



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0074229
(43) 공개일자 2023년05월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 34/30 (2016.01) A61B 34/00 (2016.01)
B25J 9/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 34/30 (2016.02)
A61B 34/76 (2016.02)
(21) 출원번호 10-2023-7013783
(22) 출원일자(국제) 2021년09월21일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2023년04월24일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2021/058612
(87) 국제공개번호 WO 2022/064369
국제공개일자 2022년03월31일
(30) 우선권주장
63/083,664 2020년09월25일 미국(US)

(71) 출원인
아우리스 헬스, 인코포레이티드
미국, 캘리포니아 94065, 레드우드 시티, 150 쇼어라인 드라이브
(72) 발명자
호 밍엔
미국 캘리포니아 94065 레드우드 시티 150 쇼어라인 드라이브
(74) 대리인
장훈

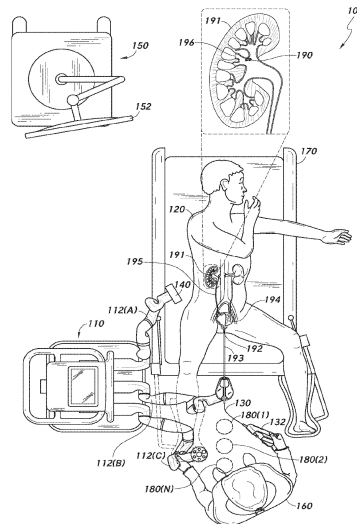
전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 발명의 명칭 로봇 아암을 정렬시키기 위한 햅틱 피드백

(57) 요약

기법은 로봇 시스템의 하나 이상의 로봇 아암을 하나 이상의 정렬 위치에 정렬시키는 것에 관한 것이다. 예를 들어, 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항은 하나 이상의 정렬 위치에 관한 로봇 아암의 원위 단부의 이동 방향에 기초하여 설정될 수 있다. 로봇 아암은 하나 이상의 정렬 위치에 더 가까워지는 방향으로의 수동 이동에 대한 제1 량의 저항을 제공하고, 하나 이상의 정렬 위치로부터 멀어지는 방향으로의 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 제공할 수 있다. 일부 경우에, 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치에 대한 일정 거리 내에 있을 때, 로봇 아암은 하나 이상의 정렬 위치로 자동으로 이동될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B25J 9/1674 (2013.01)

A61B 2034/301 (2016.02)

명세서

청구범위

청구항 1

시스템으로서,

의료 기구에 결합하도록 구성되는 로봇 아암(robotic arm); 및

상기 로봇 아암에 통신가능하게 결합되는 제어 회로를 포함하고, 상기 제어 회로는,

상기 로봇 아암의 원위 단부에 대한 하나 이상의 정렬 위치들(alignment position)을 결정하고;

상기 하나 이상의 정렬 위치들에 대하여, 상기 로봇 아암의 상기 원위 단부의 이동 방향에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항(resistance)을 설정하도록 구성되는, 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 정렬 위치들은 상기 시스템의 추가 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 복수의 정렬 위치들을 포함하고, 상기 복수의 정렬 위치들은 상기 의료 기구의 삽입 또는 후퇴 중 적어도 하나와 연관된 가상 레일(virtual rail)과 연관되는, 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 정렬 위치들은 상기 로봇 아암의 상기 원위 단부의 이전의 위치를 나타내는, 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제어 회로는,

상기 로봇 아암의 수동 이동이 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하고;

상기 로봇 아암의 상기 원위 단부가 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 임계 거리 내에 위치된 것을 결정하고;

상기 로봇 아암의 수동 이동이 상기 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하고 상기 로봇 아암의 상기 원위 단부가 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 상기 임계 거리 내에 위치된 것을 결정하는 것에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 하나 이상의 정렬 위치들로 상기 로봇 아암을 자동으로 이동시키도록 추가로 구성되는, 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제어 회로는,

적어도 하나의 차원(dimension)에 관하여 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가까워지는 방향으로의 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제1 저항을 설정하고;

적어도 하나의 차원에 관하여 상기 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 방향으로의 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한, 상기 제1 저항보다 큰 제2 저항을 설정하는 것에 의해 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한 상기 저항을 설정하도록 구성되는, 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제어 회로는,

상기 로봇 아암의 상기 원위 단부가 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 도달한 것을 결정하고;

적어도 하나의 차원에 관하여 상기 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 상기 방향으로의 상기 로봇 아암의

수동 이동에 대한 상기 제2 저항을 증가시키도록 추가로 구성되는, 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 하나 이상의 정렬 위치들은 상기 시스템의 추가 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 복수의 정렬 위치들을 포함하고, 상기 제어 회로는,

상기 로봇 아암의 상기 원위 단부가 상기 복수의 정렬 위치들 중 제1 정렬 위치에 도달한 것을 결정하고;

상기 복수의 정렬 위치들 중 상기 제1 정렬 위치로부터 제2 정렬 위치로의 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한, 상기 제1 저항보다 작은 제3 저항을 설정하도록 추가로 구성되는, 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제어 회로는 상기 로봇 아암이 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가깝게 이동함에 따라 상기 저항을 감소시키는 것에 의해 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한 상기 저항을 설정하도록 구성되는, 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 제어 회로는 상기 로봇 아암이 상기 하나 이상의 정렬 위치들로부터 더 멀어지게 이동함에 따라 상기 저항을 증가시키는 것에 의해 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한 상기 저항을 설정하도록 구성되는, 시스템.

청구항 10

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

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

의료 기구에 결합하도록 구성되는 로봇 아암의 원위 단부에 대한 하나 이상의 정렬 위치들을 결정하는 동작; 및
상기 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가까워지는 방향으로의 수동 이동에 대한 제1 량의 저항을 제공하고 상기 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 방향으로의 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 제공하도록 상기 로봇 아암을 구성하는 동작을 포함하는 동작들을 수행하게 하는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 동작들은,

상기 로봇 아암의 수동 이동이 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하는 동작;

상기 로봇 아암의 상기 원위 단부가 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 임계 거리 내에 위치한 것을 결정하는 동작; 및

상기 로봇 아암의 상기 수동 이동이 상기 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하는 동작 및 상기 로봇 아암의 상기 원위 단부가 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 상기 임계 거리 내에 위치한 것을 결정하는 동작에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 하나 이상의 정렬 위치들로 상기 로봇 아암을 자동으로 이동시키는 동작을 추가로 포함하는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 동작들은,

상기 로봇 아암이 적어도 하나의 차원에 관하여 상기 하나 이상의 정렬 위치들로부터 더 멀어지게 이동하고 있는 것을 결정하는 동작; 및

상기 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 상기 방향으로의 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한 상기 제2 량의 저항을 증가시키는 동작을 추가로 포함하는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체.

청구항 13

제10항에 있어서, 상기 동작들은,

상기 로봇 아암의 상기 원위 단부가 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 도달한 것을 결정하는 동작; 및

상기 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 상기 방향으로의 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한 상기 제2 량의 저항을 증가시키는 동작을 추가로 포함하는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체.

청구항 14

제10항에 있어서, 상기 하나 이상의 정렬 위치들은 추가 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 복수의 정렬 위치들을 포함하고, 상기 동작들은,

상기 로봇 아암의 상기 원위 단부가 상기 복수의 정렬 위치들 중 제1 정렬 위치에 도달한 것을 결정하는 동작; 및

상기 복수의 정렬 위치들 중 상기 제1 정렬 위치로부터 제2 정렬 위치로의 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한, 상기 제1 량의 저항보다 작은 제3 량의 저항을 제공하도록 상기 로봇 아암을 구성하는 동작을 추가로 포함하는, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체.

청구항 15

로봇 시스템으로서,

하나 이상의 정렬 위치들을 결정하도록 구성되는 제어 회로; 및

상기 제어 회로에 통신가능하게 결합되는 로봇 아암을 포함하고, 상기 로봇 아암은,

의료 기구에 결합되고;

상기 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가까워지는 방향으로의 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제1 량의 저항을 제공하고;

상기 하나 이상의 정렬 위치들로부터 더 멀어지는 방향으로의 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 제공하도록 구성되는, 로봇 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 하나 이상의 정렬 위치들은 상기 의료 기구의 삽입 또는 후퇴 중 적어도 하나와 연관된 가상 레일을 나타내는 복수의 정렬 위치들을 포함하는, 로봇 시스템.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 하나 이상의 정렬 위치들은 상기 로봇 아암의 원위 단부의 이전의 위치를 나타내는, 로봇 시스템.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 제어 회로는,

상기 로봇 아암의 수동 이동이 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하고;

상기 로봇 아암의 원위 단부가 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 임계 거리 내에 위치된 것을 결정하고;

상기 로봇 아암이 상기 하나 이상의 정렬 위치들로 자동으로 이동하게 하도록 추가로 구성되는, 로봇 시스템.

청구항 19

제15항에 있어서, 상기 제어 회로는,

상기 로봇 아암의 원위 단부가 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 도달한 것을 결정하고;

상기 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 상기 방향으로의 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한 상기 제2 량의 저항을 증가시키도록 추가로 구성되는, 로봇 시스템.

청구항 20

제15항에 있어서,

상기 하나 이상의 정렬 위치들은 상기 시스템의 추가 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 복수의 정렬 위치들을 포함하고;

상기 제어 회로는 상기 로봇 아암의 원위 단부가 상기 복수의 정렬 위치들 중 제1 정렬 위치에 도달한 것을 결정하도록 추가로 구성되고;

상기 로봇 아암은 상기 복수의 정렬 위치들 중 상기 제1 정렬 위치로부터 제2 정렬 위치로의 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한, 상기 제1 량의 저항보다 작은 제3 량의 저항을 제공하도록 구성되는, 로봇 시스템.

청구항 21

제15항에 있어서, 상기 제어 회로는 상기 로봇 아암이 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가깝게 이동함에 따라서 상기 제1 량의 저항을 감소시키도록 구성되는, 로봇 시스템.

청구항 22

제15항에 있어서, 상기 제어 회로는 상기 로봇 아암이 상기 하나 이상의 정렬 위치들로부터 더 멀어지게 이동함에 따라서 상기 제2 량의 저항을 증가시키도록 구성되는, 로봇 시스템.

청구항 23

방법으로서,

제어 회로에 의해, 의료 기구에 결합하도록 구성되는 로봇 아암의 원위 단부에 대한 하나 이상의 정렬 위치들을 결정하는 단계;

상기 제어 회로에 의해, 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 관한 상기 로봇 아암의 수동 이동의 방향을 결정하는 단계; 및

상기 제어 회로에 의해, 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 관한 상기 로봇 아암의 상기 수동 이동의 상기 방향에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 로봇 아암의 상기 수동 이동에 대한 저항의 양을 구성하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 24

제23항에 있어서, 상기 하나 이상의 정렬 위치들은 추가 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 복수의 정렬 위치들을 포함하는, 방법.

청구항 25

제23항에 있어서, 상기 하나 이상의 정렬 위치들은 상기 로봇 아암의 상기 원위 단부의 이전의 위치를 나타내는, 방법.

청구항 26

제23항에 있어서,

상기 로봇 아암의 상기 수동 이동이 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하는 단계;

상기 로봇 아암의 상기 원위 단부가 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 임계 거리 내에 위치된 것을 결정하는 단계; 및

상기 로봇 아암의 상기 수동 이동이 상기 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하는 단계 및 상기 로봇 아암의 상기 원위 단부가 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 상기 임계 거리 내에 위치된 것을 결정하는 단계에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 하나 이상의 정렬 위치들로 상기 로봇 아암을 자동으로 이동시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 27

제23항에 있어서,

상기 로봇 아암의 상기 수동 이동의 상기 방향을 결정하는 단계는 상기 로봇 아암이 적어도 하나의 차원에 관하여 상기 하나 이상의 정렬 위치들로부터 더 멀어지게 이동하고 있는 것을 결정하는 단계를 포함하고;

상기 로봇 아암의 상기 수동 이동에 대한 상기 저항의 양을 구성하는 단계는 상기 로봇 아암의 상기 수동 이동에 대한 제1 량의 저항을 구성하는 단계를 포함하고, 상기 제1 량의 저항은 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가까워지는 상기 로봇 아암의 수동 이동과 연관된 제2 량의 저항보다 큰, 방법.

청구항 28

제23항에 있어서,

상기 로봇 아암의 상기 수동 이동의 상기 방향을 결정하는 단계는 상기 로봇 아암이 적어도 하나의 차원에 관하여 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가깝게 이동하고 있는 것을 결정하는 단계를 포함하고;

상기 로봇 아암의 상기 수동 이동에 대한 상기 저항의 양을 구성하는 단계는 상기 로봇 아암의 상기 수동 이동에 대한 제1 량의 저항을 구성하는 단계를 포함하고, 상기 제1 량의 저항은 상기 하나 이상의 정렬 위치들로부터 더 멀어지는 상기 로봇 아암의 수동 이동과 연관된 제2 량의 저항보다 작은, 방법.

청구항 29

제23항에 있어서, 상기 저항의 양은 제1 량의 저항이고, 상기 방법은,

상기 로봇 아암의 상기 원위 단부가 상기 하나 이상의 정렬 위치들에 도달한 것을 결정하는 단계; 및

상기 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한, 상기 제1 량의 저항보다 큰 제2 량의 저항을 구성하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 30

제23항에 있어서, 상기 하나 이상의 정렬 위치들은 추가 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 복수의 정렬 위치들을 포함하고, 상기 저항의 양은 제1 량의 저항이고, 상기 방법은,

상기 로봇 아암의 상기 원위 단부가 상기 복수의 정렬 위치들 중 제1 정렬 위치에 도달한 것을 결정하는 단계; 및

상기 복수의 정렬 위치들 중 상기 제1 정렬 위치로부터 제2 정렬 위치로의 상기 로봇 아암의 수동 이동에 대한, 상기 제1 량의 저항보다 작은 제2 량의 저항을 구성하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원(들)

[0002] 본 출원은, 그 개시가 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함되는, 2020년 9월 25일자로 출원되고 발명의 명칭이 로봇 아암을 정렬시키기 위한 햅틱 피드백(HAPTIC FEEDBACK FOR ALIGNING ROBOTIC ARMS)인 미국 가출원 제 63/083,664호에 대한 우선권을 주장한다.

배경 기술

[0003] 본 개시는 의료 장치 및 절차의 분야에 관한 것이다.

[0004] 다양한 의료 절차는 환자를 조사하고/하거나 치료하기 위한 하나 이상의 의료 기구의 사용을 수반한다. 일부 경우에, 환자에게 절차를 수행하기 위해 의료 기구를 제어하도록 다수의 시스템/장치가 구현된다. 그러한 시스템, 장치, 및/또는 의료 기구의 부적절한 사용은 환자의 건강 및/또는 절차의 효능에 악영향을 미칠 수 있다.

