포넌트(2014)는 스코프의 위치(예컨대, 스코프의 단부의 위치) 및/또는 스코프의 시야 내의 물체의 위치를 결정하기 위해 위치결정 기법을 사용할 수 있다. 표적 컴포넌트는 스코프의 위치(예컨대, 스코프의 좌표)를 표적 위치와 연관시킬 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 일부 실시예에서, 스코프는 표적 위치를 마킹하기 위한 기준점을 전달할 수 있고, 기준점의 위치가 결정될 수 있다.
- [0234] 표적 위치는 인간 해부학적 구조 및/또는 좌표 공간/좌표계 내의 고정된 또는 이동가능한 지점(들)을 표현할 수 있다. 예를 들어, 유두가 초기에 표적 위치로서 지정되는 경우, 절차가 진행되고 유두가 (예컨대, 의료 기구의 삽입으로 인해) 이동함에 따라, 표적 위치에 대한 좌표가 결정되고 업데이트될 수 있다. 여기서, (유두에 대한 근접성 내에 있을 수 있는) 스코프의 위치는 시간 경과에 따라 추적되고, 표적 위치의 좌표를 업데이트하는 데 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 표적 컴포넌트는 표적 위치의 위치를 추정/예측할 수 있다. 여기서, 표적 위치는 예측된 위치로 표현될 수 있다. 예를 들어, 표적 컴포넌트는 인간 해부학적 구조가 이동함에 따라 표적 위치의 좌표를 예측하기 위해 알고리즘을 사용할 수 있다. 예측된 좌표는 표적 궤적을 결정하는 데 사용될 수 있다.
- [0235] 하나 이상의 통신 인터페이스(2006)는 하나 이상의 장치/센서/시스템과 통신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 통신 인터페이스(2006)는 네트워크를 통해 무선 및/또는 유선 방식으로 데이터를 송신/수신할 수 있다. 본 개시의 실시예에 따른 네트워크는 근거리 통신망(LAN), 광역 통신망(WAN)(예컨대, 인터넷), 개인 영역 네트워크(PAN), 인체 영역 네트워크(BAN) 등을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 통신 인터페이스(2006)는 블루투스, Wi-Fi, 근접 무선 통신(NFC) 등과 같은 무선 기술을 구현할 수 있다.
- [0236] 하나 이상의 전력 공급 유닛(2008)은 제어 시스템(150)(및/또는 일부 경우에, 로봇 시스템(110))을 위한 전력을 관리하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 전력 공급 유닛(2008)(및/또는 임의의 다른 전력 공급 유닛)은 리튬-기반 배터리, 납-산 배터리, 알칼리 배터리, 및/또는 다른 유형의 배터리와 같은 하나 이상의 배터리를 포함할 수 있다. 즉, 하나 이상의 전력 공급 유닛(2008)은 전원을 제공하고/하거나 전력 관리 기능을 제공하도록 구성된 하나 이상의 장치 및/또는 회로를 포함할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 하나 이상의 전력 공급 유닛(2008)은 교류(AC) 또는 직류(DC) 주 전원에 결합되도록 구성된 주 전력 커넥터를 포함한다.
- [0237] 하나 이상의 I/O 컴포넌트(2010)는 입력을 수신하고/하거나 출력을 제공하기 위한, 예컨대 사용자와 인터페이스하기 위한 다양한 컴포넌트를 포함할 수 있다. 하나 이상의 I/O 컴포넌트(2010)는 터치, 음성, 제스처, 또는 임의의 다른 유형의 입력을 수신하도록 구성될 수 있다. 예에서, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(2010)는 장치/시스템의 제어에 관한 입력을 제공하기 위해, 예컨대 로봇 시스템(110)을 제어하고, 로봇 시스템(110)에 부착된 의료 기구를 내비게이션하고, 테이블(170)을 제어하고, 형광투시법 장치를 제어하는 등을 위해 사용될 수 있다. 도시된 바와 같이, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(2010)는 데이터를 디스플레이하도록 구성된 하나 이상의 디스플레이(152)(때때로 "하나 이상의 디스플레이 장치(152)"로 지칭됨)를 포함할 수 있다. 하나 이상의 디스플레이(152)는 하나 이상의 액정 디스플레이(LCD), 발광 다이오드(LED) 디스플레이, 유기 LED 디스플레이, 플라즈마 디스플레이, 전자 종이 디스플레이, 및/또는 임의의 다른 유형(들)의 기술을 포함할 수 있다. 일부

실시예에서, 하나 이상의 디스플레이(152)는 입력을 수신하고/하거나 데이터를 디스플레이하도록 구성된 하나 이상의 터치스크린을 포함한다. 또한, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(2010)는 터치스크린, 터치 패드, 제어기, 마우스, 키보드, 웨어러블 장치(예컨대, 광학 머리-장착식 디스플레이), 가상 또는 증강 현실 장치(예컨대, 머리-장착식 디스플레이) 등을 포함할 수 있는 하나 이상의 I/O 장치/제어부(156)를 포함할 수 있다. 추가적으로, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(2010)는 오디오 신호에 기초하여 소리를 출력하도록 구성된 하나 이상의 스피커(2024) 및/또는 소리를 수신하고 오디오 신호를 생성하도록 구성된 하나 이상의 마이크(2026)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(2010)는 콘솔을 포함하거나 콘솔로서 구현된다.

[0238] 도 20에 도시되지 않지만, 제어 시스템(150)은 의료 기구(예컨대, 스코프), 의료 기구를 통해 전개될 수 있는 장치 등에 제어된 관주 및/또는 흡인 능력을 제공하기 위해 하나 이상의 펌프, 유량계, 밸브 제어부, 및/또는 유체 접근 컴포넌트와 같은 다른 컴포넌트를 포함하고/하거나 제어할 수 있다. 일부 실시예에서, 관주 및/또는 흡인 능력은 별개의 케이블(들)을 통해 의료 기구로 직접 전달될 수 있다. 또한, 제어 시스템(150)은 로봇 시스템(110)과 같은 다른 장치에 필터링되고/되거나 보호된 전력을 제공하도록 설계된 전압 및/또는 서지(surge) 보호기를 포함하여, 로봇 시스템(110) 내에 전력 변압기 및 다른 보조 전력 컴포넌트를 배치하는 것을 회피하여, 더 작고 더 이동가능한 로봇 시스템(110)을 생성할 수 있다.

[0239] 제어 시스템(150)은 또한 의료 시스템(100) 전체에 걸쳐 전개된 센서에 대한 지원 장비를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 광학 센서 및/또는 카메라로부터 수신된 데이터를 검출, 수신, 및/또는 처리하기 위한 광-전자 장비를 포함할 수 있다. 그러한 광-전자 장비는 제어 시스템(150)을 포함하여, 임의의 수의 장치/시스템에 표시하기 위한 실시간 이미지를 생성하는 데 사용될 수 있다. 유사하게, 제어 시스템(150)은 전개된 전자기(EM) 센서로부터 수신되는 신호를 수신하고/하거나 처리하기 위한 전자 서브시스템을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 또한 의료 기구 내의 또는 그 상의 EM 센서에 의한 검출을 위한 EM 필드 발생기를 수용하고 위치시키는 데 사용될 수 있다.

[0240] 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 하나 이상의 케이블 또는 연결부(도시되지 않음)를 통해 로봇 시스템(110), 테이블(170), 의료 기구 등에 결합될 수 있다. 일부 구현예에서, 제어 시스템(150)으로부터의 지원 기능은 단일 케이블을 통해 제공되어, 수술실을 간소화하고 정리할 수 있다. 다른 구현예에서, 특정 기능은 별개의 케이블류(cabling) 및 연결부로 결합될 수 있다. 예를 들어, 전력이 단일 전력 케이블을 통해 제공될 수 있지만, 제어부, 광학계, 유체장치, 및/또는 내비게이션에 대한 지원은 별개의 케이블을 통해 제공될 수 있다.

[0241] 용어 "제어 회로"(예컨대, 제어 회로(1902), 제어 회로(2002), 및/또는 임의의 다른 제어 회로)는 그의 넓고 통상적인 의미에 따라 본 명세서에 사용되고, 하나 이상의 프로세서, 처리 회로, 처리 모듈/유닛, 칩, 다이(예컨대, 하나 이상의 능동 및/또는 수동 소자 및/또는 접속 회로를 포함하는 반도체 다이), 마이크로프로세서, 마이크로-제어기, 디지털 신호 프로세서, 마이크로컴퓨터, 중앙 처리 유닛, 그래픽 처리 유닛, 필드 프로그램가능 게이트 어레이, 프로그램가능 로직 장치, 상태 기계(예컨대, 하드웨어 상태 기계), 로직 회로, 아날로그 회로, 디지털 회로, 및/또는 회로 및/또는 동작 명령어의 하드 코딩에 기초하여 신호(아날로그 및/또는 디지털)를 조작하는 임의의 장치의 임의의 집합을 지칭할 수 있다. 제어 회로는 단일 메모리 장치, 복수의 메모리 장치, 및/또는 장치의 내장 회로로 구현될 수 있는 하나 이상의 저장 장치를 추가로 포함할 수 있다. 그러한 데이터 저장소는 관독-전용 메모리, 랜덤 액세스 메모리, 휘발성 메모리, 비-휘발성 메모리, 정적 메모리, 동적 메모리, 플래시 메모리, 캐시 메모리, 데이터 저장 레지스터, 및/또는 디지털 정보를 저장하는 임의의 장치를 포함할 수 있다. 제어 회로가 하드웨어 상태 기계(및/또는 소프트웨어 상태 기계로 구현됨), 아날로그 회로, 디지털 회로, 및/또는 로직 회로를 포함하는 실시예에서, 임의의 연관된 동작 명령어를 저장하는 데이터 저장 장치(들)/레지스터(들)는 상태 기계, 아날로그 회로, 디지털 회로, 및/또는 로직 회로를 포함하는 회로에 내장되거나 회로 외부에 있을 수 있다는 것에 유의하여야 한다.