발명의 내용

- [0005] 일부 구현예에서, 본 개시는 의료 기구에 결합하도록 구성되는 로봇 아암(robotic arm), 및 로봇 아암에 통신가능하게 결합되는 제어 회로를 포함하는 시스템에 관한 것이다. 제어 회로는 로봇 아암의 원위 단부에 대한 하나 이상의 정렬 위치들(alignment position)을 결정하도록 구성된다. 또한, 제어 회로는 하나 이상의 정렬 위치들에 대하여, 로봇 아암의 원위 단부의 이동 방향에 적어도 부분적으로 기초하여 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항(resistance)을 설정하도록 구성된다.
- [0006] 일부 실시예에서, 하나 이상의 정렬 위치들은 시스템의 추가 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 복수의 정렬 위치들을 포함한다. 복수의 정렬 위치들은 의료 기구의 삽입 또는 후퇴 중 적어도 하나와 연관된 가상 레일(virtual rail)과 연관될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 하나 이상의 정렬 위치들은 로봇 아암의 원위 단부의 이전의 위치를 나타낼 수 있다.
- [0007] 일부 실시예에서, 제어 회로는 로봇 아암의 수동 이동이 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하고, 로봇 아암의 원위 단부가 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 임계 거리 내에 위치된 것을 결정하고, 로봇 아암의 수동 이동이 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하고 로봇 아암의 원위 단부가 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 임계 거리 내에 위치된 것을 결정하는 것에 적어도 부분적으로 기초하여, 하나 이상의 정렬 위치들로 로봇 아암을 자동으로 이동시키도록 추가로 구성된다.
- [0008] 일부 실시예에서, 제어 회로는 적어도 하나의 차원(dimension)에 관하여 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가까워지는 방향으로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제1 저항을 설정하고, 적어도 하나의 차원에 관하여 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 방향으로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제2 저항을 설정하는 것에 의해 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항을 설정하도록 구성된다. 제2 저항은 제1 저항보다 클 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 제어 회로는 로봇 아암의 원위 단부가 하나 이상의 정렬 위치들에 도달한 것을 결정하고, 적어도 하나의 차원에 관하여 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 방향으로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제2 저항을 증가시키도록 추가로 구성될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 하나 이상의 정렬 위치들은 시스템의 추가 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 복수의 정렬 위치들을 포함한다. 제어 회로는 로봇 아암의 원위 단부가 복수의 정렬 위치들 중 제1 정렬 위치에 도달한 것을 결정하고, 복수의 정렬 위치들 중 제1 정렬 위치로부터 제2 정렬 위치로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제3 저항을 설정하도록 추가로 구성될 수 있다. 제3 저항은 제1 저항보다 작을 수 있다.
- [0009] 일부 실시예에서, 제어 회로는 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가깝게 이동함에 따라서 저항을 감소시키는 것에 의해 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항을 설정하도록 구성된다. 또한, 일부 실시예에서, 제어 회로는 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치들로부터 더 멀어지게 이동함에 따라서 저항을 증가시키는 것에 의해 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항을 설정하도록 구성된다.
- [0010] 일부 구현예에서, 본 개시는, 제어 회로에 의해 실행될 때, 제어 회로로 하여금, 의료 기구에 결합하도록 구성되는 로봇 아암의 원위 단부에 대한 하나 이상의 정렬 위치들을 결정하는 동작, 및 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가까워지는 방향으로의 수동 이동에 대한 제1 량의 저항을 제공하고 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 방향으로의 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 제공하도록 로봇 아암을 구성하는 동작을 포함하는 동작들을 수행하게 하는 컴퓨터-실행가능 명령어들을 저장한 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체에 관한 것이다.
- [0011] 일부 실시예에서, 동작들은 로봇 아암의 수동 이동이 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하는 동작, 로봇 아암의 원위 단부가 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 임계 거리 내에 위치된 것을 결정하는 동작, 및 로봇 아암의 수동 이동이 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하는 동작 및 로봇 아암의 원위 단부가 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 임계 거리 내에 위치된 것을 결정하는 동작에 적어도 부분적으로 기초하여, 하나 이상의 정렬 위치들로 로봇 아암을 자동으로 이동시키는 동작을 추가로 포함한다.
- [0012] 일부 실시예에서, 동작들은 로봇 아암이 적어도 하나의 차원에 관하여 하나 이상의 정렬 위치들로부터 더 멀어지게 이동하고 있는 것을 결정하는 동작, 및 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 방향으로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 증가시키는 동작을 추가로 포함한다. 또한, 일부 실시예에서, 동작들은 로봇 아암의 원위 단부가 하나 이상의 정렬 위치들에 도달한 것을 결정하는 동작, 및 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 방향으로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 증가시키는 동작을 추가로 포함한다.
- [0013] 일부 실시예에서, 하나 이상의 정렬 위치들은 추가 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 복수의 정렬 위치들을 포함한다. 동작들은 로봇 아암의 원위 단부가 복수의 정렬 위치들 중 제1 정렬 위치에 도달한 것을

결정하는 동작, 및 복수의 정렬 위치들 중 제1 정렬 위치로부터 제2 정렬 위치로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제3 량의 저항을 제공하도록 로봇 아암을 구성하는 동작을 추가로 포함한다. 제3 저항은 제1 량의 저항보다 작을 수 있다.

[0014] 일부 구현예에서, 본 개시는 하나 이상의 정렬 위치들을 결정하도록 구성되는 제어 회로, 및 제어 회로에 통신 가능하게 결합되는 로봇 아암을 포함하는 로봇 시스템에 관한 것이다. 로봇 아암은 의료 기구에 결합되고, 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가까워지는 방향으로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제1 량의 저항을 제공하고, 하나 이상의 정렬 위치들로부터 더 멀어지는 방향으로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 제공하도록 구성된다.

[0015] 일부 실시예에서, 하나 이상의 정렬 위치들은 의료 기구의 삽입 또는 후퇴 중 적어도 하나와 연관된 가상 레일을 나타내는 복수의 정렬 위치들을 포함한다. 또한, 일부 실시예에서, 하나 이상의 정렬 위치들은 로봇 아암의 원위 단부의 이전의 위치를 나타낸다.

[0016] 일부 실시예에서, 제어 회로는 로봇 아암의 수동 이동이 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하고, 로봇 아암의 원위 단부가 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 임계 거리 내에 위치된 것을 결정하고, 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치들로 자동으로 이동하게 하도록 추가로 구성된다. 또한, 일부 실시예에서, 제어 회로는 로봇 아암의 원위 단부가 하나 이상의 정렬 위치들에 도달한 것을 결정하고, 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 방향으로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 증가시키도록 추가로 구성된다.

[0017] 일부 실시예에서, 하나 이상의 정렬 위치들은 시스템의 추가 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 복수의 정렬 위치들을 포함한다. 제어 회로는 로봇 아암의 원위 단부가 복수의 정렬 위치들 중 제1 정렬 위치에 도달한 것을 결정하도록 추가로 구성될 수 있다. 또한, 로봇 아암은 복수의 정렬 위치들 중 제1 정렬 위치로부터 제2 정렬 위치로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제3 량의 저항을 제공하도록 구성될 수 있다. 제3 저항은 제1 량의 저항보다 작을 수 있다.

[0018] 일부 실시예에서, 제어 회로는 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가깝게 이동함에 따라서 제1 량의 저항을 감소시키도록 구성된다. 또한, 일부 실시예에서, 제어 회로는 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치들로부터 더 멀어지게 이동함에 따라서 제2 량의 저항을 증가시키도록 구성된다.

[0019] 일부 구현예에서, 본 개시는, 제어 회로에 의해, 의료 기구에 결합하도록 구성되는 로봇 아암의 원위 단부에 대한 하나 이상의 정렬 위치들을 결정하는 단계, 제어 회로에 의해, 하나 이상의 정렬 위치들에 관한 로봇 아암의 수동 이동의 방향을 결정하는 단계, 및 제어 회로에 의해, 하나 이상의 정렬 위치들에 관한 로봇 아암의 수동 이동의 방향에 적어도 부분적으로 기초하여 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항의 양을 구성하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다.

[0020] 일부 실시예에서, 하나 이상의 정렬 위치들은 추가 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 복수의 정렬 위치들을 포함한다. 또한, 일부 실시예에서, 하나 이상의 정렬 위치들은 로봇 아암의 원위 단부의 이전의 위치를 나타낸다.

[0021] 일부 실시예에서, 방법은 로봇 아암의 수동 이동이 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하는 단계, 로봇 아암의 원위 단부가 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 임계 거리 내에 위치된 것을 결정하는 단계, 및 로봇 아암의 수동 이동이 일정 기간을 초과하는 동안 중단된 것을 결정하는 단계 및 로봇 아암의 원위 단부가 하나 이상의 정렬 위치들에 대한 임계 거리 내에 위치된 것을 결정하는 단계에 적어도 부분적으로 기초하여, 하나 이상의 정렬 위치들로 로봇 아암을 자동으로 이동시키는 단계를 추가로 포함한다.

[0022] 일부 실시예에서, 로봇 아암의 수동 이동의 방향을 결정하는 단계는 로봇 아암이 적어도 하나의 차원에 관하여 하나 이상의 정렬 위치들로부터 더 멀어지게 이동하고 있는 것을 결정하는 단계를 포함한다. 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항의 양을 구성하는 단계는 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제1 량의 저항을 구성하는 단계를 포함할 수 있다. 제1 량의 저항은 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가까워지는 로봇 아암의 수동 이동과 연관된 제2 량의 저항보다 클 수 있다.

[0023] 일부 실시예에서, 로봇 아암의 수동 이동의 방향을 결정하는 단계는 로봇 아암이 적어도 하나의 차원에 관하여 하나 이상의 정렬 위치들에 더 가깝게 이동하고 있는 것을 결정하는 단계를 포함한다. 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항의 양을 구성하는 단계는 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제1 량의 저항을 구성하는 단계를 포함한다. 제1 량의 저항은 하나 이상의 정렬 위치들로부터 더 멀어지는 로봇 아암의 수동 이동과 연관된 제2 량의

저항보다 작을 수 있다.

[0024] 일부 실시예에서, 저항의 양은 제1 량의 저항이다. 방법은 로봇 아암의 원위 단부가 하나 이상의 정렬 위치들에 도달한 것을 결정하는 단계, 및 하나 이상의 정렬 위치들로부터 멀어지는 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 구성하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 제2 량의 저항은 제1 량의 저항보다 크다.

[0025] 일부 실시예에서, 하나 이상의 정렬 위치들은 추가 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 복수의 정렬 위치들을 포함한다. 저항의 양은 제1 량의 저항일 수 있다. 방법은 로봇 아암의 원위 단부가 복수의 정렬 위치들 중 제1 정렬 위치에 도달한 것을 결정하는 단계, 및 복수의 정렬 위치들 중 제1 정렬 위치로부터 제2 정렬 위치로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 구성하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 제2 량의 저항은 제1 량의 저항보다 작을 수 있다.

[0026] 본 개시를 요약하기 위해, 소정 태양, 이점 및 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, 도 1의 제어 시스템 및 로봇 시스템의 예시적인 상세 사항을 예시한 도면.

도 3은 하나 이상의 실시예에 따른, 도 1의 로봇 시스템의 예시적인 상세 사항을 예시한 도면.

도 4는 하나 이상의 실시예에 따른, 로봇 아암에 대한 예시적인 정렬 위치를 예시한 도면.

도 5는 하나 이상의 실시예에 따른, 로봇 아암의 수동 이동에 대해 변화하는 양의 저항을 제공하도록 구성된 예시적인 로봇 아암을 예시한 도면.

도 6은 하나 이상의 실시예에 따른, 정렬 위치에 대한 임계 거리 내에 위치된 예시적인 로봇 아암을 예시한 도면.

도 7은 하나 이상의 실시예에 따른, 정렬 위치로 자동으로 이동된 예시적인 로봇 아암을 예시한 도면.

도 8은 하나 이상의 실시예에 따른, 정렬 위치에 위치되고 변화하는 양의 저항을 제공하도록 구성된 예시적인 로봇 아암을 예시한 도면.

도 9는 하나 이상의 실시예에 따른, 정렬 위치에 위치되고 그에 부착된 스코프(scope)와 함께 배열된 예시적인 로봇 아암을 예시한 도면.

도 10은 하나 이상의 실시예에 따른, 로봇 아암을 정렬시키도록 햅틱 피드백(haptic feedback)을 제공하기 위한 프로세스의 예시적인 흐름도를 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 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 사용될 수 있다. 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] 소정 의료 절차는 하나 이상의 의료 기구와 맞물리고/리거나 그들을 제어하기 위한 로봇 시스템의 사용을 수반한다. 다양한 절차, 작업흐름, 환경, 의사 선호도, 및/또는 안전 예방책을 수용하기 위해, 로봇 시스템은 사용자에 의해 상이한 방식으로 위치될 수 있다. 예를 들어, 로봇 시스템은 독립적으로 이동가능한 하나 이상의 로봇 아암을 포함할 수 있고, 따라서 사용자는 하나 이상의 로봇 아암을 절차를 수행하기 위한 원하는 위치에 수동으로 위치시킬 수 있다. 그러한 수동 이동은 하나 이상의 로봇 아암의 자동 이동과 연관된 안전상의 위험을 방지하는 데 도움이 될 수 있다. 그러나, 그러한 유연성은 로봇 아암을 원하는 위치에 정확하게 위치시키는 것을 어렵게 할 수 있다. 예를 들어, 일부 절차에서, 제1 로봇 아암이 제2 로봇 아암과 협력적 방식으로 동작하도록 비교적 작은 정도의 허용 오차 내에서(그리고/또는 특정량의 오프셋으로) 제2 로봇 아암과 정렬될 필요가 있을 수 있다. 여기서, 사용자가 예컨대 정렬된 구성을 시각화하기 위해 제1 로봇 아암을 제2 로봇 아암과 수동으로 정렬시키는 것이 어려울 수 있다. 또한, 일부 경우에, 사용자가, 의료 기구를 다른 손으로 보유하면서 로봇 아암을 한 손으로 위치시키는 것과 같이, 로봇 아암을 위치시키려고 시도하는 동안 다수의 작업을 수행할 수 있다. 이는 로봇 아암을 원하는 위치에 정확하게 위치시키는 데 있어서 추가적인 어려움을 생성할 수 있다.

[0032] 본 개시는 하나 이상의 로봇 아암을 위치시키는 것을 보조하기 위한 시스템, 장치, 및 방법에 관한 것이다. 예를 들어, 로봇 시스템은 절차를 수행하기 위해 하나 이상의 의료 기구에 결합하도록 구성된 하나 이상의 로봇 아암을 포함할 수 있다. 절차 전의, 절차 동안의, 또는 절차 후의 임의의 시간에, 사용자가 로봇 아암의 원위 단부를 특정 위치, 예컨대 다른 로봇 아암과 정렬된 위치, 로봇 아암의 이전의 위치 등에 위치시키기 위한 시도로 로봇 아암을 수동으로 이동시킬 수 있다. 일부 경우에, 로봇 시스템은 사용자가 로봇 아암을 소정 위치와 정렬시키는 것을 보조하기 위해 햅틱 피드백을 제공할 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암은 로봇 아암이 정렬 위치에 더 가깝게 또는 그로부터 더 멀어지게 이동하고 있는지, 로봇 아암이 정렬 위치에 위치되는지 등을 나타내기 위해 로봇 아암의 수동 이동에 대해 변화하는 양의 저항을 제공할 수 있다. 이와 같이, 본 명세서에서 논의되는 기법은 사용자가 로봇 아암을 수동으로 이동시키는 것(이는 소정 작업흐름, 환경, 의사 선호도, 및/또는 안전 예방책을 수용할 수 있음) 및 로봇 아암을 특정 위치에 정확하게 위치시키는 것을 가능하게 할 수 있다. 이는 로봇 아암을 수반하지 않는 다른 작업, 예컨대 사용자에게 의해 수행되는 수동 작업, 다른 장치/기구에 의해 수행되는 작업 등을 위한 적절한 공간을 제공하기 위해 로봇 아암을 다양한 시간에 작업공간 외부로 그리고/또는 작업공간 내로 이동시키는 유연성을 사용자에게 제공할 수 있다. 또한, 일부 경우에, 로봇 아암은, 예컨대 로봇 아암이 정렬 위치에 대한 근접도(proximity) 내에서 수동으로 이동될 때, 정렬 위치로 자동으로 이동될 수 있다. 이는 의사가 로봇 아암을 정렬시키는 것을 추가로 보조할 수 있다.

[0033] 본 개시의 소정 태양이 신장, 비뇨기과학, 및/또는 신장학 절차, 예컨대 신장 결석 제거/치료 절차의 맥락에서 본 명세서에 기술되지만, 그러한 맥락은 편의상 제공되고, 본 명세서에 개시된 개념은 임의의 적합한 의료 절차에 적용가능하다는 것이 이해되어야 한다. 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. 그러나, 언급된 바와 같이, 신장/비뇨기 해부학적 구조 및 연관된 의학적 문제 및 절차의 설명은 본 명세서에 개시된 개념의 설명을 보조하기 위해 아래에 제시된

다.

[0034] 예시적인 의료 시스템

[0035] 도 1은 본 개시의 태양에 따른, 다양한 의료 절차를 수행하기 위한 예시적인 의료 시스템(100)을 예시한다. 의료 시스템(100)은 환자(120)에게 절차를 수행하기 위해 하나 이상의 의료 기구 및/또는 다른 장치/기구와 맞물리고/리거나 그들을 제어하도록 구성된 로봇 시스템(110)을 포함한다. 도 1의 예에서, 로봇 시스템(110)은, 아래에서 더 상세히 논의되는 바와 같이, 스코프(130) 및 전자기(electromagnetic, EM) 필드 발생기(field generator)(140)에 결합된다. 의료 시스템(100)은 또한, 로봇 시스템(110)과 인터페이스하고, 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(120)를 유지시키도록 구성된 테이블(170)(예컨대, 베드)을 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 사용자에게 의해 수행될 수 있다. 의료 시스템(100)의 장치/컴포넌트는 특정 절차에 따라 다양한 방식으로 배열될 수 있다.

[0036] 제어 시스템(150)은 로봇 시스템(110)에 결합되고 로봇 시스템(110)과 협력하여 동작하여 환자(120)에게 의료 절차를 수행할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은, 로봇 시스템(110)에 연결된 의료 기구를 제어하고, 의료 기구(예컨대, 스코프(130))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 의료 기구로부터 직접) 센서 데이터를 수신하기 위해 의료 기구와 통신할 수 있다. 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 발생기(140)와 통신하여 환자(120) 주위의 EM 필드의 발생을 제어할 수 있다.

[0037] 로봇 시스템(110)은 의료 기구(들) 및/또는 다른 장치/기구와 맞물리고/리거나 그들을 제어하도록 구성된 하나 이상의 로봇 아암(112)을 포함할 수 있다. 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. 로봇 아암(112)의 원위 단부(예컨대, 엔드 이펙터(end effector))가 기구/장치에 결합하도록 구성될 수 있다. 도 1의 예에서, 제2 로봇 아암(112(B))은 스코프(130)의 일부분에 결합되고, 이는 표적 부위를 조사하고/하거나 치료하기 위해 환자(120) 내에 삽입되고/되거나 환자 내에서 내비게이션(navigated)될 수 있다. 제3 로봇 아암(112(C))은 또한, 아래에서 더 상세히 논의되는 바와 같이, 예컨대 제3 로봇 아암(112(C))을 정렬시킬 때, 스코프(130)의 손잡이(132)에 결합될 수 있다. 또한, 로봇 아암(112(A))은 EM 필드 발생기(140)에 결합되고, 이는 스코프(130)와 같은 의료 기구 상의 센서에 의해 검출되는 EM 필드를 발생시키도록 구성될 수 있다. EM 필드 발생기(140)는 일반적으로 절차의 단계 동안 치료 부위 부근에(예컨대, 특정 거리 내에) 위치될 수 있다. 3개의 로봇 아암이 특정 의료 기구에 연결된 것으로 도 1에 예시되어 있지만, 로봇 시스템(110)은 다양한 유형의 의료 기구에 연결하도록 구성된 임의의 수의 로봇 아암을 포함할 수 있다.

[0038] 로봇 시스템(110)은 의료 시스템(100)의 임의의 컴포넌트에 통신가능하게 결합될 수 있다. 예를 들어, 로봇 시스템(110)은 동작을 수행하기 위해, 예컨대 특정 방식으로 로봇 아암(112)을 제어하고, 의료 기구를 조작하는 등을 위해 제어 시스템(150)으로부터 제어 신호를 수신하도록 제어 시스템(150)에 통신가능하게 결합될 수 있다. 또한, 로봇 시스템(110)은 환자(120)의 내부 해부학적 구조를 묘사하는 이미지(이미지 데이터로도 지칭됨)를 스코프(130)로부터 수신하고/하거나 이미지를 제어 시스템(150)에 송신하도록 - 이는 이어서 디스플레이(들)(152) 상에 디스플레이될 수 있음 - 구성될 수 있다. 또한, 로봇 시스템(110)은 제어 시스템(150)과 같은, 의료 시스템(100)의 컴포넌트에, 그로부터 유체, 광학계, 전력 등이 수용되도록 허용하는 방식으로 결합될 수 있다.

[0039] 로봇 시스템(110) 및/또는 제어 시스템(150)은 로봇 아암들(112) 중 하나 이상을 원하는 위치(들)에, 예컨대 복수의 정렬 위치들(180(1) 내지 180(N))(이때 N은 1보다 큰 정수임) 중 하나 이상에 위치시키는 것을 보조하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110)은 의사(160)가 로봇 아암들(112) 중 하나 이상을 정렬시키는 것을 보조하기 위해 수동 이동에 대한 저항의 형태로 햅틱 피드백을 제공하도록 구성될 수 있다. 로봇 아

암(112)에 대한 저항의 양은 로봇 아암(112)이 이동되고 있는 방향, 정렬 위치에 대한 로봇 아암(112)의 근접도에 기초할 수 있다. 저항의 양은 로봇 아암(112)을 이동시킬 때 의사(160)가 경험하는 힘에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150) 및/또는 로봇 시스템(110)은 정렬 위치(180)에 더 가까워지는 방향으로의 수동 이동에 대한 제1 량의 저항을 제공하도록 제3 로봇 아암(112(C))을 구성하여, 의사(160)가 제3 로봇 아암(112(C))을 이동시킬 때, 정렬 위치(180)로부터 멀어지는 방향으로의 이동과 비교하여, 가벼운(또는 대안에서, 무거운) 느낌을 경험하게 할 수 있다. 또한, 제어 시스템(150) 및/또는 로봇 시스템(110)은 정렬 위치(180)로부터 멀어지는 방향으로의 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 제공하도록 제3 로봇 아암(112(C))을 구성하여, 의사(160)가 제3 로봇 아암(112(C))을 이동시킬 때, 정렬 위치(180)에 더 가까워지는 방향으로의 이동과 비교하여, 무거운(또는 대안에서, 가벼운) 느낌을 경험하게 할 수 있다.

[0040] 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110) 및/또는 제어 시스템(150)은 로봇 아암(112)이 정렬 위치에 도달할 때 로봇 아암(112)에 대한 저항의 양을 재구성할 수 있다. 예를 들어, 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치(180)에 더 가까워지는 방향으로의 수동 이동에 대한 제1 량의 저항을 그리고 정렬 위치(180)로부터 멀어지는 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 제공하도록 구성되는 것으로 가정한다. 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치(180)에 도달할 때, 제3 로봇 아암(112(C))은 정렬 위치들(180) 중 하나로부터 정렬 위치들(180) 중 다른 하나로의 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동에 대해 (제1 량의 저항과 비교하여) 더 작은(또는 일부 경우에, 더 큰) 양의 저항을 제공하도록 구성될 수 있다. 또한, 제3 로봇 아암(112(C))은 정렬 위치들(180) 중 임의의 것으로부터 멀어지는 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동에 대해 (제2 량의 저항과 비교하여) 훨씬 더 큰(또는 일부 경우에, 더 작은) 양의 저항을 제공하도록 구성될 수 있다. 이와 같이, 의사(160)는 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬되지 않은 위치로부터 정렬 위치(180)로 이행할 때 저항의 변화를 경험할 수 있어서, 로봇 아암(112(C))은 정렬 위치에서 마치 그것이 제위치에 로킹(locking)된 것처럼 느껴진다. 또한, 의사(160)는 제3 로봇 아암(112(C))을 정렬 위치들(180) 중 하나로부터 정렬 위치들(180) 중 다른 하나로 수동으로 이동시킬 때 훨씬 더 가벼운/쉬운 느낌을 경험할 수 있다.

[0041] 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110) 및/또는 제어 시스템(150)은 로봇 아암(112)을 정렬 위치로 자동으로 이동하도록 제어할 수 있다. 예를 들어, 의사(160)가 제3 로봇 아암(112(C))의 원위 단부를 정렬 위치(180(1))에 대한 근접도 내에서 수동으로 이동시키고, 제3 로봇 아암(112(C))을 해제하는 경우, 로봇 시스템(110) 및/또는 제어 시스템(150)은 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치(180(1))에 대한 사전결정된 거리 내에 있다면 제3 로봇 아암(112(C))을 정렬 위치(180(1))로 자동으로 이동시킬 수 있다. 일부 경우에, 제3 로봇 아암(112(C))은 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동이 일정 기간(예컨대, 사전결정된 기간)을 초과하는 동안 중단된 때 자동으로 정렬될 수 있고, 이는 아래에서 더 상세히 논의되는 바와 같이, 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동을 제어하기 위한 버튼을 해제하는 것에 기초할 수 있다.

[0042] 정렬 위치가 임의의 유형의 결정된/원하는 위치를 나타낼 수 있다. 일부 실시예에서, 로봇 아암에 대한 정렬 위치가 다른 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된다. 예를 들어, 도 1의 예에서, 제3 로봇 아암(112(C))에 대한 정렬 위치(180)는 제2 로봇 아암(112(B))의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 위치를 나타내고, 따라서 스코프(130)는 (제3 로봇 아암(112(C))에 부착될 때), 아래에서 더 상세히 논의되는 바와 같이, 실질적으로 직선인 가상 레일을 따라 삽입/후퇴될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 정렬 위치가 로봇 아암의 원위 단부의 이전의 위치를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 제3 로봇 아암(112(C))이 초기에, 스코프(130)의 손잡이(132)가 제3 로봇 아암(112(C))에 연결되거나 연결되지 않은 상태에서, 위치(180(2))에 위치되고, 이어서 후속하여 (예컨대, 추가 작업공간을 제공하기 위해) 스코프(130)를 분리시키거나 분리시키지 않은 상태에서 측면으로 이동되는 것으로 가정한다. 의사(160)가 스코프(130) 또는 상이한 의료 기구로 절차를 계속하기 위해 제3 로봇 아암(112(C))을 위치(180(2))로 복귀시키기를 원하는 경우, 의사(160)는 본 명세서에서 논의된 정렬 기법을 사용하여 제3 로봇 아암(112(C))의 단부를 위치(180(2))에 재정렬시키고/시키거나 스코프(130)/다른 의료 기구를 제3 로봇 아암(112(C))에 재부착할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 정렬 위치가 환자의 해부학적 구조에 대한 정렬과 연관될 수 있다. 예를 들어, 정렬 위치(180)가 환자(120)의 요도와 정렬되는 길이방향 축을 따라 위치될 수 있다. 예시의 용이함을 위해, 정렬 위치(180)는 3개의 표현으로 예시되어 있다. 그러나, 임의의 수의 정렬 위치가 구현될 수 있다.

[0043] 의료 기구는 스코프(때때로 "내시경"으로 지칭됨), 카테터(catheter), 니들(needle), 가이드와이어(guidewire), 쇄석기(lithotripter), 바스켓 회수 장치(basket retrieval device), 겸자, 진공, 니들, 메스(scalpel), 이미징 프로브(imaging probe), 조오(jaw), 가위, 파지기, 니들 홀더, 미세 절개기, 스테이플 어플라이어(staple applier), 텍커(tacker), 흡입/관주 도구, 클립 어플라이어(clip applier) 등과 같은 다양한 유형의 기구를 포

함할 수 있다. 의료 기구는 직접 진입 기구, 경피 진입 기구, 및/또는 다른 유형의 기구를 포함할 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 삽입 되도록 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(또는 작업 채널을 통해 전개되는 이미징 장치로 그러한 기능을 제공하도록 구성됨) 임의의 유형의 장기, 공동, 내강, 챔버, 및/또는 신체의 공간 내로 도입되도록 구성된 임의의 유형의 세장형 의료 기구를 지칭할 수 있다. 예를 들어, 스코프(130)와 같은 스코프 또는 내시경은 (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. 일부 실시예에서, 스코프는 췌석기, 바스켓팅 장치(basketing device), 겸자, 레이저 장치, 이미징 장치 등과 같은 추가 도구가 그것을 통해 치료 부위 내로 도입될 수 있는 하나 이상의 작업 채널을 포함한다.

[0045] 용어 "직접 진입" 또는 "직접 접근"은 그들의 넓고 통상적인 의미에 따라 본 명세서에 사용되고, 환자의 신체 내의 자연 또는 인공 개구를 통한 기구류(instrumentation)의 임의의 진입을 지칭할 수 있다. 예를 들어, 스코프(130)는 직접 접근 기구로 지칭될 수 있는데, 이는 스코프(130)가 요도를 통해 환자의 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 기구류의, 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, 카테터는 카테터가 환자의 피부를 천공한 시스/샤프트를 통해 삽입될 때 경피 접근 기구로 지칭될 수 있다.

[0047] 일부 실시예에서, 의료 기구는 센서 데이터를 생성하도록 구성된 센서(때때로 "위치 센서"로 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 롤(roll)을 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), 로봇 시스템(110), 및/또는 다른 시스템/장치에 제공할 수 있다.

[0048] 일부 실시예에서, 센서는 전도성 재료의 코일을 가진 전자기(EM) 센서를 포함할 수 있다. 여기서, EM 필드 발생기(140)와 같은 EM 필드 발생기가 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] 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(도 1에 예시되지 않음)를 포함할 수 있다. 이미징 장치는 하나 이상의 x-선 또는 CT 이미지와 같은, 절차 동안 환자(120)의 하나 이상의 이미지를 캡처/생성하도록 구성될 수 있다. 예에서, 이미징 장치로부터의 이미지는 의사(160)가 절차를 수행하는 것을 보조하기 위해 환자(120) 내의 의료 기구 및/또는 해부학적 구조를 관찰하도록 실시간으로 제공될 수 있다. 이미징 장치는 (예컨대, 환자(120) 내의 조영제에 의한) 형광투시법 또는 다른 유형의 이미징 기법을 수행하기 위해 사용될 수 있다.

- [0050] 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.
- [0051] 다양한 예에서, 의료 시스템(100)은 신장 해부학적 구조에 관련된 의료 절차를 수행하도록 구현된다. 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.
- [0052] 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).
- [0053] 신장은 다양한 체액 구획의 부피, 유체 삼투질농도, 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.
- [0054] 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 복횡근막이다.
- [0055] 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.
- [0056] 각각의 추체의 톱 또는 유두(papilla)는 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.
- [0057] 일부 실시예에서, 의료 시스템(100)은 신장 결석을 치료하는 데 사용될 수 있다. 요로 결석증으로도 알려진 신장 결석 질환은 "신장 결석", "요로 결석", "신결석", "신장 결석증", 또는 "신석증"으로 지칭되는, 물질의 고체 조각의 요로 내의 형성을 수반하는 의학적 질환이다. 요로 결석은 신장, 요관, 및 방광("방광 결석"으로 지칭됨)에서 형성되고/되거나 발견될 수 있다. 그러한 요로 결석은 요액 중의 무기질 농도의 결과로서 형성될 수 있고, 일단 그러한 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 화합물 또는 이들의 조합으로부터 형성될 수 있다.
- [0058] 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 접근법(예컨대, 요관경술 및 PCNL)에서, 의사는 병리(즉, 제거될 물체; 예컨대, 결석)에 대한 접근을 달성하고,

결석은 더 작은 조각 또는 파편으로 부서지고, 비교적 작은 결석 파편/미립자는 신장으로부터 기계적으로 추출된다.