[0242] 용어 "메모리"는 그의 넓고 통상적인 의미에 따라 본 명세서에 사용되고, 임의의 적합한 또는 바람직한 유형의 컴퓨터-관독가능 매체를 지칭할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터-관독가능 매체는 임의의 적합한 또는 바람직한 컴퓨터-관독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 다른 유형의 데이터를 포함하는, 임의의 기술, 레이아웃, 및/또는 데이터 구조(들)/프로토콜을 사용하여 구현되는 하나 이상의 휘발성 데이터 저장 장치, 비-휘발성 데이터 저장 장치, 제거가능 데이터 저장 장치, 및/또는 제거불가능 데이터 저장 장치를 포함할 수 있다.

[0243] 본 개시의 실시예에 따라 구현될 수 있는 하나 이상의 컴퓨터-관독가능 매체는 상변화 메모리, 정적 랜덤-액세스 메모리(SRAM), 동적 랜덤-액세스 메모리(DRAM), 다른 유형의 랜덤 액세스 메모리(RAM), 관독-전용 메모리(ROM), 전기적 소거가능 프로그램가능 관독-전용 메모리(EEPROM), 플래시 메모리 또는 다른 메모리 기술, 콤팩

트 디스크 판독-전용 메모리(CD-ROM), 디지털 다기능 디스크(DVD) 또는 다른 광학 저장소, 자기 카세트, 자기 테이프, 자기 디스크 저장소 또는 다른 자기 저장 장치, 또는 컴퓨팅 장치에 의한 액세스를 위해 정보를 저장하는 데 사용될 수 있는 임의의 다른 비-일시적 매체를 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 소정의 맥락에서 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 컴퓨터-판독가능 매체는 일반적으로 변조된 데이터 신호 및 반송파와 같은 통신 매체를 포함하지 않을 수 있다. 이와 같이, 컴퓨터-판독가능 매체는 일반적으로 비-일시적 매체를 지칭하는 것으로 이해되어야 한다.

[0244] 예시적인 I/O 장치

[0245] 도 21a 및 도 21b는 하나 이상의 실시예에 따른, 제어기(2102)의 예시적인 상세 사항을 예시한다. 예에서, 제어 시스템(150)의 I/O 장치(들)(156) 및/또는 본 명세서에서 논의된 다른 I/O 장치는 제어기(2102)로서 구현된다. 그러나, I/O 장치(들)(156)는 다른 유형의 장치로서 구현될 수 있다. 도 21a 및 도 21b는 소정 실시예에 따른, 제어기(2102)의 각각 사시도 및 측면도를 예시한다.

[0246] 제어기(2102)는, 예컨대 하나 이상의 조이스틱(2104, 2106) 및/또는 하나 이상의 방향 패드(2108)를 통해, 축 이동 입력을 수신할/용이하게 할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 의료 기구를 제어하기 위한 방향 입력을 제공하기 위해 하나 이상의 조이스틱(2104, 2106)(및/또는, 일부 경우에, 하나 이상의 방향 패드(2108))을 조작할 수 있다. 일부 실시예에서, 조이스틱(2104, 2106)은 아날로그 입력을 제공하는 한편, 방향 패드(2108)는 디지털 입력을 제공한다. 그러나, 조이스틱(2104, 2106) 및/또는 방향 패드(2108) 중 임의의 것이 아날로그 및/또는 디지털 입력을 제공할 수 있다. 예에서, 하나 이상의 방향 패드(2108)를 통해 수신된 입력은 사용자 인터페이스를 제어하는 데 사용될 수 있는 한편, 하나 이상의 조이스틱(2104, 2106)을 통해 수신된 입력은 의료 기구의 이동을 제어하는 데 사용될 수 있다. 제어기(2102)는 추가 제어 입력을 제공하기 위해 복수의 버튼(2110)을 추가로 포함할 수 있다. 도 21b에 예시된 예에서, 제어기(2102)는 제어기의 측부 상에 4개의 버튼을 포함한다: R1(2112), R2(2114), L1(2116), 및 L2(2118). 다른 실시예는 상이한 수의 버튼 및/또는 상이한 레이아웃을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어기(2102)는 제어 시스템(150)과 함께 작동하도록 용도가 변경된 게임-유형 콘솔 제어기일 수 있다(그리고/또는 게임-유형 콘솔 제어기와 유사함). 예를 들어, 제어기 게임 폼웨어는 의료 장치 폼웨어로 덮어쓰기될 수 있고/있거나 입력 장치 관리자(input device manager)가 제어기(2102)로부터의 입력을 로봇 시스템(110)에 의해 이해될 수 있는 입력으로 변환하기 위해 의료 시스템(100)의 컴포넌트(예컨대, 제어 시스템(150))에 설치될 수 있다.

[0247] 제어기(2102)는 의료 기구를 제어/구동하기 위한 입력을 수신하도록 구현될 수 있다. 예를 들어, 조이스틱(2104, 2104)은 의료 기구를 이동시킬 방향(예컨대, 우측, 좌측, 대각선, 상향, 하향, 삽입, 후퇴 등)을 나타내는 방향 입력을 수신할 수 있다. 예시하기 위해, 사용자는, 위에서 논의된 바와 같이, 카테터/스코프가 제어 프레임에 대해 (제어 모드에 따라 수 있는) 좌측/우측 방향으로 이동하게 하도록 조이스틱(2106)을 좌측/우측으로 틸팅시킬 수 있다. 다른 예에서, 사용자는 카테터/스코프가 (제어 모드에 따라) 삽입/후퇴되게 하도록 조이스틱(2104)을 도 21a에 대해 전방/후방으로 누를/틸팅시킬 수 있다. 소정 제어가 소정 기능에 매핑되는 것으로 논의되지만, 제어기(2102)는 다양한 다른 방식으로 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 제어기(2102)는 제어기(2102) 상에서의 특정 제어에 대한 기능의 할당을 허용하는 사용자 인터페이스로 맞춤화될 수 있다.

[0248] 일부 실시예에서, 제어기(2102)는 상이한 의료 기구들 사이의 전환을 용이하게 하도록 제어부(예컨대, 제어부들(2104 내지 2118) 및/또는 다른 제어부들 중 하나 이상)를 구현할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 스코프를 구동하는 것으로부터 카테터를 구동하는 것으로 전환하도록 버튼들(2110) 중 하나를 선택할 수 있다. 또한, 제어기(2102)는 직접 제어 모드, 반전 제어 모드 등과 같은, 의료 기구(들)에 대한 제어/구동 모드들 사이에서 전환하기 위한 제어를 구현할 수 있다. 또한, 제어기(2102)는 구동 인터페이스, 교정 인터페이스와 같은 특정 인터페이스에 내비게이션하기 위한 제어를 구현할 수 있다.

[0249] 추가 실시예

[0250] 실시예에 따라, 본 명세서에 기술된 프로세스들 또는 알고리즘들 중 임의의 것의 소정의 동작, 이벤트, 또는 기능은 상이한 시퀀스로 수행될 수 있고, 추가되거나, 병합되거나, 완전히 생략될 수 있다. 따라서, 소정 실시예에서, 프로세스의 실행을 위해 모든 기술된 동작 또는 이벤트가 필요하지는 않다.

[0251] 구체적으로 달리 언급되지 않는 한 또는 사용된 바와 같은 맥락 내에서 달리 이해되지 않는 한, 본 명세서에 사용되는 조건부 언어, 예컨대, 그 중에서도, "할 수 있다", "할 수 있을 것이다", "할 수도 있을 것이다", "할 수도 있다", "예컨대" 등은 그의 통상적인 의미로 의도되고 일반적으로, 소정 실시예가 소정 특징부, 요소 및/

또는 단계를 포함하는 반면, 다른 실시예가 소정 특징부, 요소 및/또는 단계를 포함하지 않음을 전달하도록 의도된다. 따라서, 그러한 조건부 언어는 일반적으로, 특징부, 요소 및/또는 단계가 임의의 특정 실시예에 포함되는지 또는 임의의 특정 실시예에서 수행될 것인지 여부를, 입안자 입력 또는 추구를 가지고 또는 이를 가짐이 없이, 결정하기 위한 로직을 하나 이상의 실시예가 필연적으로 포함한다는 것, 또는 이들 특징부, 요소, 및/또는 단계가 하나 이상의 실시예에 대해 요구되는 임의의 방식으로 있다는 것을 의미하도록 의도되지 않는다. 용어 "포함하는", "구비하는", "갖는" 등은 동의어이고, 그들의 통상적인 의미로 사용되고, 포괄적으로 개방형 방식으로 사용되며, 추가의 요소, 특징부, 동작, 작동 등을 배제하지 않는다. 또한, 용어 "또는"은 그의 포괄적인 의미로 사용되어(그리고 그의 배타적인 의미로 사용되지 않음), 예를 들어 요소의 목록을 연결하기 위해 사용될 때, 용어 "또는"이 목록 내의 요소들 중 하나, 일부, 또는 전부를 의미하도록 한다. 구체적으로 달리 언급되지 않는 한, 어구 "X, Y, 및 Z 중 적어도 하나"와 같은 접속 언어는, 항목, 용어, 요소 등이 X, Y, 또는 Z 일 수 있음을 전달하는 데 일반적으로 사용되는 바와 같은 맥락으로 이해된다. 따라서, 그러한 접속 언어는 일반적으로, 소정 실시예가 각각 존재하기 위해 X 중 적어도 하나, Y 중 적어도 하나, 및 Z 중 적어도 하나를 필요로 한다는 것을 의미하도록 의도되지 않는다.