[0059] 방광 및 요관으로부터 요로 결석을 제거하기 위해, 외과의는 요도를 통해 요로 내로 요관경을 삽입할 수 있다. 전형적으로, 요관경은 그의 원위 단부에서 요로의 시각화를 가능하게 하도록 구성된 내시경을 포함한다. 요관경은 또한 요로 결석을 포획하거나 부수기 위한 쇄석술 장치를 포함할 수 있다. 요관경술 절차 동안, 한 명의 의사/전문가가 요관경의 위치를 제어할 수 있고, 한편 다른 한 명의 의사/전문가가 쇄석술 장치(들)를 제어할 수 있다. 신장으로부터 비교적 큰 결석(즉, "신장 결석")을 제거하기 위해, 의사는 결석(들)을 부수고 그리고/또는 제거하기 위해 치료 부위에 대한 접근을 제공하도록 피부를 통해(즉, 경피적으로) 신장경을 삽입하고 조직에 개재시키는 것을 포함하는 경피 신절석술("PCNL") 기법을 사용할 수 있다.

[0060] 본 명세서에 기술된 몇몇 예에서, 로봇-보조식 경피 절차는 신장 결석 제거 절차와 같은 다양한 의료 절차와 관련하여 구현될 수 있고, 여기서 로봇 도구(예컨대, 의료 시스템(100)의 하나 이상의 컴포넌트)는 의사/비뇨기와 의사가 내시경(예컨대, 요관경술) 표적 접근뿐만 아니라 경피 접근/치료를 수행할 수 있게 할 수 있다. 그러나, 본 개시는 신장 결석 제거 및 로봇-보조식 절차에만 제한되지는 않는다. 일부 구현예에서, 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 비뇨기와 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/경피 절차 또는 다른 유형의 절차에서 구현될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0061] 하나의 예시적인 절차에서, 의료 시스템(100)은 환자(120)로부터 신장 결석(190)을 제거하는 데 사용될 수 있다. 절차를 위한 설정 동안, 의사(160)는 로봇 시스템(110)의 로봇 아암(112)을 적절한/원하는 구성으로 위치시킬 수 있다. 예를 들어, 의사(160)는 도 1에 도시된 바와 같이, 치료 부위(즉, 신장 결석(190))이 위치한 신장(191) 부근에서 제1 로봇 아암(112(A))을 수동으로 이동시킬 수 있다. EM 필드 발생기(140)는 절차 동안 스코프(130) 및/또는 다른 기구의 위치를 추적하는 것을 보조하기 위해 제1 로봇 아암(112(A))에 연결될 수 있다. 제1 로봇 아암(112(A))이 환자(120)에 비교적 가깝게 위치되지만, 일부 실시예에서, 제1 로봇 아암(112(A))은 다른 곳에 위치되고/되거나 EM 필드 발생기(140)는 테이블(170)에 통합된다(이는 제1 로봇 아암(112(A))이 도킹된 위치에 있도록 허용할 수 있음).

[0062] 또한, 의사(160)는 도시된 바와 같이, 제2 로봇 아암(112(B))을 환자(120)의 다리들 사이에 수동으로 위치시킬 수 있다. 이러한 예에서, 의사(160)는 의료 기구(193)를 적어도 부분적으로 요도(192) 내로 삽입하고, 의료 기구(193)를 제2 로봇 아암(112(B))에 연결한다. 의료 기구(193)는 스코프(130)를 수용하도록 구성된 루멘-유형 장치(예컨대, 접근 시스템)를 포함하여, 스코프(130)를 환자(120)의 해부학적 구조 내로 삽입하는 것을 보조할 수 있다. 제2 로봇 아암(112(B))을 환자(120)의 요도(192)에 정렬시키고/시키거나 의료 기구(193)를 사용함으로써, 영역 내의 민감한 해부학적 구조에 대한 마찰 및/또는 힘이 감소될 수 있다. 일단 의료 기구(193)가 적어도 부분적으로 요도(192) 내로 삽입되면, 스코프(130)는 환자(120) 내로 수동으로, 로봇으로, 또는 이들의 조합으로 삽입될 수 있다. 의료 기구(193)가 도 1에 예시되어 있지만, 일부 실시예에서, 의료 기구(193)는 사용되지 않는다(예컨대, 스코프(130)는 요도(192) 내로 직접 삽입됨).

[0063] 의사(160)는 또한 제3 로봇 아암(112(C))을 제2 로봇 아암(112(B))과 정렬되도록 수동으로 위치시킬 수 있다. 예를 들어, 제3 로봇 아암(112(C))은 정렬 위치들(180) 중 하나 이상으로 이동될 수 있고, 이는 제2 로봇 아암(112(B))에 대한 정렬을 나타낼 수 있다. 스코프(130)의 손잡이(132)는 이어서 제3 로봇 아암(112(C))의 원위 단부에 연결될 수 있다. 이러한 예가 로봇 아암(112)을 위치시키고 이어서 스코프(130)/EM 필드 발생기(140)를 연결하는 맥락에서 논의되지만, 스코프(130)/EM 필드 발생기(140)는 임의의 시간에 로봇 아암(112)에 연결될 수 있다. 예를 들어, 스코프(130)는 제3 로봇 아암(112(C))에 연결되고 이어서 정렬 위치들(180) 중 하나 이상에 위치될 수 있다.

[0064] 의사(160)는 로봇 시스템(110)이 스코프(130)를 요도(192)로부터, 방광(194)을 통해, 위로 요관(195)으로, 그리고 신장(191) 내로 전진 및/또는 내비게이션하게 하도록 제어 시스템(150)과 상호작용할 수 있다. 의사(160)는 신장 결석(190)의 위치를 찾아내도록 스코프(130)를 내비게이션할 수 있다. 제어 시스템(150)은 의사(160)가 스코프(130)를 내비게이션하는 것을 보조하기 위해 스코프(130)에 관한 정보를 디스플레이(들)(152)를 통해 제공할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 의사(160)가 스코프(130)를 제어하는 것을 보조하기 위해 스코

프(130)에 의해 캡처된 실시간 이미지(들)를 관찰하도록 디스플레이(들)(152)를 통해 인터페이스(예시되지 않음)를 제시할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 스코프(130)의 위치 및/또는 배향을 결정하기 위해 위치결정 기법을 사용할 수 있고, 이는 스코프(130)를 제어하는 것을 또한 보조하도록 디스플레이(들)(152)를 통해 의사(160)에 의해 관찰될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 의사(160)가 스코프(130)를 제어하는 것을 보조하기 위해, 환자(120)의 내부 해부학적 구조의 x-선 이미지와 같은 다른 유형의 정보가 디스플레이(들)(152)를 통해 제시될 수 있다.

[0065] 일단 신장 결석(190)의 부위에(예컨대, 신장(191)의 신배 내에) 있게 되면, 스코프(130)는 신장(191)에 경피적으로 접근하는 카테터를 위한 표적 위치를 지정/태깅하는(tag) 데 사용될 수 있다. 신장(191) 및/또는 주변 해부학적 구조에 대한 손상을 최소화하기 위해, 의사(160)는 경피적으로 신장(191) 내로 진입하기 위한 표적 위치로서, 유두(196)와 같은 유두를 지정할 수 있다. 그러나, 다른 표적 위치가 지정되거나 결정될 수 있다. 유두(196)를 지정하는 일부 실시예에서, 의사(160)는 유두(196)와 접촉하도록 스코프(130)를 내비게이팅할 수 있고, 제어 시스템(150)은 스코프(130)의 위치(예컨대, 스코프(130)의 단부의 위치)를 결정하기 위해 위치결정 기법을 사용할 수 있으며, 제어 시스템(150)은 스코프(130)의 위치를 표적 위치와 연관시킬 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 의사(160)는 스코프(130)를 유두(196)에 대한 특정 거리 내에 있도록 내비게이팅하고(예컨대, 유두(196)의 전방에 파킹함(park)), 표적 위치가 스코프(130)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. 또한, 일부 실시예에서, 스코프(130)는 유두(196)를 표적 위치로서 마킹하기 위한 기준점을 전달할 수 있다.

[0066] 표적 위치가 지정될 때, 의사(160)는 제1 로봇 아암(112(A))으로부터 EM 필드 발생기(140)를 제거하고, 카테터를 제1 로봇 아암(112(A))에 부착할 수 있다. 의사(160)는 로봇 시스템(110)이 카테터를 환자(120) 내의 경피 접근 경로를 통해 표적 위치로(예컨대, 환자(120)의 피부를 통해 그리고 지정된 유두(196)를 통해 신장(120) 내로) 전진 및/또는 내비게이팅하게 하도록 제어 시스템(150)과 상호작용할 수 있다. 일부 실시예에서, 니들 또는 다른 의료 기구가 환자(120) 내로 삽입되어 경피 접근 경로를 생성하고, 카테터가 이어서 그 내부에 삽입된다. 카테터는, 예컨대 카테터를 삽입, 후퇴, 및/또는 관절운동시켜 표적 부위에 도달하고/하거나 환자(120)로부터 신장 결석(190)을 제거하기 위해 제1 로봇 아암(112(A))에 의해 제어될 수 있다. 제어 시스템(150)은 의사(160)가 카테터를 내비게이팅하는 것을 보조하기 위해 카테터에 관한 정보를 디스플레이(들)(152)를 통해 제공할 수 있다. 예를 들어, 인터페이스(들)가 스코프(130)의 시점으로부터 이미지 데이터를 제공할 수 있다. 이미지 데이터는 (예컨대, 스코프(130)의 이미징 장치의 시야 내에 있을 때) 카테터를 묘사할 수 있고, 따라서 카테터는 적절한 방식으로 내비게이팅/제어될 수 있다.

[0067] 스코프(130) 및/또는 카테터가 (예컨대, 상이한 접근 경로를 통해) 표적 위치에 위치되면, 의사(160)는 스코프(130)를 사용하여 신장 결석(190)을 부수고 그리고/또는 카테터를 사용하여 환자(120)로부터 신장 결석(190)의 조각을 추출할 수 있다. 예를 들어, 스코프(130)는 신장 결석(190)을 조각으로 부수기 위한 도구(예컨대, 레이저, 절단 기구 등)를 전개할 수 있고, 카테터는 경피 접근 경로를 통해 신장(191)으로부터 조각을 흡입할 수 있다. 예에서, 카테터 및/또는 스코프(130)는 신장 결석(190)의 제거를 용이하게 하기 위해 관주 및/또는 흡인을 제공할 수 있다. 예를 들어, 카테터는 (예시되지 않은) 관주 및/또는 흡인 시스템에 결합될 수 있다. 위에서 언급된 바와 같이, 제어 시스템(150)은 신장 결석(190)을 제거하는 것을 보조하기 위해(예컨대, 신장 결석(190)이 부서지고 카테터를 사용하여 신장(191)으로부터 제거되고 있음을 관찰하기 위해) 스코프(130)의 시점으로부터 이미지 데이터를 제공할 수 있다.

[0068] 절차 전의, 절차 동안의, 또는 절차 후의 임의의 시점에, 의료 시스템(100)은 로봇 아암들(112) 중 하나 이상을 위치시키기 위해 본 명세서에서 논의된 정렬 기법을 구현할 수 있다. 일례에서, 제3 로봇 아암(112(C))이 (예컨대, 정렬 위치(180)로) 제2 로봇 아암(112(B))과 정렬되고 있을 때, 제3 로봇 아암(112(C))은 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치(180)에 더 가깝게 또는 그로부터 더 멀어지게 이동하고 있는지를 의사(160)에게 표시하기 위해 상이한 양의 저항을 나타낼 수 있다. 다른 예에서, 로봇 시스템(110)/제어 시스템(150)은 도 1에 예시된 바와 같은 제1 로봇 아암(112(A))의 원위 단부의 위치를 나타내는 정보를 저장할 수 있다. 의사(160)는 이어서 (예컨대, 일단 스코프(130)가 표적 부위에 도달하였으면) EM 필드 발생기(140)를 분리하고 카테터 또는 다른 기구를 부착하기 위해 제1 로봇 아암(112(A))을 환자(120)로부터 멀어지게 측면에 배치할 수 있다. 제1 로봇 아암(112(A))은 카테터의 사용을 위해 배열될 수 있다. 일단 카테터가 사용되었으면, 의사(160)는 제1 로봇 아암(112(A))을 다시 측면으로 이동시킴으로써 EM 필드 발생기(140)를 재부착할 수 있다. 의사(160)는 EM 필드 발생기(140)가 다시 부착됨을 나타내고 제1 로봇 아암(112(A))의 이전의 위치와의 재정렬을 요청하는 입력을 제공

할 수 있다. 제1 로봇 아암(112(A))은 제1 로봇 아암(112(A))이 제1 로봇 아암(112(A))의 이전의 위치에 더 가깝게 또는 그로부터 더 멀어지게 이동하고 있는지를 표시하기 위해 상이한 양의 저항을 나타낼 수 있다.

[0069] 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 기능의 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.

[0070] 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(112)에 의해 각각 보유/제어될 수 있다.

[0071] 예시적인 제어 시스템 및 로봇 시스템

[0072] 도 2는 도 1의 제어 시스템(150) 및 로봇 시스템(110)의 예시적인 상세 사항을 도시하는 한편, 도 3은 하나 이상의 실시예에 따른 로봇 시스템(110)의 추가 상세 사항을 도시한다. 제어 시스템(150) 및/또는 로봇 시스템(110)의 소정 컴포넌트가 도 2 및/또는 도 3에 예시되어 있지만, 도시되지 않은 추가 컴포넌트가 본 개시에 따른 실시예에 포함될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 예시된 컴포넌트들 중 임의의 것은 생략되고, 상호교환되고, 그리고/또는 다른 장치/시스템, 예컨대 테이블(170), 의료 기구 등에 통합될 수 있다.

[0073] 도 2를 참조하면, 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: 하나 이상의 I/O 컴포넌트(202), 하나 이상의 통신 인터페이스(204), 하나 이상의 전력 공급 유닛(206), 및/또는 하나 이상의 가동화 컴포넌트(208)(예컨대, 캐스터(caster) 또는 다른 유형의 휠(wheel)). 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 가동화 컴포넌트(208)로 이동가능한 카트-기반 시스템으로 예시되어 있다. 일부 경우에, 적절한 위치에 도달한 후에, 하나 이상의 가동화 컴포넌트(208)는 제어 시스템(150)을 제위치로 유지시키기 위해 휠 로크(wheel lock)를 사용하여 움직이지 못하게 될 수 있다. 그러나, 제어 시스템(150)은 고정형 시스템으로서 구현되고, 다른 시스템/장치에 통합되고, 기타 등등일 수 있다.

[0074] 제어 시스템(150)의 다양한 컴포넌트는 제어 회로의 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 시스템(150)의 컴포넌트들 중 2개 이상은 서로 전기적으로 그리고/또는 통신가능하게 결합될 수 있다.

[0075] 하나 이상의 I/O 컴포넌트/장치(202)는 입력을 수신하고/하거나 출력을 제공하기 위한, 예컨대 의료 절차를 수행하는 것을 보조하기 위해 사용자와 인터페이싱하기 위한 다양한 컴포넌트를 포함할 수 있다. 하나 이상의 I/O 컴포넌트(202)는 터치, 음성, 제스처, 또는 임의의 다른 유형의 입력을 수신하도록 구성될 수 있다. 예에서, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(202)는 장치/시스템의 제어에 관한 입력을 제공하기 위해, 예컨대 로봇 시스템(110)을 제어하고, 로봇 시스템(110)에 부착된 스코프 또는 다른 의료 기구를 내비게이팅하고, 테이블(170)을

제어하고, 형광투시법 장치를 제어하는 등을 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 의사(160)(예시되지 않음)는 I/O 컴포넌트(들)(202)를 통해 입력을 제공할 수 있고, 이에 응답하여, 제어 시스템(150)은 의료 기구를 조작하도록 로봇 시스템(110)에 제어 신호를 송신할 수 있다. 예에서, 의사(160)는 동일한 I/O 장치를 사용하여 다수의 의료 기구를 제어할 수 있다(예컨대, 기구들 사이에서 제어를 전환함).

[0076] 도시된 바와 같이, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(202)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(202)는 터치 패드, 제어기(예컨대, 핸드-헬드 제어기, 비디오-게임-유형 제어기 등), 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(210)를 포함할 수 있다. 추가적으로, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(202)는 오디오 신호에 기초하여 소리를 출력하도록 구성된 하나 이상의 스피커 및/또는 소리를 수신하고 오디오 신호를 생성하도록 구성된 하나 이상의 마이크를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(202)는 콘솔(console)을 포함하거나 콘솔로서 구현된다.

[0077] 일부 실시예에서, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(202)는 절차에 관련된 정보를 출력할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)은 스크프에 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)를 제시할 수 있고, 이는 스크프 및/또는 다른 의료 기구로부터의 이미지 데이터를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 제어 시스템(150)은 환자와 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 환자의 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, SpO₂), CO₂, 뇌파(예컨대, EEG), 환경 및/또는 국소 또는 심부 체온 등을 포함하는, 의료용 모니터를 통해 디스플레이되는 정보를 포함할 수 있다.

[0078] 하나 이상의 통신 인터페이스(204)는 하나 이상의 장치/센서/시스템과 통신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 통신 인터페이스(204)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(204)는 블루투스, Wi-Fi, 근접 무선 통신(NFC) 등과 같은 무선 기술을 구현할 수 있다.

[0079] 하나 이상의 전력 공급 유닛(206)은 제어 시스템(150)(및/또는 일부 경우에, 로봇 시스템(110))을 위한 전력을 관리하고/하거나 제공하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 전력 공급 유닛(206)은 리튬-기반 배터리, 납-산 배터리, 알칼리 배터리, 및/또는 다른 유형의 배터리와 같은 하나 이상의 배터리를 포함한다. 즉, 하나 이상의 전력 공급 유닛(206)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(206)은 교류(AC) 또는 직류(DC) 주 전원에 결합하도록 구성된 주 전력 커넥터를 포함한다.

[0080] 도 2에 도시되지 않지만, 제어 시스템(150)은 의료 기구(예컨대, 스크프), 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 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.

[0081] 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 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 디스플레이하기 위한 실시간 이미지를 생성하는 데 사용될 수 있다. 유사하게, 제어 시

스템(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/하거나 위치시키는 데 사용될 수 있다.

[0082] 또한, 일부 실시예에서, 제어 시스템(150)은 하나 이상의 케이블 또는 연결부(도시되지 않음)를 통해 로봇 시스템(110), 테이블(170), 및/또는 의료 기구에 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.

[0083] 도 2 및 도 3을 참조하면, 로봇 시스템(110)은 일반적으로 세장형 지지 구조물(210)("칼럼(column)"으로도 지칭됨), 로봇 시스템 기부(212), 및 칼럼(210)의 상부에 있는 콘솔(214)을 포함한다. 칼럼(210)은 하나 이상의 로봇 아암(112)의 전개를 지원하기 위한 하나 이상의 캐리지(carriage)(216)("아암 지지부(216)"로도 지칭됨)를 포함할 수 있다. 캐리지(216)는 환자에 대한 위치설정을 위해 로봇 아암(112)의 기부를 조정하도록 수직 축을 따라 회전하는 개별적으로 구성가능한 아암 마운트(arm mount)를 포함할 수 있다. 캐리지(216)는 또한 캐리지(216)가 칼럼(210)을 따라 수직으로 병진하도록 허용하는 캐리지 인터페이스(218)를 포함한다. 캐리지 인터페이스(218)는 캐리지(216)의 수직 병진을 안내하기 위해 칼럼(210)의 서로 반대편에 있는 측부들 상에 위치되는, 슬롯(slot)(220)과 같은 슬롯을 통해 칼럼(210)에 연결될 수 있다. 슬롯(220)은 캐리지(216)를 기부(212)에 대해 다양한 수직 높이에 위치시키고/시키거나 유지시키기 위한 수직 병진 인터페이스를 포함할 수 있다. 캐리지(216)의 수직 병진은 로봇 시스템(110)이 로봇 아암(112)의 도달범위를 조정하여 다양한 테이블 높이, 환자 크기, 의사 선호도 등을 충족시키도록 허용한다. 유사하게, 캐리지(216)상의 개별적으로 구성가능한 아암 마운트는 로봇 아암(112)의 로봇 아암 기부(222)가 다양한 구성으로 경사지도록 허용한다. 칼럼(210)은 내부적으로, 사용자 입력, 예컨대 I/O 장치(들)로부터의 입력에 응답하여 생성된 제어 신호에 응답하여 기계화된 방식으로 캐리지(216)를 병진시키기 위해 수직으로 정렬된 리드 스크류(lead screw)를 사용하도록 설계되는, 기어 및/또는 모터와 같은 메커니즘을 포함할 수 있다.

[0084] 기부(212)는 바닥과 같은 표면 위에서 칼럼(210), 캐리지(216), 및/또는 로봇 아암(112)의 중량의 균형을 잡을 수 있다. 따라서, 기부(212)는 하나 이상의 전자장치, 모터, 전력 공급부 등과 같은 더 무거운 컴포넌트뿐만 아니라, 이동을 가능하게 하고/하거나 로봇 시스템(110)을 움직이지 못하게 하는 컴포넌트를 수용할 수 있다. 예를 들어, 기부(212)는 로봇 시스템(110)이 절차를 위해 수술실을 돌아다니도록 허용하는 롤링가능 휠(224)("캐스터(224)" 또는 "가동화 컴포넌트(224)"로도 지칭됨)를 포함할 수 있다. 적절한 위치에 도달한 후에, 캐스터(224)는 절차 동안 로봇 시스템(110)을 제위치로 유지시키기 위해 휠 로크를 사용하여 움직이지 못하게 될 수 있다. 도시된 바와 같이, 로봇 시스템(110)은 또한 로봇 시스템(110)을 조종하고/하거나 안정시키는 것을 보조하기 위한 손잡이(226)를 포함한다. 이러한 예에서, 로봇 시스템(110)은 이동가능한 카트-기반 시스템으로 예시되어 있다. 그러나, 로봇 시스템(110)은 고정형 시스템으로서 구현되고, 테이블에 통합되고, 기타 등등일 수 있다.

[0085] 로봇 아암(112)은 일반적으로, 일련의 조인트(232)에 의해 연결되는 일련의 링크장치(linkage)(230)("아암 세그먼트(230)"로도 지칭됨)에 의해 분리되는 로봇 아암 기부(222) 및 엔드 이펙터(228)를 포함할 수 있다. 각각의 조인트(232)는 독립적인 액추에이터(actuator)를 포함할 수 있고, 각각의 액추에이터는 독립적으로 제어가능한 모터를 포함할 수 있다. 각각의 독립적으로 제어가능한 조인트(232)는 로봇 아암(112)이 이용가능한 독립적인 자유도(degree of freedom)를 나타낸다. 예를 들어, 아암들(112) 각각은 7개의 조인트를 갖고, 따라서 7 자유도를 제공할 수 있다. 그러나, 임의의 수의 조인트가 임의의 자유도로 구현될 수 있다. 예에서, 다수의 조인트는 다수의 자유도를 생성하여, "여유(redundant)" 자유도를 허용할 수 있다. 여유 자유도는 로봇 아암(112)이 상이한 링크장치 위치 및/또는 조인트 각도를 사용하여 공간에서 특정 위치, 배향, 및/또는 궤적으로 그들 각각의 엔드 이펙터(228)를 위치시키도록 허용한다. 일부 실시예에서, 엔드 이펙터(228)는 의료 기구, 장치, 물체 등과 맞물리고/리거나 그들을 제어하도록 구성될 수 있다. 아암(112)의 이동의 자유는 로봇 시스템(110)이 의료 기구를 공간에서 원하는 지점으로부터 위치시키고/시키거나 지향시키도록 허용하고/하거나 의사가 아암 충돌을 회피하면서 접근을 생성하기 위해 아암(112)을 환자로 부터 떨어진 임상적으로 유리한 위치로 이동시키도록 허용할 수 있다.

[0086] 로봇 아암들(112) 각각의 엔드 이펙터(228)는 메커니즘 체인저 인터페이스(mechanism changer interface, MC I)로 지칭되거나 그것을 사용하여 부착될 수 있는 기구 장치 조작기(instrument device manipulator, IDM)를

포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 동일한 IDM이 스코프, 카테터, EM 필드 발생기 등과 같은, 상이한 기구/장치를 부착하는 데 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 그러한 IDM은 제거되고, 상이한 유형의 기구/장치에 대해 상이한 유형의 IDM으로 대체될 수 있다. 예를 들어, 제1 유형의 IDM이 내시경을 조작할 수 있고, 제2 유형의 IDM이 카테터를 조작할 수 있으며, 제3 유형의 IDM이 EM 필드 발생기를 유지할 수 있는 등이다. IDM/MCI는 로봇 아암(112)으로 공압, 전력, 전기 신호, 및/또는 광학 신호를 전달하기 위한 커넥터를 포함할 수 있다. IDM(228) 및/또는 의료 기구(예컨대, 수술 도구/기구)는 직접 구동, 하모닉 구동(harmonic drive), 기어식 구동, 벨트 및 풀리, 자기 구동 등을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, IDM(228)은 로봇 아암들(112) 중 각각의 아암에 부착될 수 있고, 여기서 로봇 아암(112)은 각각의 결합된 의료 기구를 치료 부위 내로 또는 그 외부로 삽입 또는 후퇴시키도록 구성된다.

[0087] 로봇 아암들(112) 각각의 엔드 이펙터(228)는 의료 기구에 연결하고/하거나 그것과 정렬하기 위한 다양한 컴포넌트/요소를 포함할 수 있다. 로봇 아암들(112) 중 하나의 엔드 이펙터(228)의 확대된 이미지에 도시된 바와 같이, 엔드 이펙터(228)는 의료 기구를 제어/관절운동시키기 위한 다수의 기어(302), 의료 기구로부터의 데이터를 판독하기 위한 판독기(304)(예컨대, 의료 기구로부터의 일련 번호를 판독하기 위한 무선-주파수 식별(RFID) 판독기), 의료 기구를 IDM(228)에 부착하기 위한 체결구(306)(예컨대, 의료 기구를 고정하기 위한 래치(latch)), 환자에 수동으로 부착된 기구(예컨대, 접근 시스)와 정렬시키기 위한 그리고/또는 IDM(228)의 전방 표면을 한정하기 위한 마커(308)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 엔드 이펙터(228)의 일부분(310)(예컨대, 플레이트)은 예컨대 로봇 아암(112)이 어드미턴스 제어 모드(admittance control mode)에서 동작하고 있을 때 사용자에게 의해 회전/선회하도록 구성될 수 있다.

[0088] 엔드 이펙터(228)가 직접 의료 기구에 그리고/또는 다른 장치를 통해 의료 기구에 결합하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 어댑터(예시되지 않음)가 엔드 이펙터(228)와 의료 기구 사이의 인터페이스(예컨대, 드라이버 인터페이스)를 제공하기 위해 엔드 이펙터(228)에 제거가능하게 그리고/또는 분리가능하게 결합될 수 있다. 어댑터는 공압, 전력, 전기 신호, 및/또는 광학 신호를 전달하기 위한 커넥터를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 어댑터에는 모터와 같은 임의의 전기-기계 컴포넌트가 없을 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 일부 구성에서, 로봇 아암(112)과 의료 기구 사이의 멸균 장벽을 제공하기 위해, 플라스틱 시트 등과 같은 멸균 드레이프가 엔드 이펙터(228)와 의료 기구/어댑터 사이에 배치될 수 있다. 어댑터 및/또는 멸균 드레이프는 의료 절차에 사용되는 의료 기구를 멸균할 필요성, 및/또는 그들의 복잡한 기계 조립체 및/또는 민감한 전자장치로 인해 고가의 자본 장비를 적절하게 멸균할 수 없음으로 인해 구현될 수 있다. 따라서, 의료 기구, 어댑터, 및/또는 멸균 드레이프가 개별 멸균 또는 폐기를 위해 로봇 아암(112)으로부터 분리, 제거, 및/또는 상호교환되도록 설계될 수 있다. 대조적으로, 로봇 아암(112)은 일부 경우에 변경 또는 멸균될 필요가 없고/없거나 보호를 위해 드레이핑(draped) 수 있다. 어댑터와 같은 컴포넌트는 일부 맥락에서 메커니즘 체인저 인터페이스(MCI)로 지칭될 수 있다.

[0089] 일부 실시예에서, 로봇 아암(112)은 그에 부착된 의료 기구(예컨대, 스코프의 시스 및/또는 리더(leader))의 위치, 배향, 및/또는 틸 관절운동을 제어하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암(112)은 세장형 이동 부재를 사용하여 스코프를 조작하도록 구성될/구성가능할 수 있다. 세장형 이동 부재는 하나 이상의 당김 와이어(pull wire)(예컨대, 당김 또는 밀어냄 와이어(push wire)), 케이블, 섬유, 및/또는 가요성 샤프트를 포함할 수 있다. 예시하기 위해, 로봇 아암(112)은 스코프의 틸을 편향시키기 위해 스코프에 결합된 다수의 당김 와이어를 작동시키도록 구성될 수 있다. 당김 와이어는 임의의 적합한 또는 바람직한 재료, 예컨대 스테인리스 강, 케블라(Kevlar), 텅스텐, 탄소 섬유 등과 같은 금속 및/또는 비-금속 재료를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 스코프는 세장형 이동 부재에 의해 인가되는 힘에 응답하여 비선형 거동을 나타내도록 구성된다. 비선형 거동은 스코프의 강직성 및 압축성뿐만 아니라, 상이한 세장형 이동 부재들 사이의 슬랙(slack) 또는 강직성의 변동에 기초할 수 있다.

[0090] 도시된 바와 같이, 콘솔(214)은 로봇 시스템(110)의 칼럼(210)의 상부 단부에 위치된다. 콘솔(214)은 의사/사용자에게 수술전 데이터, 수술중 데이터, 로봇 시스템(110)을 구성하기 위한 정도 등을 제공하기 위해 사용자 입력을 수신하고/하거나 출력을 제공하기 위한 사용자 인터페이스를 제공하는 디스플레이(들)(234)(예컨대, 터치스크린과 같은 이중-목적 장치)를 포함할 수 있다. 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/또는 좌표 정보뿐만 아니라, 호흡, 심박수, 및/또는 맥박과 같은 바이탈 환자 통계치를 포함할 수 있다. 콘솔(214)은 의사가 아암 지지부(216) 반대편에 있는 칼럼(214)의 측부로부터 콘솔(214)에 접근하게 허용하도록

위치되고 틸팅될(tilted) 수 있다. 이러한 위치로부터, 의사는 로봇 시스템(110) 뒤로부터 콘솔(214)을 동작시키면서 콘솔(214), 로봇 아암(112), 및 환자를 관찰할 수 있다.