[0252] 실시예의 위의 설명에서, 다양한 특징부가 때때로 본 개시를 간소화하고 다양한 태양들 중 하나 이상의 이해를 돕기 위해 단일 실시예, 도면, 또는 그의 설명에서 함께 그룹화된다는 것이 인식되어야 한다. 그러나, 본 개시의 이러한 방법은 임의의 청구항이 그러한 청구항에서 명백하게 인용되는 것보다 많은 특징부를 필요로 한다는 의도를 반영하는 것으로 해석되지 않아야 한다. 또한, 본 명세서의 특정 실시예에서 예시되고/되거나 기술된 임의의 컴포넌트, 특징부, 또는 단계는 임의의 다른 실시예(들)에 적용되거나 그와 함께 사용될 수 있다. 또한, 컴포넌트, 특징부, 단계, 또는 컴포넌트, 특징부, 또는 단계의 그룹이 각각의 실시예에 필요하거나 필수적이지는 않다. 따라서, 본 명세서에서 개시되고 아래에 청구된 본 개시의 범주는 전술된 특정 실시예에 의해 제한되어야 하는 것이 아니라, 하기의 청구범위의 타당한 관독에 의해서만 결정되어야 하는 것으로 의도된다.

[0253] 소정의 서수 용어(예컨대, "제1" 또는 "제2")는 참조의 용이함을 위해 제공될 수 있고 반드시 물리적 특성 또는 순서를 의미하지는 않는다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 구조물, 컴포넌트, 동작 등과 같은 요소를 변형시키는 데 사용되는 서수 용어(예컨대, "제1", "제2", "제3" 등)는 반드시 임의의 다른 요소에 대한 그러한 요소의 우선 순위 또는 순서를 나타내는 것이 아니라, 오히려 일반적으로 유사하거나 동일한 명칭을 갖는(그러나 서수 용어의 사용을 위한) 다른 요소로부터 그러한 요소를 구별할 수 있다. 또한, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 부정 관사("a" 및 "an")는 "하나"보다는 "하나 이상"을 나타낼 수 있다. 또한, 조건 또는 이벤트에 "기초하여" 수행되는 동작은 또한 명시적으로 언급되지 않은 하나 이상의 다른 조건 또는 이벤트에 기초하여 수행될 수 있다.

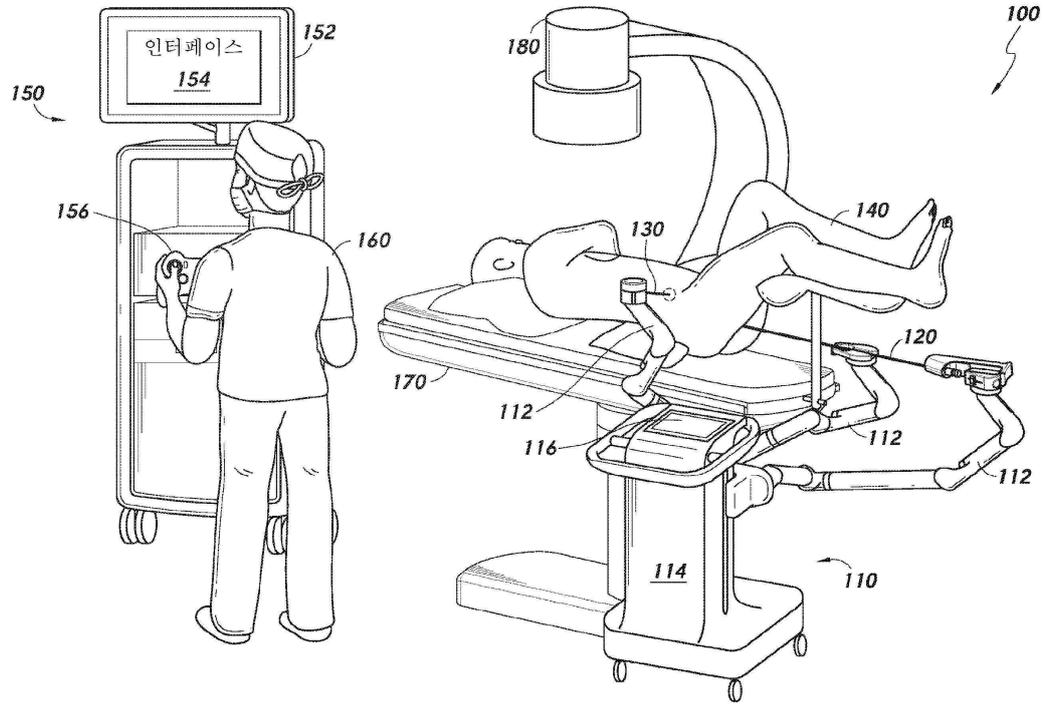
[0254] 달리 정의되지 않는 한, 본 명세서에 사용되는 모든 용어(기술 및 과학 용어 포함)는 예시적인 실시예가 속하는 분야의 당업자가 일반적으로 이해하는 것과 동일한 의미를 갖는다. 통상적으로 사용되는 사전에 정의된 것과 같은 용어가 관련 기술의 맥락에서의 그들의 의미와 일관되는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하고, 본 명세서에서 명확히 그렇게 정의되지 않는 한 이상화된 또는 과도하게 공식적인 의미로 해석되지 않아야 한다는 것이 또한 이해되어야 한다.

[0255] 공간적으로 상대적인 용어 "외측", "내측", "상부", "하부", "아래", "위", "수직", "수평" 및 유사한 용어는 도면에 예시된 바와 같이 하나의 요소 또는 컴포넌트와 다른 요소 또는 컴포넌트 사이의 관계를 기술하기 위한 설명의 용이함을 위해 본 명세서에서 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시된 배향에 더하여 사용 또는 동작 시에 장치의 상이한 배향을 포함하도록 의도된다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 도면에 도시된 장치가 뒤집힌 경우, 다른 장치 "아래" 또는 "밑"에 위치된 장치는 다른 장치 "위"에 배치될 수 있다. 따라서, 예시적인 용어 "아래"는 하부 및 상부 위치 둘 모두를 포함할 수 있다. 장치는 또한 다른 방향으로 배향될 수 있고, 따라서 공간적으로 상대적인 용어는 배향에 따라 상이하게 해석될 수 있다.

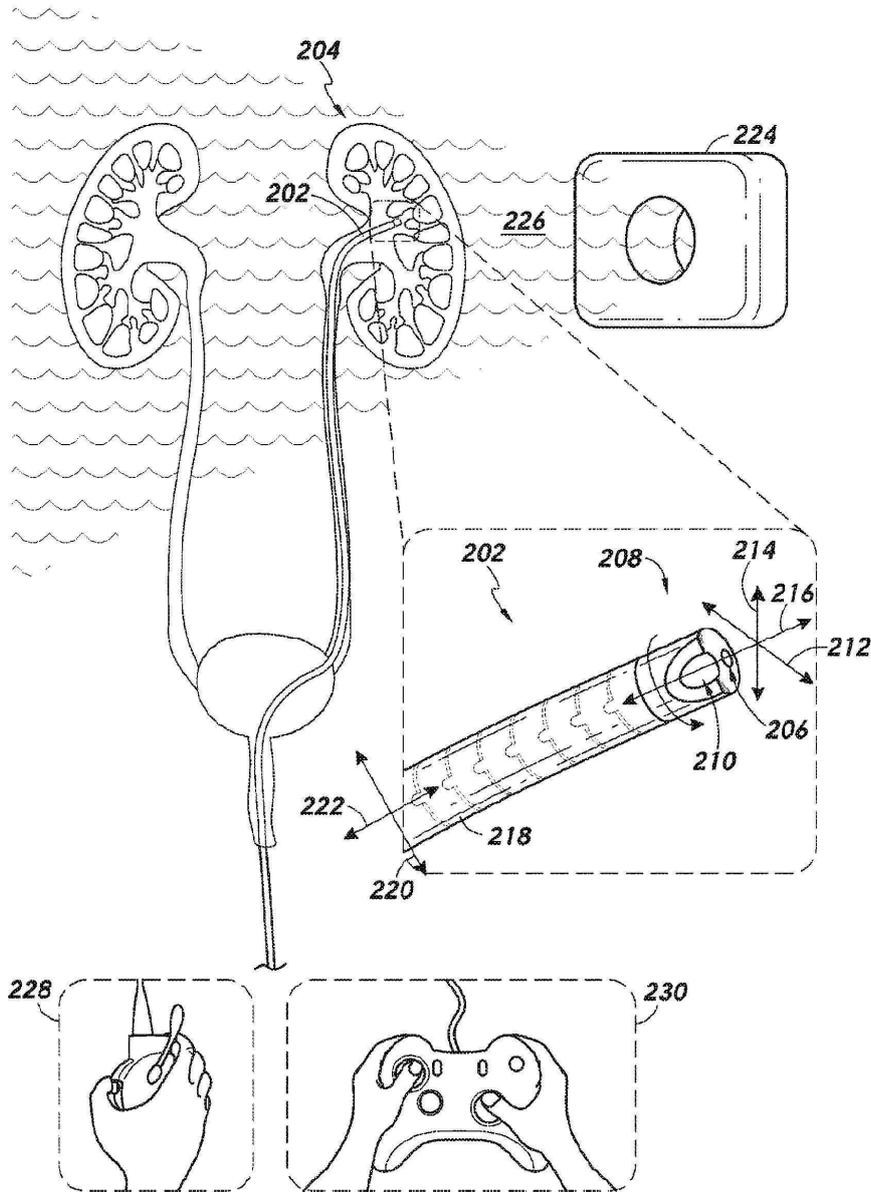
[0256] 달리 명시적으로 언급되지 않는 한, "더 적은", "더 많은", "더 큰" 등과 같은 비교적인 및/또는 정량적인 용어는 균등의 개념을 포함하도록 의도된다. 예를 들어, "더 적은"은 가장 엄격한 수학적 의미에서 "더 적은"뿐만 아니라, "더 적거나 같은"을 의미할 수 있다.

도면

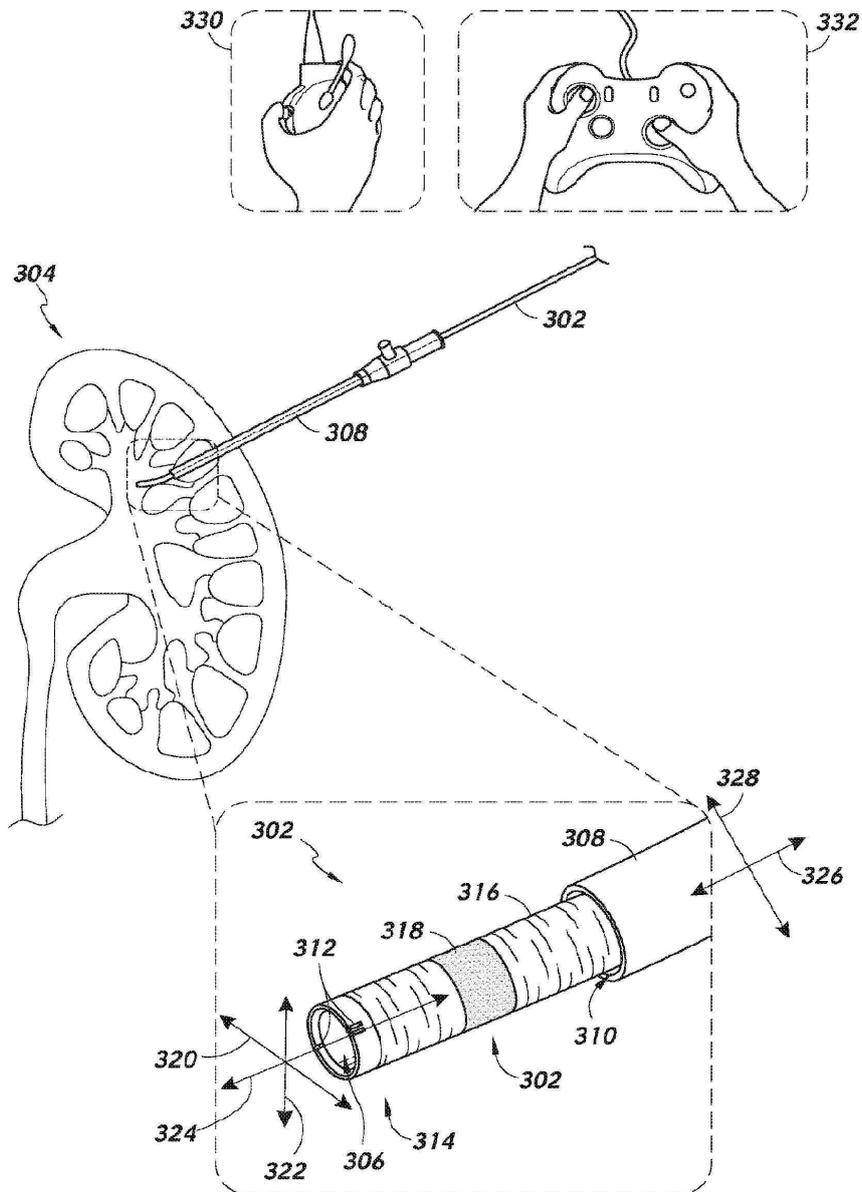
도면1



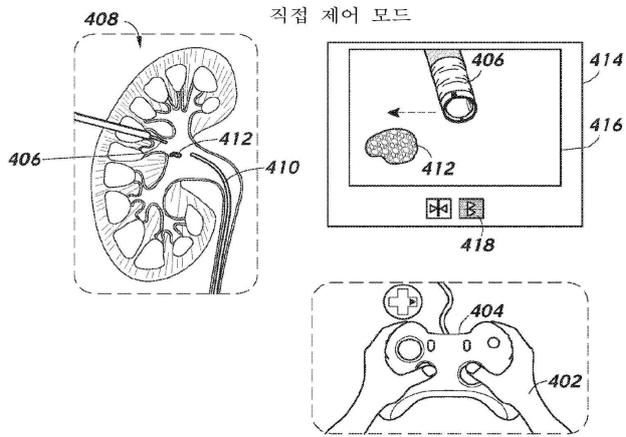
도면2



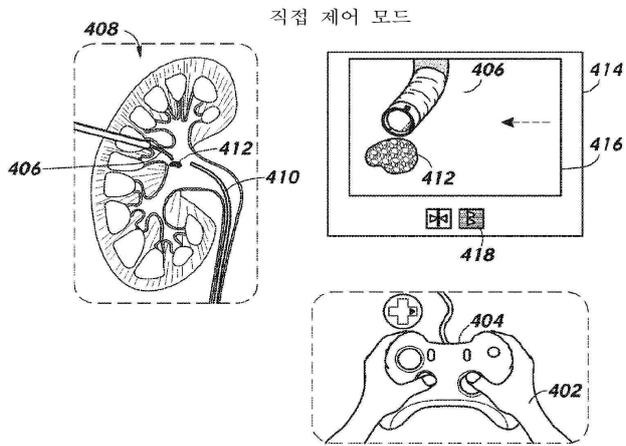
도면3



도면4

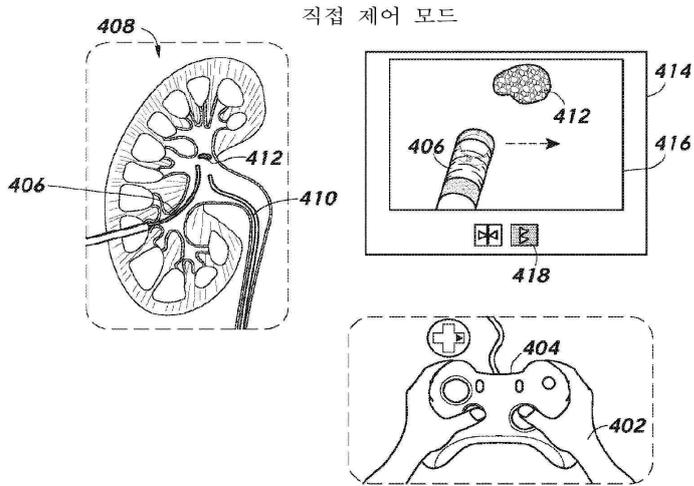


도 4-1

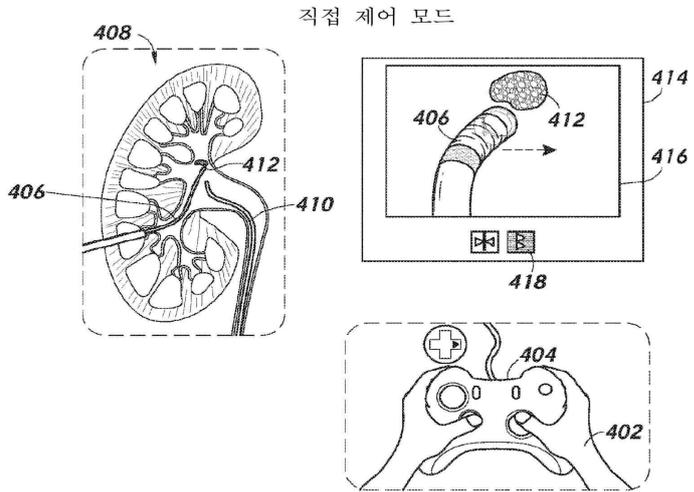


도 4-2

도면5

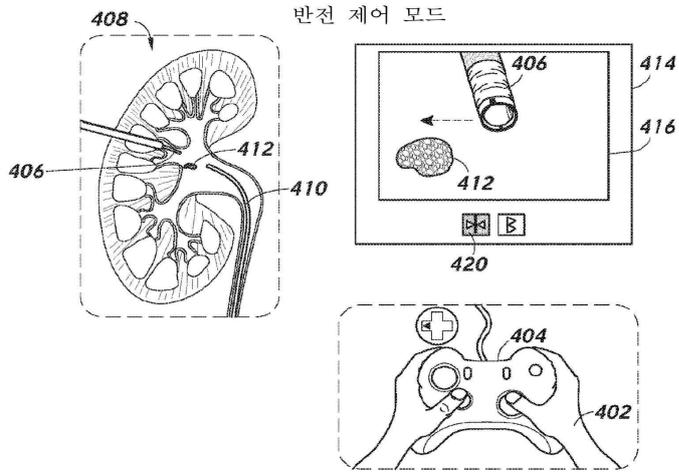