[0091] 로봇 시스템(110)은 입력을 수신하고/하거나 출력을 제공하기 위한, 예컨대 사용자와 인터페이싱하기 위한 하나 이상의 I/O 컴포넌트/장치(236)를 포함할 수 있다. 하나 이상의 I/O 컴포넌트(236)는 터치, 음성, 제스처, 또는 임의의 다른 유형의 입력을 수신하도록 구성될 수 있다. 예에서, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(236)는 장치/시스템의 제어에 관한 입력을 제공하는 데, 예컨대 로봇 시스템(110)을 제어/구성하는 데 사용될 수 있다. 도시된 바와 같이, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(236)는 데이터를 디스플레이하도록 구성된 하나 이상의 디스플레이(234)를 포함할 수 있다. 하나 이상의 디스플레이(234)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(234)는 입력을 수신하고/하거나 데이터를 디스플레이하도록 구성된 하나 이상의 터치스크린을 포함한다. 또한, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(236)는 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(238)를 포함할 수 있다. 추가적으로, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(236)는 오디오 신호에 기초하여 소리를 출력하도록 구성된 하나 이상의 스피커 및/또는 소리를 수신하고 오디오 신호를 생성하도록 구성된 하나 이상의 마이크를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(236)는 콘솔(214)을 포함하거나 콘솔로서 구현된다. 또한, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(236)는 (어드미턴스 제어 모드를 인에이블/디스에이블(enable/disable)할 수 있는) 로봇 아암(112)의 원위 단부 상의 버튼(312)과 같은, 물리적으로 눌릴 수 있는 하나 이상의 버튼을 포함할 수 있다.

[0092] 로봇 시스템(110)의 다양한 컴포넌트는 제어 회로의 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 상호접속을 용이하게 하도록 구성된 하나 이상의 인쇄 회로 보드를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110)의 컴포넌트들 중 2개 이상은 서로 전기적으로 그리고/또는 통신가능하게 결합될 수 있다.

[0093] 일부 실시예에서, 로봇 아암(112) 및/또는 로봇 시스템(110) 중 하나 이상은 어드미턴스 제어 모드를 동작시키도록 구성될 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "어드미턴스 제어 모드"(또는 간단히 "어드미턴스 모드")는 사용자가 로봇 아암(112)의 이동을, 그에 힘을 인가함으로써 제어하는 로봇 아암(112)/로봇 시스템(110)의 제어 모드를 지칭할 수 있다. 예를 들어, 어드미턴스 제어 모드에서 동작할 때, 로봇 아암(112)은 전자 사용자 제어부를 사용함이 없이 사용자에게 의해, 예컨대 로봇 아암(112)을 파지하고 그에 힘을 인가함으로써 수동으로 이동될 수 있다. 이와 같이, 사용자는 로봇 아암의 위치를 직접 제어하는 것이 가능할 수 있다. 예에서, 로봇 아암(112)은 로봇 아암(112)의 현재 자세(예컨대, 배향 및 위치)를 재위치시키고/시키거나 유지하도록 구성된 구동 컴포넌트(들)(예컨대, 로봇 아암(112)의 이동을 제어하기 위한 모터/액추에이터)를 포함할 수 있다. 따라서, 어드미턴스 제어 기능을 제공하기 위해, 로봇 시스템(110)/제어 시스템(150)은 사용자에게 의해 로봇 아암(112)에 부여되는 힘을 측정하고, 측정된 힘을 입력 값으로서 사용하여 구동 컴포넌트들 중 하나 이상을 작동시킬 수 있다.

[0094] 예시하기 위해, 어드미턴스 제어 모드가 인에이블될 때, 로봇 아암(112)은 로봇 아암에 인가되는 힘에 기초하여 로봇 아암(112)의 수동 조작으로 사용자에게 의해 자유롭게 이동될 수 있다. 예를 들어, 사용자는 로봇 아암(112)의 원위 단부를 파지하고, 로봇 아암(112)의 원위 단부(및/또는 로봇 아암(112)의 다른 부분)를 원하는 위치에 위치시키기 위한 힘을 인가할 수 있다. 어드미턴스 제어 모드가 디스에이블되고/되거나 로봇 아암에 인가되는 힘이 임계치보다 작을 때, 로봇 아암(112)은 소정 위치에 고정된 상태로 유지될 수 있다(예컨대, 로봇 아암(112)의 수동 이동을 억제함). 일부 경우에, 어드미턴스 제어 모드에서, 로봇 아암(112)은 로봇 아암(112)의 엔드 이펙터의 배향을 변경함이 없이 X, Y, Z 방식으로 이동될 수 있다(예컨대, 사용자가 로봇 아암(112)을 틸팅시킬 수 없음). 그러나, 다른 실시예에서, 제3 로봇 아암(112(C))의 배향은 어드미턴스 제어 모드에서 변경될 수 있다.

[0095] 로봇 아암(112)/로봇 시스템(110)은 다양한 방식으로 어드미턴스 제어 모드에 진입/그것을 종료할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 로봇 시스템(110)/제어 시스템(150)(예컨대, 인터페이스, 제어기 등)을 통해 입력을 제공하거나, 로봇 아암(112) 상의 버튼(312)을 통해 입력을 제공하거나, 달리 입력을 제공하여 어드미턴스 제어 모드를 인에이블/디스에이블할 수 있다. 일부 실시예에서, 로봇 아암(112)의 엔드 이펙터(228) 및/또는 아암 세그먼트(230)는, 작동될/접촉될 때 어드미턴스 제어 모드를 인에이블하는(예컨대, 로봇 아암(112)을 어드미턴스 제

어 모드로 이행시킴), 버튼(312)("어드미턴스 제어 버튼(312)"으로도 지칭됨)과 같은 하나 이상의 버튼을 포함한다. 도 3의 예에서, 버튼(312)은 엔드 이펙터(228)에 근접하여(예컨대, 특정 거리 내에서) 아암 세그먼트(230) 상에 배치되어 있다. 그러나, 버튼(312)은 다른 위치에, 예컨대 엔드 이펙터(228), 조인트 상에, 또는 다른 곳에 위치될 수 있다. 많은 실시예에서, 로봇 아암(112)의 각각의 원위 아암 세그먼트(230)/엔드 이펙터(228)는 각각의 아암(112)에 대한 어드미턴스 제어 모드를 인에이블/디스에이블하기 위한 버튼을 포함할 수 있다. 그러나, 일부 실시예에서, 단일 입력이 다수의 로봇 아암(112)에 대한 어드미턴스 제어 모드를 인에이블/디스에이블할 수 있다. 어드미턴스 제어 모드가 많은 예에서 버튼(312)을 누르는 맥락에서 인에이블/디스에이블되는 것으로 논의되지만, 어드미턴스 제어 모드는 다양한 방식으로, 예컨대 임의의 유형의 I/O 장치를 통해 인에이블/디스에이블될 수 있다.

[0096] 로봇 아암(112)은 일반적으로 어드미턴스 제어 모드에서 동작할 때 일정량의 저항을 나타낼 수 있다. 저항의 양은 로봇 아암(112)을 이동시키는 데, 로봇 아암(112)을 특정 속도로 이동시키는 데, 로봇 아암(112)을 특정 거리로 이동시키는 데 등에 필요한 힘의 양에 영향을 미칠 수 있다. 이와 같이, 로봇 아암(112)의 수동 이동과 연관된 저항의 양은 로봇 아암(112)을 수동으로 이동시킬 때 사용자에게 다시 가해지는 힘을 나타낼 수 있다. 일부 실시예에서, 로봇 아암(112)의 하나 이상의 액추에이터/하드웨어(244)는 로봇 아암(112)의 수동 이동에 대한 저항의 양을 구성하도록 제어될 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암(112)의 조인트 내의 모터는 로봇 아암(112)이 사용자에게 의해 이동될 때 로봇 아암(112)이 특정량의 저항을 나타내도록 저항 파라미터/값에 기초하여 제어될 수 있다. 일부 실시예에서, 어드미턴스 제어 모드에서 동작할 때, 로봇 아암(112) 상에 사용자에게 의해 인가되는 힘, 로봇 아암(112)의 가상 질량, 및/또는 가상 댐핑(damping)과 같은 하나 이상의 파라미터가 로봇 아암(112)을 이동시키기 위한 속도를 결정하는 데 사용될 수 있다. 가상 질량은 사용자가 로봇 아암(112)을 얼마나 무겁게 느끼는지(예컨대, 로봇 모션의 가속도)를 나타낼 수 있는 반면, 가상 댐핑은 사용자에게 저항 느낌(예컨대, 로봇 아암(112)이 얼마나 빨리 이동하는지)을 제공할 수 있다.

[0097] 일부 실시예에서, 로봇 아암(112)의 수동 이동과 연관된 저항의 양은 로봇 아암(112)의 이동 방향 및/또는 특정 위치에 대한 로봇 아암(112)의 근접도에 기초할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(150)/로봇 시스템(110)은 정렬 위치에 더 가까워지는 방향으로의 수동 이동에 대한 제1 량의 저항을 제공하도록 로봇 아암(112)을 구성하고, 정렬 위치로부터 멀어지는 방향으로의 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 제공하도록 로봇 아암(112)을 구성할 수 있다. 또한, 정렬 위치에 도달될 때, 제어 시스템(150)/로봇 시스템(110)은 정렬 위치들 사이의 수동 이동에 대한 제3 량의 저항을 제공하고/제공하거나 정렬 위치로부터 멀어지는 수동 이동에 대한 제4 량의 저항을 제공하도록 로봇 아암(112)을 구성할 수 있다.

[0098] 하나 이상의 통신 인터페이스(240)는 하나 이상의 장치/센서/시스템과 통신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 통신 인터페이스(240)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(240)는 블루투스, Wi-Fi, 근접 무선 통신(NFC) 등과 같은 무선 기술을 구현할 수 있다.

[0099] 하나 이상의 전력 공급 유닛(242)은 로봇 시스템(110)을 위한 전력을 관리하고/하거나 제공하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 전력 공급 유닛(242)은 리튬-기반 배터리, 납-산 배터리, 알칼리 배터리, 및/또는 다른 유형의 배터리와 같은 하나 이상의 배터리를 포함한다. 즉, 하나 이상의 전력 공급 유닛(242)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(242)은 교류(AC) 또는 직류(DC) 주 전원에 결합하도록 구성된 주 전력 커넥터를 포함한다.

[0100] 로봇 시스템(110)은 또한 로봇 아암(112)의 이동을 용이하게 하기 위한 하나 이상의 액추에이터/하드웨어(244)를 포함할 수 있다. 각각의 액추에이터(244)는, 조인트 및/또는 연결된 아암 세그먼트/링크장치의 이동을 용이하게 하기 위해 조인트 또는 로봇 아암(112) 내의 다른 곳에 구현될 수 있는 모터를 포함할 수 있다. 또한, 로봇 시스템(110)은 공압장치, 광원 등과 같은 다양한 다른 컴포넌트를 포함할 수 있다.

[0101] 도 2를 참조하면, 제어 시스템(150) 및/또는 로봇 시스템(110)은 본 명세서에 기술된 기능을 수행하도록 구성된 제어 회로(246) 및/또는 데이터 저장소/메모리(248)를 포함할 수 있다. 논의 및 예시의 용이함을 위해, 제어 회로(246) 및 데이터 저장소(248)는 제어 시스템(150)과 로봇 시스템(110) 사이의 블록에 도시되어 있다. 많은 실시예에서, 제어 시스템(150) 및 로봇 시스템(110)은 제어 회로(246) 및 데이터 저장소(248)의 별개의 사례를 포함할 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 즉, 제어 시스템(150)은 (예컨대, 제어 시스템(150) 상에서의 처리를

구현하기 위해) 그 자체의 제어 회로 및 데이터 저장소를 포함할 수 있는 반면, 로봇 시스템(110)은 (예컨대, 로봇 시스템(110) 상에서의 처리를 구현하기 위해) 그 자체의 제어 회로 및 데이터 저장소를 포함할 수 있다. 많은 실시예에서, 제어 회로에 대한 언급은 로봇 시스템, 제어 시스템, 또는 도 1에 도시된 의료 시스템(100)의 임의의 컴포넌트와 같은 의료 시스템의 임의의 다른 컴포넌트에서 구현되는 회로를 지칭할 수 있다.

[0102] 제어 회로(246)가 제어 시스템(150)/로봇 시스템(110)의 다른 컴포넌트와는 별개의 컴포넌트로 예시되어 있지만, 제어 시스템(150) 및/또는 로봇 시스템(110)의 다른 컴포넌트들 중 임의의 것 또는 전부가 제어 회로(246) 내에 적어도 부분적으로 구현될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 제어 회로(246)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)/로봇 시스템(110) 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.

[0103] 예시된 바와 같이, 데이터 저장소(248)는 본 명세서에서 논의된 다양한 기능을 용이하게 하도록 구성된 햅틱 피드백 컴포넌트(250)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 햅틱 피드백 컴포넌트(250)는 로봇 아암(112)에 대한 정렬 위치(들)를 결정하도록, 정렬 위치(들)에 대한 로봇 아암(112)의 방향/근접도를 결정하도록, 로봇 아암(112)의 수동 이동에 대한 저항을 설정하도록, 로봇 아암(112)을 (예컨대, 정렬 위치에 대한 근접도 내에 있을 때) 자동으로 이동하게 제어하도록 등으로 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 햅틱 피드백 컴포넌트(250)는 하나 이상의 동작을 수행하기 위해 제어 회로(246)에 의해 실행가능한 하나 이상의 명령어를 포함할 수 있다. 많은 실시예가 제어 회로(246)에 의해 실행가능한 하나 이상의 명령어로서 구현되는(또는 그들을 포함하는) 햅틱 피드백 컴포넌트(250)의 맥락에서 논의되지만, 햅틱 피드백 컴포넌트(250)(및/또는 위치결정 컴포넌트와 같은 다른 컴포넌트)는 적어도 부분적으로 제어 회로로서 구현될 수 있다.

[0104] 도 3에 예시되지 않지만, 일부 실시예에서, 데이터 저장소(248)는 물체, 예컨대 로봇 시스템(110)에 연결된 의료 기구의 위치 및/또는 배향을 결정하고/하거나 추적하기 위해 하나 이상의 위치결정 기법을 수행하도록 구성된 위치결정 컴포넌트를 포함한다. 예를 들어, 위치결정 컴포넌트는 입력 데이터, 예컨대 의료 기구로부터의 센서 데이터(예컨대, EM 필드 센서 데이터, 의료 기구 상의 이미징 장치/깊이 센서에 의해 캡처된 비전 데이터, 의료 기구 상의 가속도계로부터의 가속도계 데이터, 의료 기구 상의 자이로스코프로부터의 자이로스코프 데이터, 위성-기반 센서(예를 들어, GPS(global positioning system))로부터의 위성-기반 위치확인 데이터 등), 로봇 아암(112)에 대한 로봇 명령 및/또는 운동학 데이터, 형상 감지 섬유(예컨대, 이는 의료 기구의 위치/형상에 관한 형상 데이터를 제공할 수 있음)로부터의 센서 데이터, 환자의 해부학적 구조에 관한 모델 데이터, 환자의 위치 데이터, 수술전 데이터 등을 처리할 수 있다. 그러한 처리에 기초하여, 위치결정 컴포넌트는 의료 기구에 대한 위치/배향 데이터를 생성할 수 있다. 위치/배향 데이터는 기준 프레임(frame of reference)에 대한 의료 기구의 위치 및/또는 배향을 나타낼 수 있다. 기준 프레임은 환자의 해부학적 구조, 알려진 물체(예컨대, EM 필드 발생기), 좌표계/좌표 공간 등에 대한 기준 프레임일 수 있다. 일부 구현예에서, 위치/배향 데이터는 의료 기구의 원위 단부(및/또는 일부 경우에, 근위 단부)의 위치 및/또는 배향을 나타낼 수 있다. 물체의 위치 및 배향은 물체의 자세로 지칭될 수 있다.