도 5-1

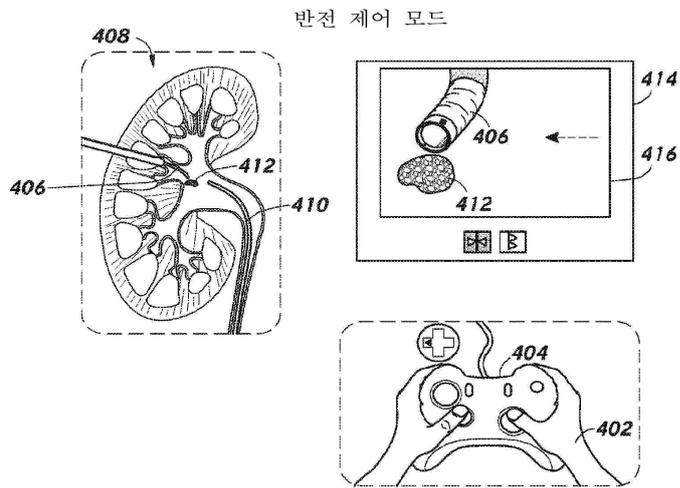


도 5-2

도면6



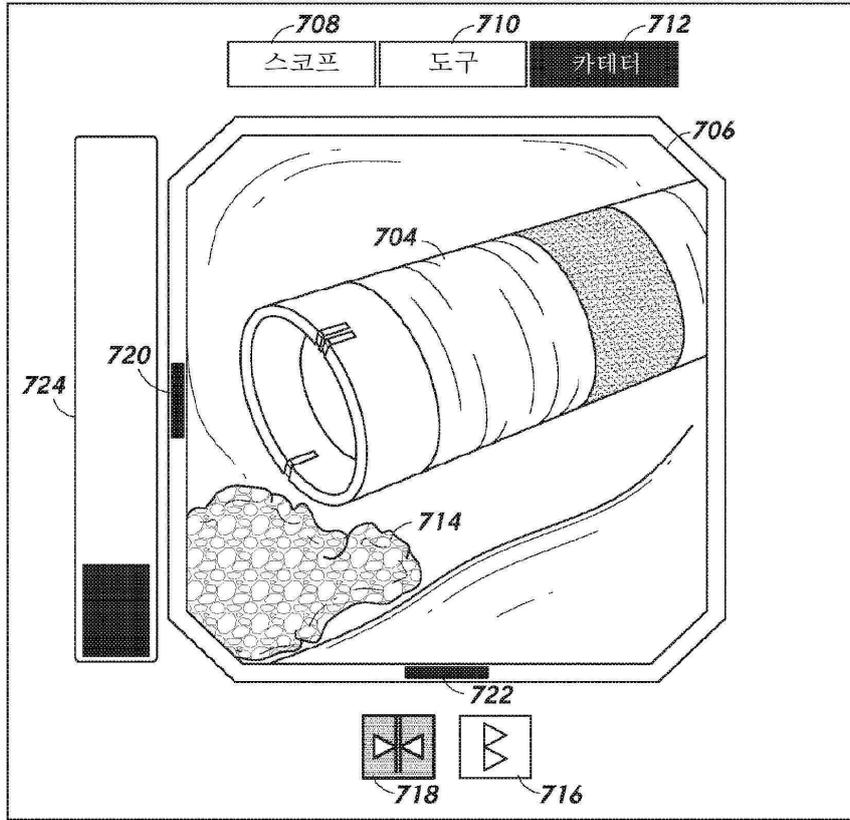
도 6-1



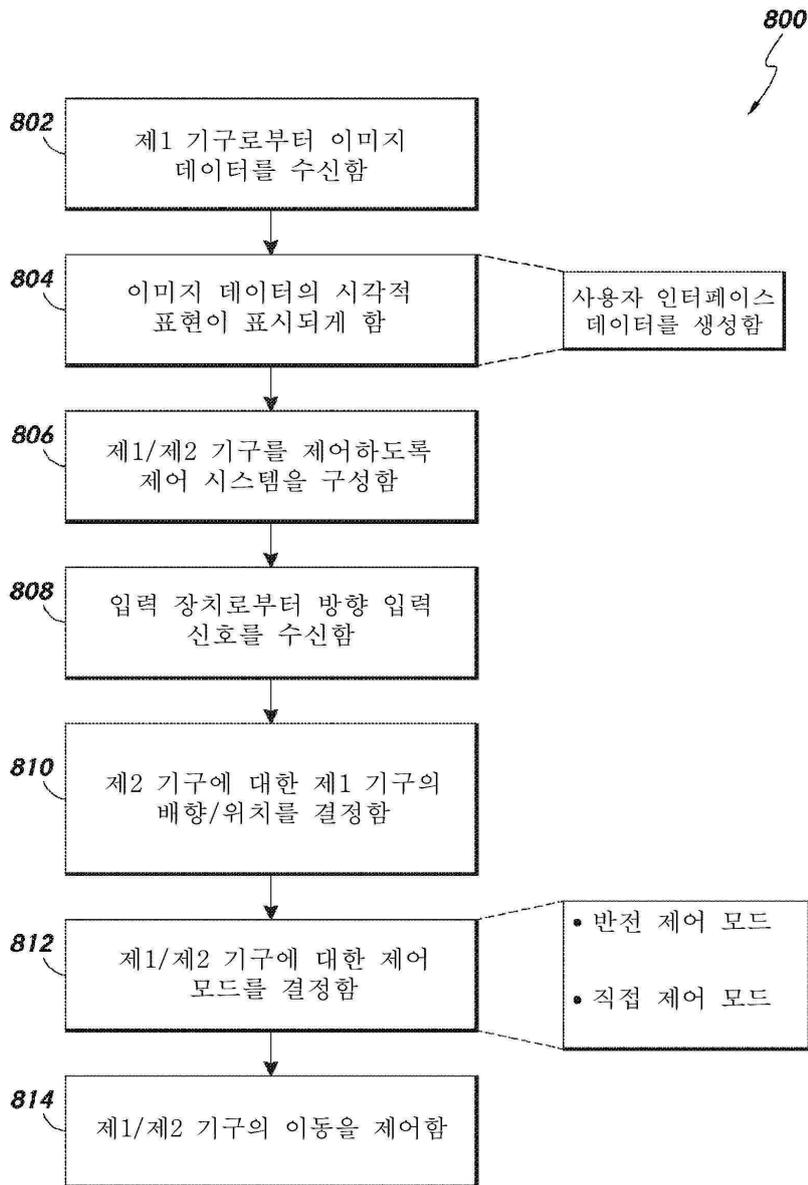
도 6-2

도면7

702

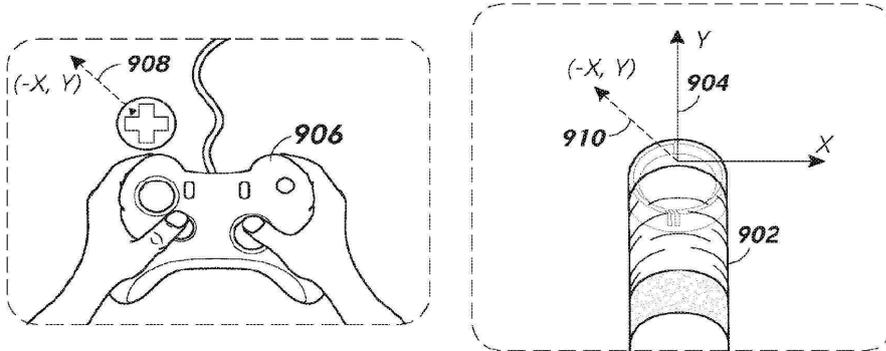


도면8



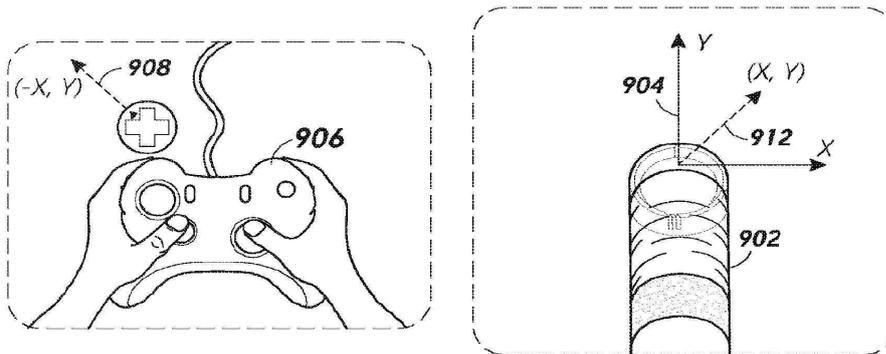
도면9

직접 제어 모드