[0105] 일부 구현예에서, 위치결정 컴포넌트는 물체의 위치 및/또는 배향을 결정하기 위해 전자기 추적을 사용할 수 있다. 예를 들어, 위치결정 컴포넌트는 수술전 모델 또는 다른 모델에 의해 표현될 수 있는, 환자의 해부학적 구조에 정합될 수 있는 좌표계/좌표 공간에서 의료 기구의 실시간 위치를 결정하기 위해 실시간 EM 추적을 사용할 수 있다. EM 추적에서, 하나 이상의 센서 코일을 포함하는 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 컴포넌트는 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.

[0106] 다양한 기법이 로봇 아암을 정렬시키는 것을 보조하기 위해 햅틱 피드백을 제공하는 맥락에서 논의되지만, 다른

기법이, 추가적으로 또는 대안적으로, 그러한 정렬을 용이하게 하도록 구현될 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 시스템(150) 및/또는 로봇 시스템(110)은 정렬 위치에 대한 로봇 아암의 위치, 정렬 위치에 대한 로봇 아암의 거리, 정렬 위치의 시각적 표현, 가상 레일의 시각적 표현, 로봇 아암의 시각적 표현 등과 같은, 원하는 정렬 위치에 대해 로봇 아암을 정렬시키는 것을 보조하기 위한 정보를 디스플레이할 수 있다. 일부 경우에, 사용자는 로봇 아암을 정렬 위치에 근접한 초기 위치로 수동으로 이동시키고, 이어서 I/O 장치를 사용하여 원하는 위치에 대한 정렬을 완료(예컨대, 미세 조정을 제어)할 수 있다. 다른 경우에, 사용자는 임의의 수동 조작 없이 I/O 장치를 사용할 수 있다. 어느 경우에서도, 로봇 시스템(110) 및/또는 제어 시스템(150)은 위에서 언급된 정보를 디스플레이할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 로봇 아암은 로봇 아암의 임의의 사용자 입력/사용자 조작 없이 정렬 위치로 자동으로 이동될 수 있다. 예를 들어, 사용자는 제1 로봇 아암을 위치시키고 이어서 I/O 장치를 통해 버튼을 선택하여 로봇 시스템(110)에 제2 로봇 아암을 제1 로봇 아암과 정렬시키도록 명령할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 하나의 로봇 아암의 이동이 다른 로봇 아암을 자동으로 이동되게 하도록 다수의 로봇 아암이 상관될 수 있다. 예를 들어, 사용자가 (예컨대, 수동으로 또는 전자 제어부를 사용하여) 제1 로봇 아암을 위치시킴에 따라, 제2 로봇 아암은 상관된 방식으로 이동할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 2개 이상의 로봇 아암이 초기에 정렬될 때, 2개 이상의 로봇 아암은 상관된 방식으로 함께 이동할 수 있다(예컨대, 2개 이상의 로봇 아암은 아암들 중 하나가 이동하도록 제어되는 것과 동일한 방향으로 동시에 이동할 수 있음).

[0107] 또한, 다양한 기법이 로봇 아암을 정렬시키는 것을 보조하기 위해 저항 피드백을 구현하지만, 다른 유형의 피드백이 구현될 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암은 로봇 아암이 정렬 위치에 더 가깝게/그로부터 더 멀어지게 이동하고 있는지를 나타내기 위해 그리고/또는 정렬 위치에 대한 로봇 아암의 근접도를 나타내기 위해 상이한 유형의 진동을 제공할 수 있다(이때 로봇 아암은 진동을 생성하기 위한 진동기를 포함함). 대안적으로 또는 추가적으로, 로봇 시스템(110) 및/또는 제어 시스템(150)은 로봇 아암이 정렬 위치에 더 가깝게/그로부터 더 멀어지게 이동하고 있는지를 나타내기 위해 그리고/또는 정렬 위치에 대한 로봇 아암의 근접도를 나타내기 위해 상이한 소리를 출력할 수 있다.

[0108] 용어 "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, 주문형 집적 회로, 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 판독-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.

[0109] 용어 "메모리"는 그의 넓고 통상적인 의미에 따라 본 명세서에 사용되고, 임의의 적합한 또는 바람직한 유형의 컴퓨터-판독가능 매체를 지칭할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터-판독가능 매체는 임의의 적합한 또는 바람직한 컴퓨터-판독가능 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.

[0110] 본 개시의 실시예에 따라 구현될 수 있는 컴퓨터-판독가능 매체는 상변화 메모리, 정적 랜덤-액세스 메모리(SRAM), 동적 랜덤-액세스 메모리(DRAM), 다른 유형의 랜덤 액세스 메모리(RAM), 판독-전용 메모리(ROM), 전기적 소거가능 프로그램가능 판독-전용 메모리(EEPROM), 플래시 메모리 또는 다른 메모리 기술, 콤팩트 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.

[0111] 예시적인 햅틱-보조식 로봇 아암 위치설정

[0112] 도 4 내지 도 9는 하나 이상의 실시예에 따른, 도 1의 의료 시스템(100)의 소정 장치/컴포넌트의 평면도를 예시하고, 이때 로봇 시스템(110)은 로봇 아암들(112) 중 하나 이상에 대한 햅틱 피드백을 제공하도록 구성된다. 이들 예에서, 의료 시스템(100)은 환자(120)로부터 신장 결석을 제거하기 위해 수술실 내에 배열된다. 많은 실시예에서, 환자(120)는 환자(120)의 등 또는 옆구리에 접근하기 위해 환자(120)가 측면으로 약간 틸팅되어 있는 변형된 앙와위(supine position)로 위치된다. 그러나, 환자(120)는 다른 방식, 예컨대 앙와위, 복와위(prone position) 등으로 위치될 수 있다. 예시의 용이함을 위해, 환자(120)의 우측 다리의 일부분 및 테이블(170)의 일부분은 도시되지 않는다. 도 4 내지 도 9가 환자(120)로부터 신장 결석을 제거하기 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, 다양한 동작이 특정 방식으로 의사(160)에 의해, 예컨대 특정 위치에 위치한 의사(160), 동작을 수행하는 의사(160)의 특정 손 등으로 수행되는 것으로 예시되지만, 동작은 다양한 방식으로 수행될 수 있다. 도 4 내지 도 9는 절차의 설정 단계 동안 제3 로봇 아암(112(C))을 제2 로봇 아암(112(B))과 정렬시키는 예를 예시한다. 그러나, 정렬 기법이 다른 맥락에서 구현될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0113] 도 4에 도시된 바와 같이, 의사(160)는 로봇 시스템(110)을 절차를 위한 원하는 위치에 위치시킬 수 있다. 의사(160)는 이어서 제1 로봇 아암(112(A))에 대한 어드미턴스 제어 모드를 인에이블하고, 제1 로봇 아암(112(A))을 치료 부위 부근에 수동으로 위치시킬 수 있다. 의사(160)는 EM 필드 발생기(140)를 제1 로봇 아암(112(A))의 엔드 이펙터에 연결할 수 있다. EM 필드 발생기(140)는 위치결정 기법(예컨대, 장치/기구의 위치를 추적함)을 용이하게 할 수 있다. 의사(160)는 또한 제2 로봇 아암(112(B))에 대한 어드미턴스 제어 모드를 인에이블하고, 제2 로봇 아암(112(B))을 환자(120)의 요도(192)와 같은, 환자(120)의 해부학적 구조와 정렬시키도록 환자(120)의 다리들 사이에 수동으로 위치시킬 수 있다. 의사(160)는 스코프-드라이버 기구 커플링(402)을 제2 로봇 아암(112(B))의 엔드 이펙터에 연결할 수 있다. 스코프-드라이버 기구 커플링(402)은 스코프(130)의 로봇 제어/전진을 용이하게 할 수 있다. 의사(160)는 의료 기구(193)(예컨대, 접근 시스)를 환자(120)의 요도(192) 내로 적어도 부분적으로 삽입하고, 의료 기구(193)를 스코프-드라이버 기구 커플링(402)에 연결할 수 있다. 의사(160)는 이어서 스코프(130)를 환자(120) 내로 삽입할 수 있다. 즉, 스코프(130)는 의료 기구(193) 내로 삽입되고, 의료 기구(193)를 통해 환자(120) 내로 전진될 수 있다.

[0114] 제2 로봇 아암(112(B))에 대한 제3 로봇 아암(112(C))의 정렬을 용이하게 하기 위해, 로봇 시스템(110) 및/또는 제어 시스템(150)(예시되지 않음)은 가상 레일(404)을 결정할 수 있다. 가상 레일(404)은, 도 4에 예시된 바와 같이, 제2 로봇 아암(112(B))의 엔드 이펙터(228)의 중심을 통해 연장되는 선/축을 나타낼 수 있다. 엔드 이펙터(228)를 통한 가상 레일(404)의 각도는, 도 3을 참조하여 전술된 요소들(302 내지 310) 중 하나 이상과 같은, 제2 로봇 아암(112(B))의 엔드 이펙터(228) 상의 요소의 배향에 기초할 수 있다. 그러한 요소(302 내지 310)는 제2 로봇 아암(112(B))의 엔드 이펙터(228) 상의 회전가능 플레이트(310) 상에 배치될 수 있다. 의사(160)는 스코프-드라이버 기구 커플링(402)이 특정 배향으로 부착될 수 있도록 제2 로봇 아암(112(B))의 플레이트(310)를 특정 배향으로 회전/선회시킬 수 있다. 예를 들어, 마커(308)는 의료 기구(193)가 환자(120)의 요도(192)에 정렬된 상태에서 의료 기구(193)가 스코프-드라이버 기구 커플링(402)에 부착될 수 있도록 정렬될 수 있다. 이러한 예에서, 로봇 시스템(110) 및/또는 제어 시스템(150)은, 도 4에 도시된 바와 같이, 판독기(304) 및 제2 로봇 아암(112(B))의 엔드 이펙터(228)의 중심을 통과하도록 가상 레일(404)을 한정한다. 여기서, 가상 레일(404)은 의료 기구(193)(예컨대, 스코프(130)를 위한 접근 시스)와 동축으로 정렬된 축/선을 나타낸다. 그러나, 가상 레일(404)은 다양한 컴포넌트/기준 지점을 통과할 수 있다.

[0115] 가상 레일(404)에 기초하여, 로봇 시스템(110) 및/또는 제어 시스템(150)은 정렬 위치(180)를 결정할 수 있다. 예를 들어, 정렬 위치(180)는 제3 로봇 아암(112(C))의 엔드 이펙터의 중심이 가상 레일(404)에 정렬될 때, 제3 로봇 아암(112(C))의 엔드 이펙터의 중심이 (도 9를 참조하여 아래에서 논의되는 바와 같이) 특정 오프셋으로 가상 레일(404)에 정렬될 때, 제3 로봇 아암(112(C))의 엔드 이펙터의 다른 기준 지점/요소가 가상 레일(404)에 정렬될 때 등에 제3 로봇 아암(112(C))의 위치를 나타낼 수 있다. 이러한 예에서, 정렬 위치(180)는, 스코프(130)가 제3 로봇 아암(112(C))의 원위 단부에 부착될 때, 스코프(130)가 스코프(130)의 삽입/후퇴를 위해 가상 레일(404)과 정렬되도록 제3 로봇 아암(112(C))의 원위 단부에 대한 위치를 나타낸다. 예시의 용이함을 위해, 3개의 정렬 위치(180)가 예시되어 있다. 그러나, 정렬 위치(180)는 임의의 수의 정렬 위치를 나타낸다는 것이 이해되어야 한다. 가상 레일(404) 및 복수의 정렬 위치(180)는 요소가 의료 시스템(100)의 임의의 물리적 구조를 묘사하지 않음을 나타내기 위해 파선을 사용하여 묘사되어 있다.

[0116] 정렬 위치(180)가 결정되면, 의사(160)는 제3 로봇 아암(112(C))을 제2 로봇 아암(112(B))에 정렬시키려고 시도

할 수 있다. 예를 들어, 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 의사(160)는 오른손으로 스코프(130)의 손잡이(132)를 보유하고 왼손으로 제3 로봇 아암(112(C))을 파지하여 제3 로봇 아암(112(C))에 대한 어드미턴스 제어 모드를 인에이블할 수 있다. 의사(160)는 이어서 (예컨대, 의사(160)에게 보이지 않는 정렬 위치(180)에 기초하여) 제3 로봇 아암(112(C))을 제2 로봇 아암(112(B))에 정렬시키기 위한 시도로 제3 로봇 아암(112(C))을 손잡이(132)에 더 가깝게 수동으로 이동시킬 수 있다. 손잡이(132)("기구 커플링/조작기(132)"로도 지칭됨)는 스코프(130)를 사용하여 전개될 수 있는 바스켓팅 장치 및/또는 다른 의료 기구, 예컨대 스코프(130)의 작업 채널을 통해 전개되는 임의의 기구의 전진 및/또는 동작을 용이하게 하도록 구성될 수 있다.

[0117] 도 5에 예시된 바와 같이, 제3 로봇 아암(112(C))은 정렬 위치(180)에 대한 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동에 대해 변화하는 양의 저항을 제공하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 제3 로봇 아암(112(C))과 연관된 저항의 양은 제3 로봇 아암(112(C))이 이동되고 있는 방향에 기초할 수 있다. 예를 들어, 제3 로봇 아암(112(C))은 적어도 하나의 차원(예컨대, X, Y, 또는 Z)에 관하여 정렬 위치들(180) 중 하나 이상에 더 가까워지는 방향으로의 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동에 대한 (무게 아이콘(weight icon)(502)으로 예시된) 제1 량의 저항을 나타낼 수 있다. 대조적으로, 제3 로봇 아암(112(C))은 적어도 하나의 차원에 관하여 정렬 위치들(180) 중 하나 이상으로부터 더 멀어지는 방향으로의 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동에 대한 (무게 아이콘(504)으로 예시된) 제2 량의 저항을 나타낼 수 있다. 이러한 예에서, 제1 량의 저항은 제2 량의 저항 및/또는 임계치보다 작은 반면, 제2 량의 저항은 제1 량의 저항 및/또는 임계치보다 크다. 이와 같이, 의사(160)는 제3 로봇 아암(112(C))을 정렬 위치(180)에 더 가깝게 이동시킬 때 가벼운/쉬운 느낌을 경험하고, 제3 로봇 아암(112(C))을 정렬 위치(180)로부터 더 멀어지게 이동시킬 때 무거운/어려운 느낌을 경험할 수 있다. 그러나, 다른 예에서, 제1 량의 저항은 제2 량의 저항보다 클 수 있다(또는 일부 경우에, 동일함). 일부 경우에, 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치들(180) 중 하나 이상에 더 가깝게 이동함에 따라서, 제1 량의 저항은 감소한다. 또한, 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치들(180) 중 하나 이상으로부터 더 멀어지게 이동함에 따라서, 제2 량의 저항은 증가한다.