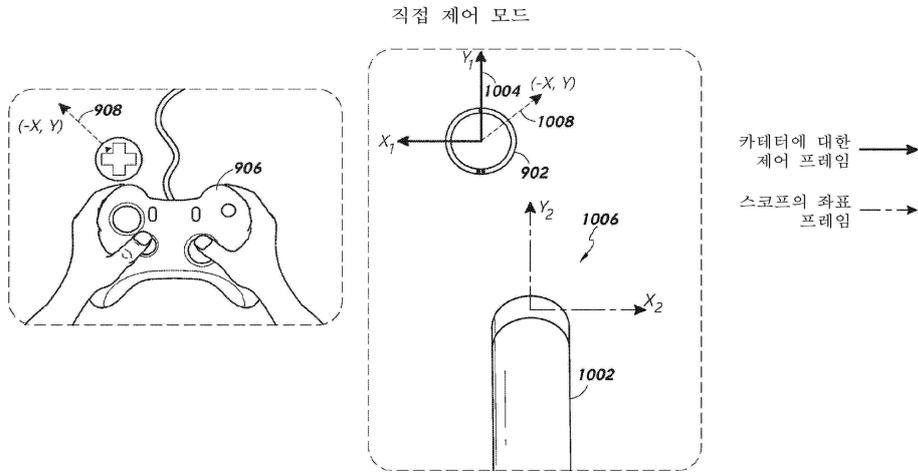
도 9-1

반전 제어 모드

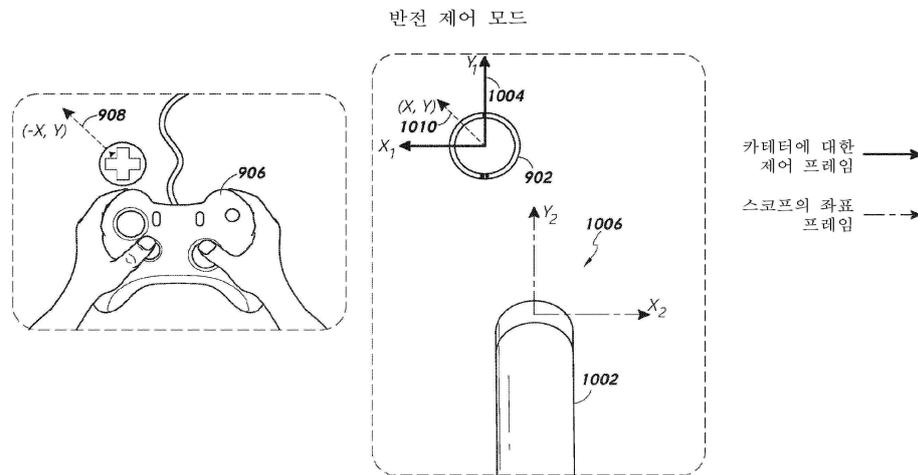


도 9-2

도면10

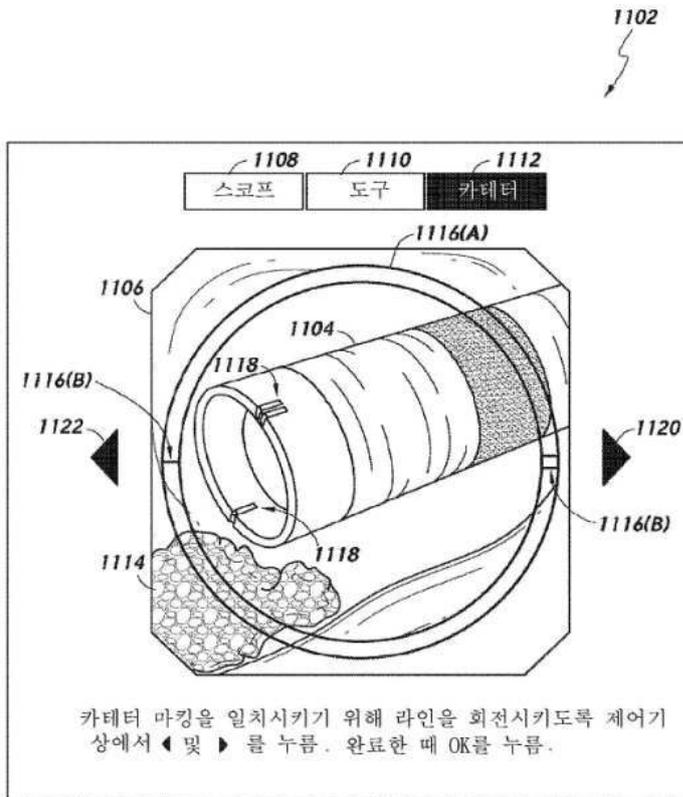


도 10-1

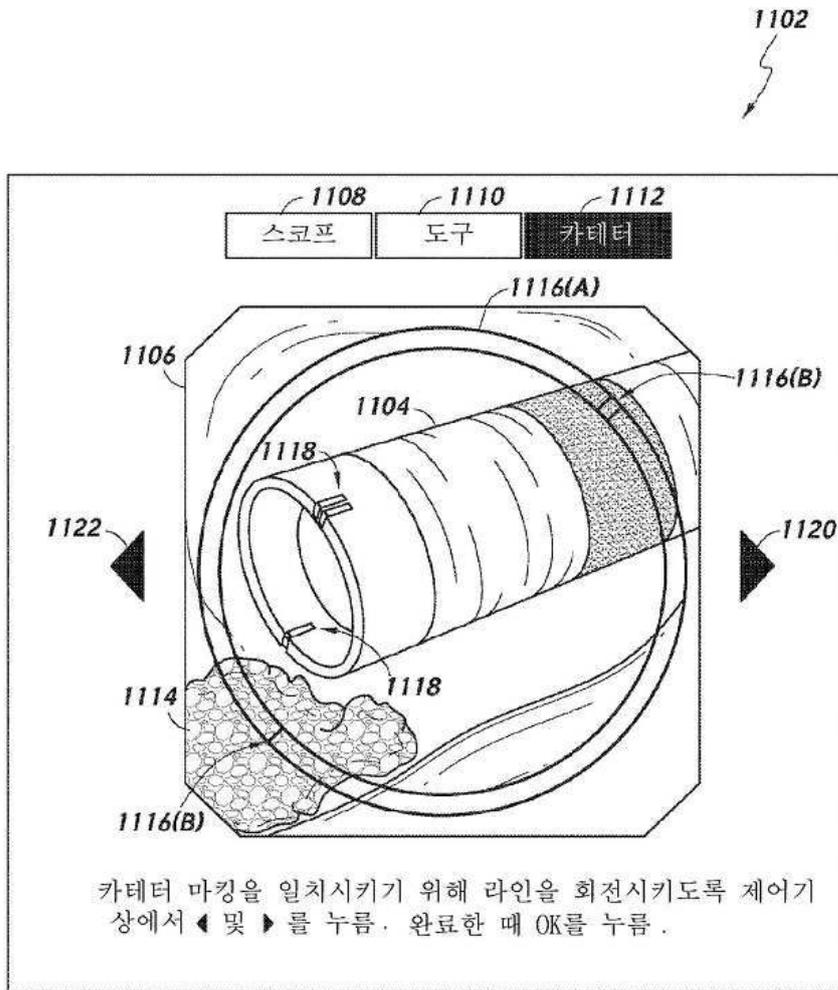


도 10-2

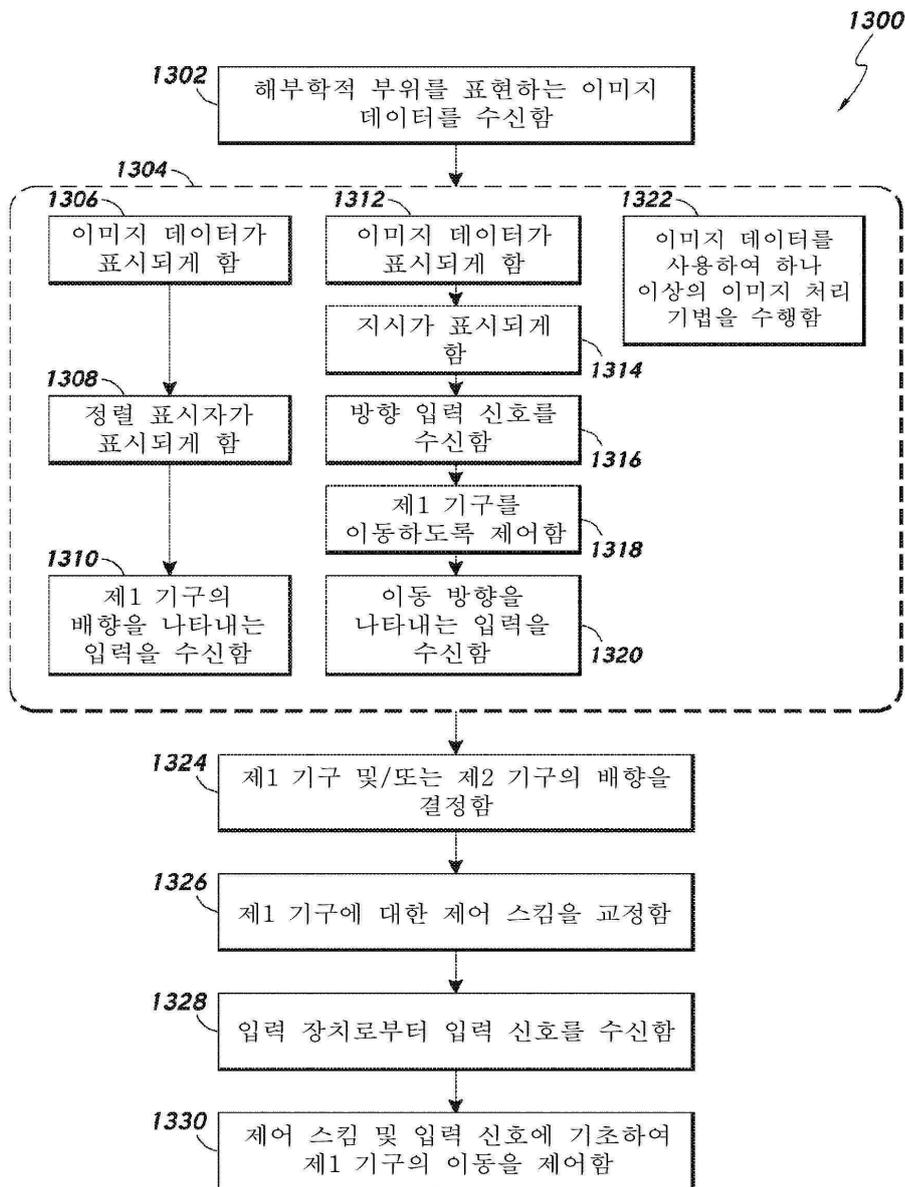
도면11



도면12

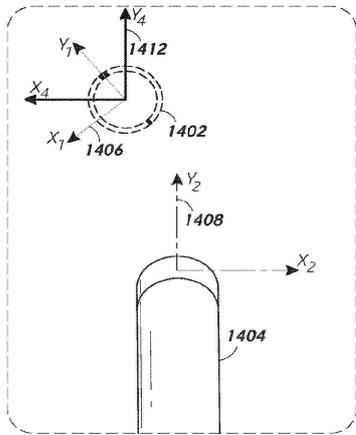


도면13



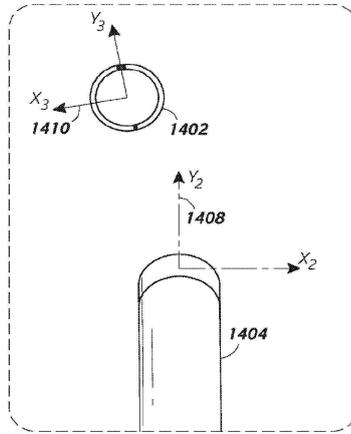
도면14

스코프에 대한 카테터의 추정된 배향



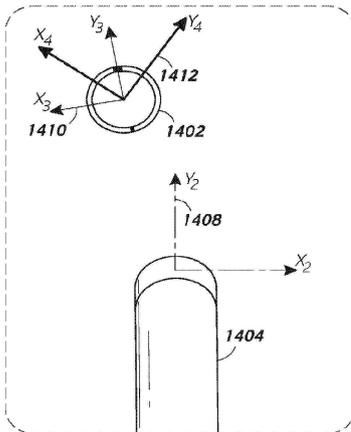
도 14-1

스코프에 대한 카테터의 실제 배향



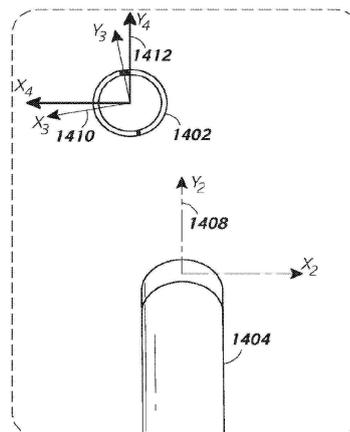
도 14-2

실제 배향을 가진 제어 프레임



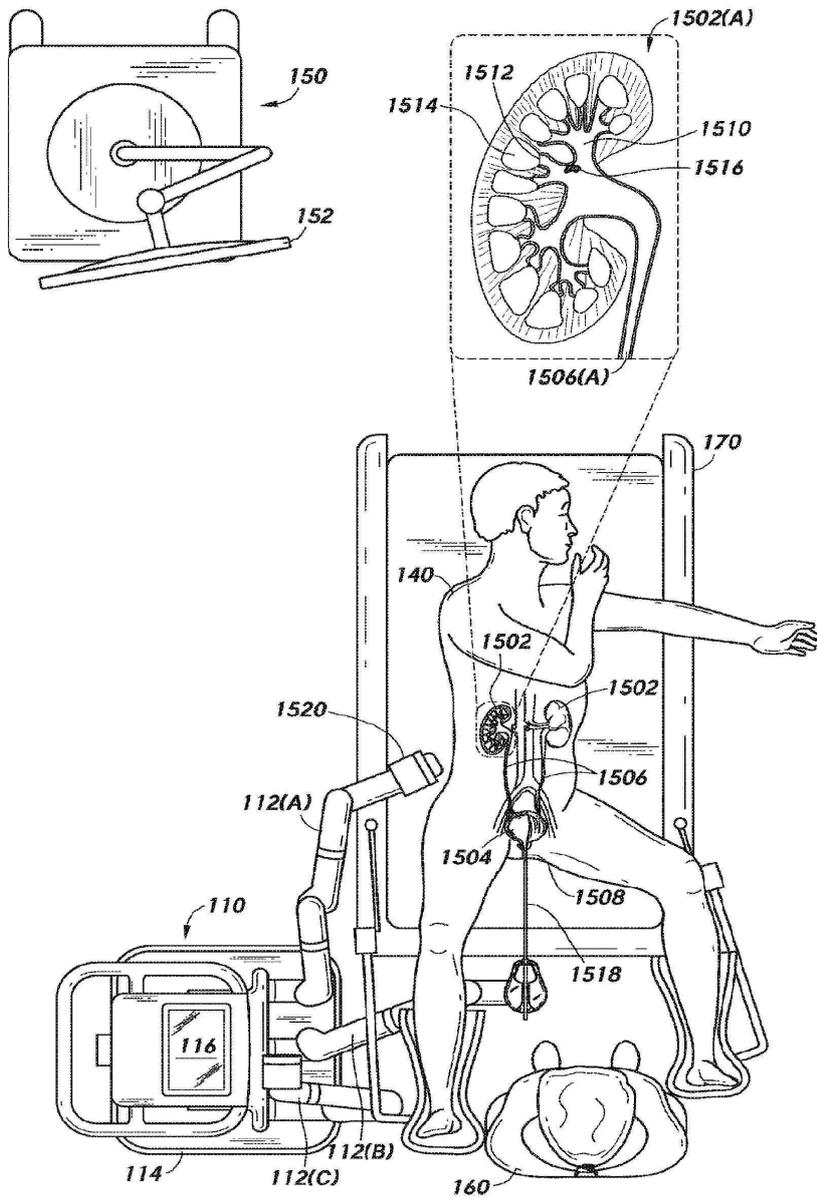
도 14-3

조정된 제어 프레임

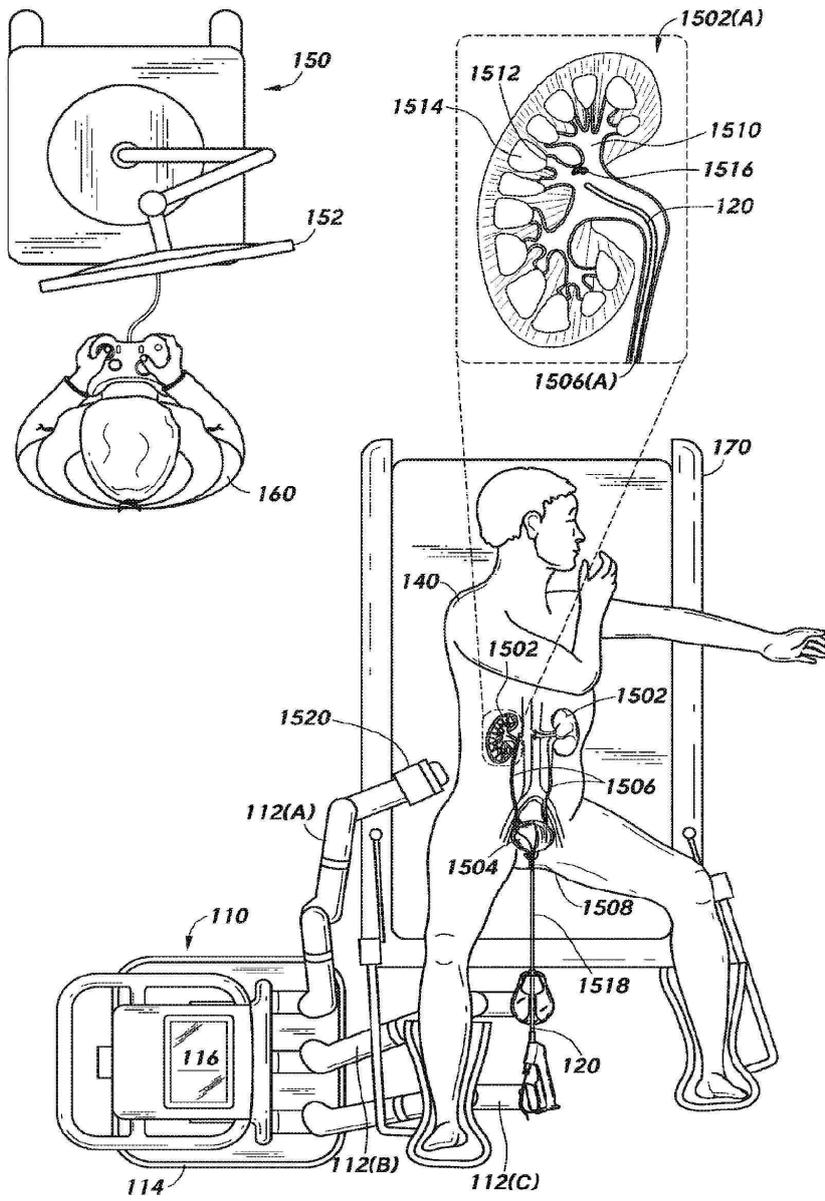


도 14-4

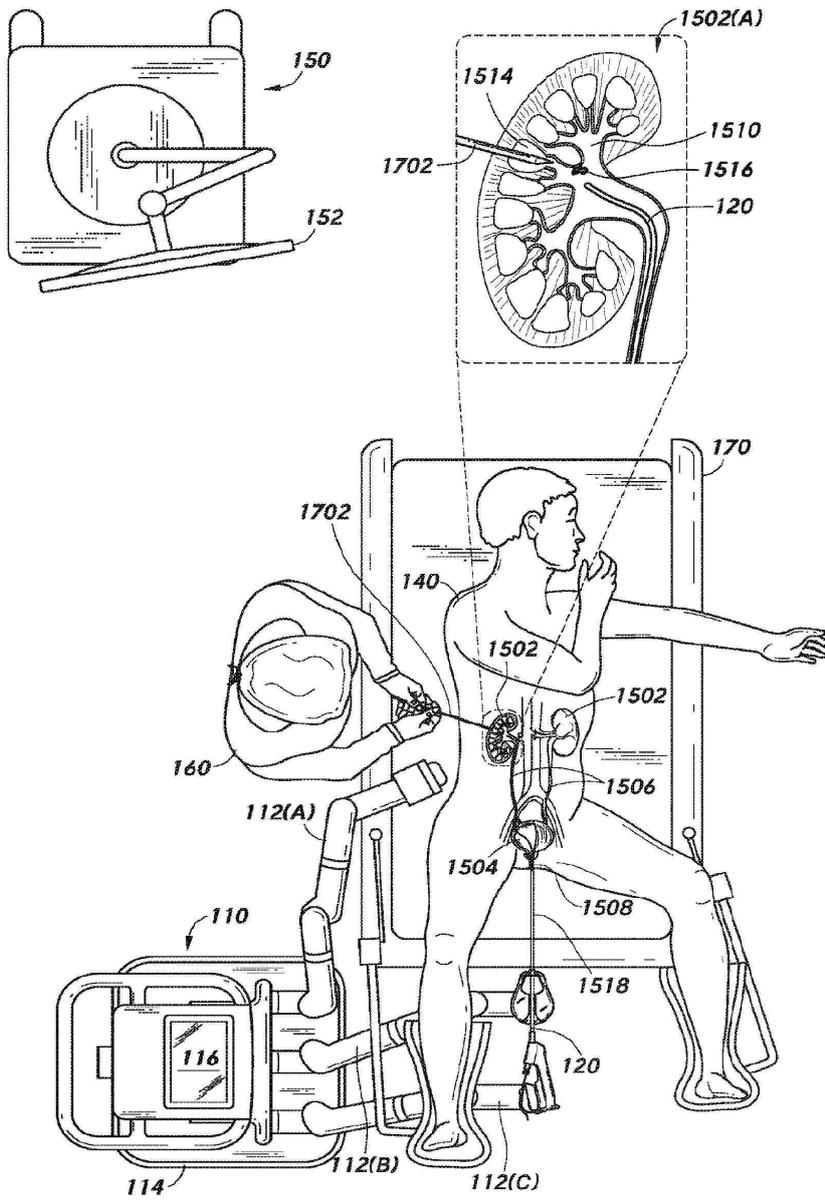
도면15



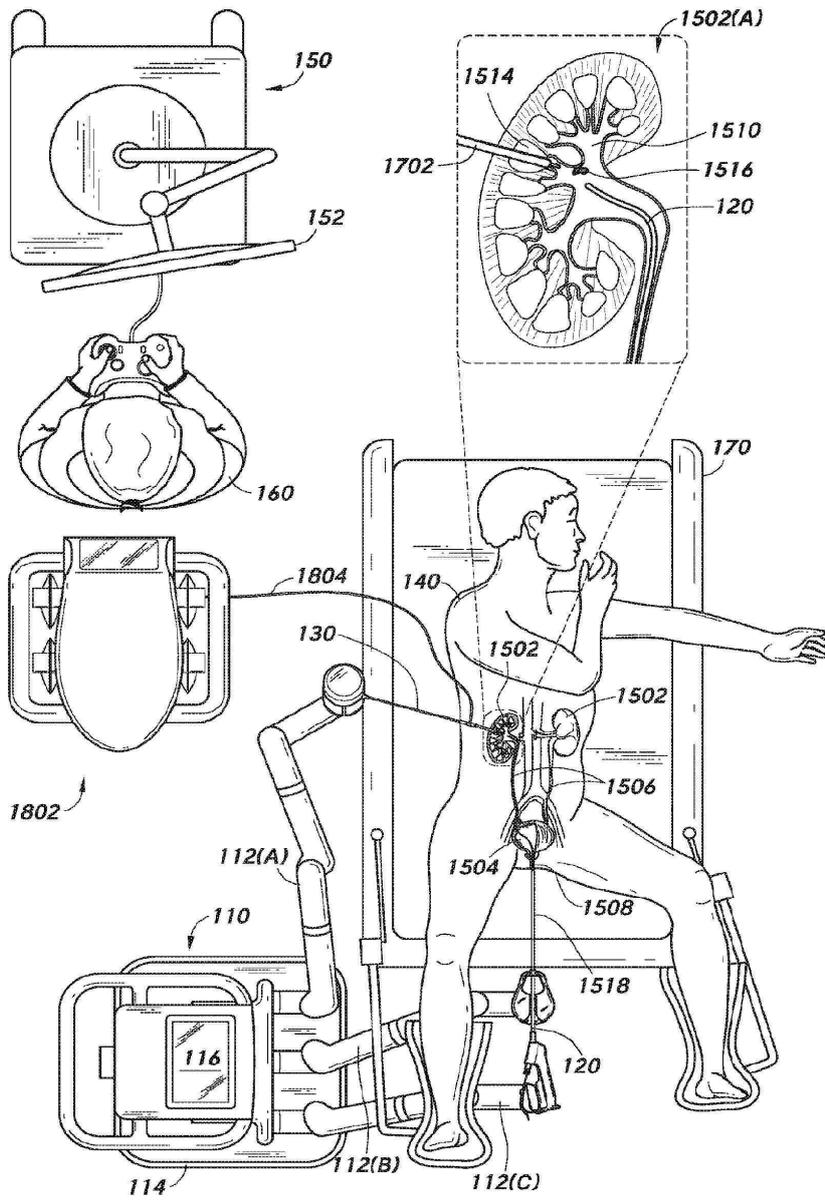
도면16



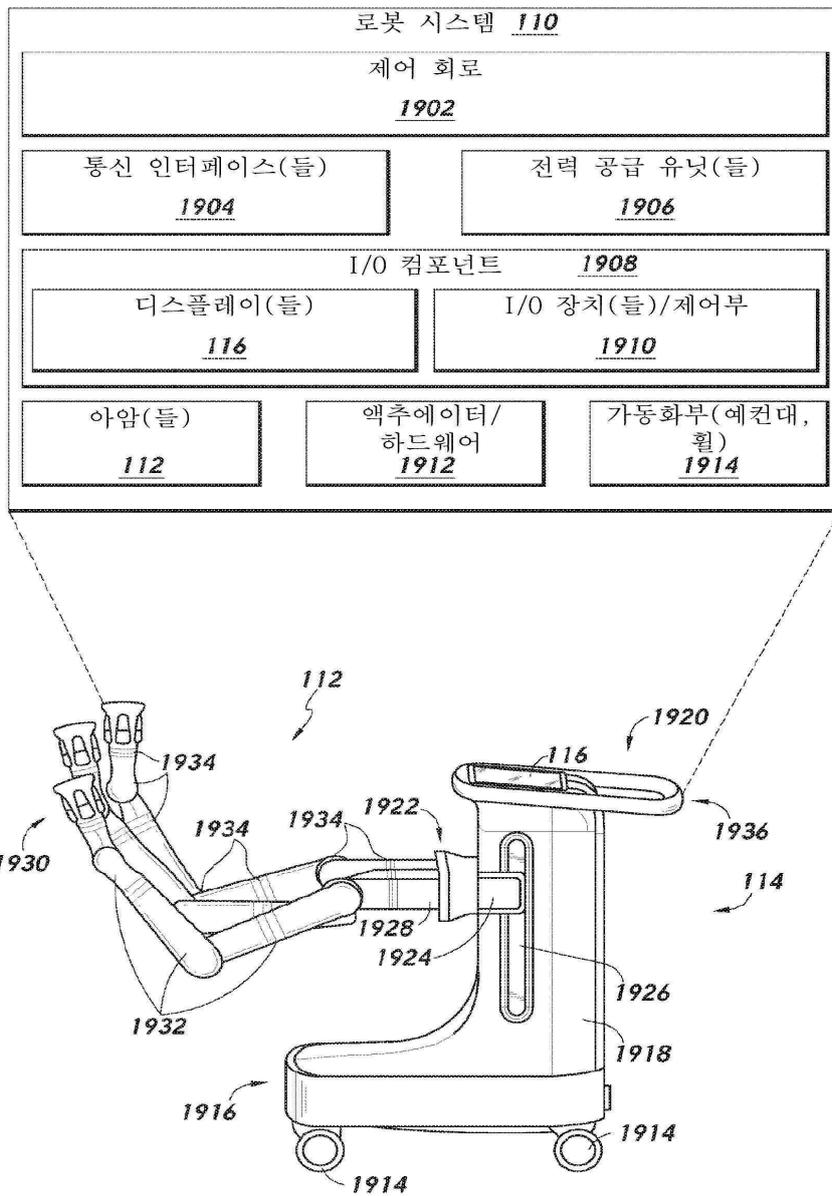
도면17



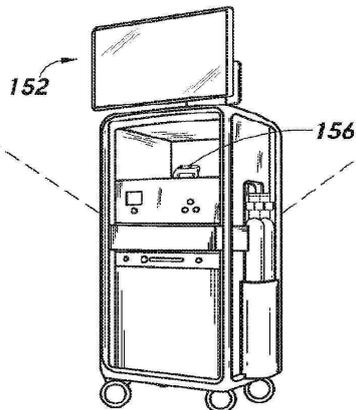
도면18



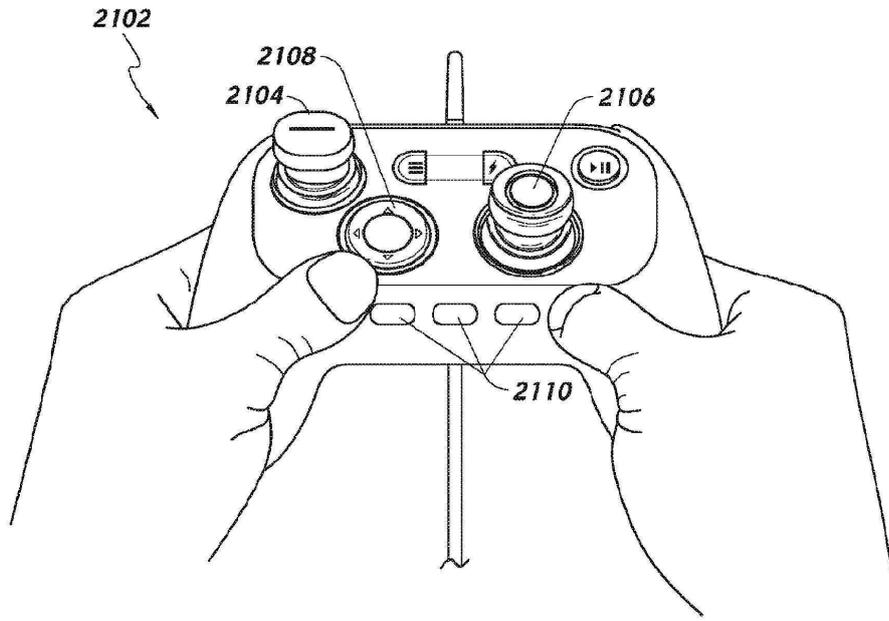
도면19



도면20



도면21a



도면21b