[0118] 일부 실시예에서, 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동과 연관된 저항의 양은 정렬 위치(180)에 대한 제3 로봇 아암(112(C))의 근접도에 기초할 수 있다. 예를 들어, 저항의 양은 제3 로봇 아암(112(C))의 원위 단부가 정렬 위치들(180) 중 하나 이상에 대한 임계 거리 내에 있는지 여부에 의존할 수 있다. 예를 들어, 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치들(180) 중 하나 이상에 대한 임계 거리 내에 있는 경우, 제3 로봇 아암(112(C))은 임의의 방향으로의 이동에 대한 제1 량의 저항을 나타낼 수 있다. 대조적으로, 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치들(180) 중 하나 이상에 대한 임계 거리 밖에 있는 경우, 제3 로봇 아암(112(C))은 임의의 방향으로의 이동에 대한 제2 량의 저항을 나타낼 수 있다.

[0119] 로봇 시스템(110) 및/또는 제어 시스템(150)은 일반적으로 제3 로봇 아암(112(C))의 원위 단부의 위치를 추적함으로써 제3 로봇 아암(112(C))에 대한 저항의 양을 조정/구성할 수 있다. 일부 경우에, 로봇 시스템(110)은 제3 로봇 아암(112(C))의 원위 단부에 관한 위치/자세 정보를 생성할 수 있고, 이는 제3 로봇 아암(112(C))을 추적하기 위해 제어 시스템(150)에 제공될 수 있다. 추적에 기초하여, 로봇 시스템(110) 및/또는 제어 시스템(150)은 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치(180)에 대해 이동하고 있는 방향, 정렬 위치(180)에 대한 제3 로봇 아암(112(C))의 근접도 등을 결정할 수 있다. 이와 같이, 로봇 시스템(110) 및/또는 제어 시스템(150)은 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동에 대한 제3 로봇 아암(112(C))의 저항의 양을 동적으로 업데이트할 수 있다.

[0120] 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110) 및/또는 제어 시스템(150)은 로봇 아암들(112) 중 하나 이상을 정렬 위치들(180) 중 하나 이상으로 자동으로 이동시킬 수 있다. 예를 들어, 로봇 시스템(110)은, 도 6에 예시된 바와 같이, 제3 로봇 아암(112(C))의 원위 단부가 정렬 위치(180(N))에 대한 임계 거리(602) 내에(또는 임계 거리에) 위치된 것을 결정할 수 있다. 임계 거리(602)는 예컨대 의사(160), 로봇 시스템(110), 제어 시스템(150), 또는 다른 사용자/시스템에 의해 구성가능할 수 있다. 임계 거리(602)는 5 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm 등과 같은 다양한 거리로 설정될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 로봇 시스템(110)은 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동이 중단된 것을 결정할 수 있다. 예를 들어, 로봇 시스템(110)은 제3 로봇 아암(112(C))에 대한 어드미턴스 제어 모드가 디스에이블된 것(예컨대, 의사(160)가 더 이상 어드미턴스 제어 버튼(312)을 누르고 있지 않은 것, 의사(160)가 다시 한 번 어드미턴스 제어 버튼(312)을 선택하는 것 등), 제3 로봇 아암(112(C))이 더 이상 의사(160)로부터 외력을 받고 있지 않은 것, 의사(160)가 (예컨대, 접촉/근접/용량 센서로부터의 데이터에 기초하여) 제3 로봇 아암(112(C))으로부터 그/그녀의 손을 제거한 것 등을 결정할 수 있다. 제3 로봇 아암(112(C))의 원위 단부가 정렬 위치(180(N))에 대한 임계 거리(602) 내에 위치된 것 및/또는 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동이 일정 기간(예컨대, 사전결정된 기간)을 초과하는 동안 중단된 것을 결정할 때, 로봇 시스템

(110)은, 도 7에 도시된 바와 같이, 제3 로봇 아암(112(C))을 정렬 위치(180(N))로 자동으로 이동시킬 수 있다. 이러한 예에서, 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동이 중단된 때 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치(180(N))에 대한 가장 가까운 근접도 내에 있기 때문에, 제3 로봇 아암(112(C))은 정렬 위치(180(N))로 이동된다. 도 6의 타이머 아이콘(timer icon)(604)은 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동이 중단된 때의 타이머의 시작을 예시하고, 도 7의 타이머 아이콘(702)은 타이머의 시작으로부터 사전결정된 시간량이 경과하였음을 예시한다. 이와 같이, 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치(180)에 비교적 가깝게 위치되는 일부 상황에서, 제3 로봇 아암(112(C))은 의사(160)가 제3 로봇 아암(112(C))을 해제한 직후에(또는 그에 응답하여) 제2 로봇 아암(112(B))과의 정렬 상태로 자동으로 이동할 수 있다.

[0121] 일부 실시예에서, 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동에 대한 저항의 양은, 도 8에 예시된 바와 같이, 정렬 위치들(180) 중 하나 이상과 정렬될 때 조정/재구성될 수 있다. 이는 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬되었다는 표시를 의사(160)에게 제공하고/하거나 정렬된 위치로부터의 제3 로봇 아암(112)의 수동 이동을 방지할 수 있다. 예를 들어, 일단 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치들(180) 중 하나 이상과 정렬되면, 제3 로봇 아암(112(C))은 (예컨대, 가상 레일(404)을 따른) 정렬 위치들(180) 중 하나로부터 정렬 위치들(180) 중 다른 하나로의 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동에 대한 (무게 아이콘(802)으로 예시된) 제1 량의 저항을 나타내도록 구성될 수 있다. 또한, 제3 로봇 아암(112(C))은 (적어도 하나의 차원에 관하여) 정렬 위치(180)로부터 멀어지는 방향으로의 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동에 대한 (무게 아이콘(804)으로 예시된) 제2 량의 저항을 나타낼 수 있다. 이러한 예에서, 제1 량의 저항은 제2 량의 저항 및/또는 임계치보다 작은 반면, 제2 량의 저항은 제1 량의 저항 및/또는 임계치보다 크다. 그러나, 다른 예에서, 제1 량의 저항은 제2 량의 저항보다 클 수 있다(또는 일부 경우에, 동일함). 이와 같이, 의사(160)는 정렬 위치들(180) 사이에서 이동할 때 가상 벽/레일을 따라 이동하는 느낌을 경험할 수 있다. 그러한 저항 변화로 인해, 의사(160)는 또한 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬될 때 제3 로봇 아암(112(C))을 가상 레일/위치에 로킹/스냅핑(snapping)하는 느낌을 경험할 수 있다.

[0122] 일부 실시예에서, 정렬 위치(180) 내에서의 또는 그로부터 멀어지는 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동에 대한 저항의 양은 정렬에 도달하기 전의 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동에 대한 저항의 양과 상이할 수 있다. 예를 들어, 도 5를 참조하여 위에서 논의된 바와 같이, 제3 로봇 아암(112(C))은 정렬 위치(180)를 향한 방향으로의 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동에 대한 제1 량의 저항을 나타내고/내거나 정렬 위치(180)로부터 멀어지는 방향으로의 제3 로봇 아암(112(C))의 수동 이동에 대한 제2 량의 저항을 나타낼 수 있다. 일단 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬되면, 제3 로봇 아암(112(C))은 정렬 위치들(180) 중 하나로부터 정렬 위치들(180) 중 다른 하나로의 수동 이동에 대한 제3 량의 저항을 나타낼 수 있고, 여기서 제3 량의 저항은 제1 량의 저항보다 작을 수 있다. 이와 같이, 의사(160)는 제3 로봇 아암(112(C))을 하나의 정렬 위치로부터 다른 정렬 위치로 이동시킬 때 (정렬 위치(180)를 향해 이동시키는 것과 비교하여) 훨씬 더 쉬운 느낌을 경험할 수 있다. 또한, 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬될 때, 제3 로봇 아암(112(C))은 정렬 위치(180)로부터 멀어지는 수동 이동에 대한 제4 량의 저항을 나타낼 수 있고, 여기서 제4 량의 저항은 제2 량의 저항보다 클 수 있다. 이와 같이, 의사(160)는 제3 로봇 아암(112(C))을 정렬 위치(180)로부터 이동시킬 때 (제3 로봇 아암(112(C))이 정렬되기 전에 정렬 위치(180)로부터 멀어지게 이동시키는 것과 비교하여) 훨씬 더 어려운 느낌을 경험할 수 있다.

[0123] 도 6 및 도 7을 참조하여 위에서 유사하게 논의된 바와 같이, 일부 실시예에서, 제3 로봇 아암(112(C))이 일단 정렬되고 나서 제2 로봇 아암(112(B))과의 정렬 상태를 벗어나 약간 이동되는 경우, 제3 로봇 아암(112(C))은 제2 로봇 아암(112(B))과의 정렬 상태로 다시 자동으로 이동될 수 있다. 예를 들어, 의사(160)가 제2 로봇 아암(112(B))에 대한 제3 로봇 아암(112(C))의 삽입/후퇴 거리를 조정하는 것으로 가정한다(예컨대, 제3 로봇 아암(112(C))을 실질적으로 가상 레일(404)을 따라 이동시킴). 또한, 그렇게 함에 있어서, 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치(180)와의 정렬 상태를 벗어나 약간 이동되는 것으로 가정한다. 여기서, 제3 로봇 아암(112(C))이 여전히 정렬 위치들(180) 중 하나 이상에 대한 임계 거리 내에 있는 경우, 제3 로봇 아암(112(C))은 정렬 위치들(180) 중 하나 이상과의 정렬 상태로 다시 자동으로 이동될 수 있다.

[0124] 많은 실시예에서, 일단 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치들(180) 중 하나 이상과 정렬되면, 의사(160)는, 도 9에 도시된 바와 같이, 스코프(130)를 제3 로봇 아암(112(C))에 부착할 수 있다. 특히, 의사(160)는 스코프(130)와 연관된 손잡이(132)를 제3 로봇 아암(112(C))의 엔드 이펙터에 부착할 수 있다. 스코프(130)가 부착된 상태에서, 의사(160)는 절차를 시작하거나, 스코프(130)가 절차 동안 부착되는 경우에 절차의 다른 단계로 이동할 수 있다. 일단 부착되면, 스코프(130)는 제3 로봇 아암(112(C))을 가상 레일(404)을 따라 도 9와 관련하여 수직 방향으로 이동시킴으로써 환자(120)로부터 후퇴될/환자 내로 삽입될 수 있다.

[0125] 도 9에 예시된 바와 같이, 일부 실시예에서, 제3 로봇 아암(112(C))이 정렬 위치들(180) 중 하나 이상에 정렬될

때, 제3 로봇 아암(112(C))의 엔드 이펙터의 중심이 가상 레일(404)로부터 오프셋된다. 이는 손잡이(132)가 제3 로봇 아암(112(C))에 부착될 때 제3 로봇 아암(112(C))의 엔드 이펙터에 대한 스코프(130)의 오프셋(예컨대, 부착 위치의 오프셋)으로 인한 것일 수 있다. 도시된 바와 같이, 손잡이(132)가 제3 로봇 아암(112(C)) 상에 장착될 때, 제3 로봇 아암(112(C))의 엔드 이펙터의 중심을 통해 연장되는 선(902)이 거리(904)만큼 가상 레일(404)로부터 오프셋된다. 그러한 오프셋에 의해, 의사(160)가 로봇 아암(112(B), 112(C))을 시각적으로 정렬시키는 것이 어려울 수 있다. 예를 들어, 의사(162)가 제3 로봇 아암(112(C))의 엔드 이펙터를 제2 로봇 아암(112(B))의 엔드 이펙터에 관하여 일정량의 오프셋으로 정렬시키는 것이 어려울 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 논의된 정렬 기법은 실질적으로 직선인 경로를 따른 (일단 정렬되고 부착된) 스코프(130)의 삽입/후퇴를 용이하게 하기 위해 제3 로봇 아암(112(C))을 제2 로봇 아암(112(B))과 정렬시키도록 의사(160)에게 보조를 제공할 수 있고, 여기서 그러한 정렬은 로봇 아암(112(B), 112(C))의 엔드 이펙터에 관한 일정량의 오프셋과 연관될 수 있다.

[0126] 일부 경우에, 본 명세서에서 논의된 기법은 사용자가 소정 작업흐름, 환경, 의사 선호도, 및/또는 안전 예방책을 수용하기 위해 로봇 아암을 정확한 방식으로 특정 위치로 수동으로 그리고/또는 독립적으로 이동시킬 수 있게 할 수 있다. 이는 궁극적으로 로봇 아암을 다양한 시간에 작업공간 외부로 그리고/또는 작업공간 내로 이동시키는 유연성을 사용자에게 제공할 수 있다. 일부 예에서, 환자의 다리들 사이와 같은, 환자 주위의 작업공간은 비교적 콤팩트할/작을 수 있다. 또한, 로봇 아암이 특정 위치에 정렬되는지를 시각적으로 결정하는 것이, 특히 그러한 정렬이 다른 장치/로봇 아암에 대한 일정량의 오프셋과 연관되는 경우에, 어려울 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 논의된 기법은 로봇 아암을 하나 이상의 정렬 위치로 작업 공간 내로/외부로 정확하게 이동시키는 유연성을 제공할 수 있다. 또한, 그러한 기법은 로봇 아암을 위치시키고/시키거나 로봇 아암의 위치를 관찰하기 위한 소정 I/O 장치(예컨대, 터치 스크린, 제어기, 키보드, 마우스, 디스플레이 등)와의 사용자 상호작용을 회피할 수 있다. 또한, 기법은, 예컨대 사용자가 의료 기구를 다른 아암으로 유지하고 있을 때, 사용자가 로봇 아암을 하나의 아암으로 정확한 방식으로 수동으로 위치시킬 수 있게 할 수 있다.

[0127] 도 4 내지 도 9가 제3 로봇 아암(112(C))을 제2 로봇 아암(112(B))에 정렬시키는 맥락에서 논의되지만, 기법은 로봇 아암을 로봇 아암의 이전의 위치에 정렬시키는 맥락에서 구현될 수 있다. 예를 들어, 정렬 위치들(180) 중 하나 이상은 제3 로봇 아암(112(C))의 이전의 위치를 나타낼 수 있고, 도 4 내지 도 9(또는 다른 곳)를 참조하여 논의된 정렬 기법은 의사(160)가 제3 로봇 아암(112(C))을 정렬 위치들(180) 중 하나 이상에 정렬시키는 것을 보조하도록 구현될 수 있다. 하나의 예시에서, 정렬 기법은 제3 로봇 아암(112(C))을 수반하지 않는 동작을 위한 적절한 공간을 제공하기 위해 제3 로봇 아암(112(C))을 측면으로 멀리 위치시키고, 이어서 제3 로봇 아암(112(C))을 이전의 위치로 다시 이동시키기 위해 사용될 수 있다. 다른 예시에서, 정렬 기법은 제3 로봇 아암(112(C))에 부착된 의료 기구를 변경하기 위해 사용될 수 있다. 여기서, 제3 로봇 아암(112(C))은 초기 위치로부터 이동될 수 있고, 상이한 의료 기구가 제3 로봇 아암(112(C))에 부착될 수 있고, 제3 로봇 아암(112(C))은 이전의 위치에 재정렬될 수 있다.

[0128] 예시적인 흐름도

[0129] 도 10은 하나 이상의 실시예에 따른, 로봇 아암을 정렬시키도록 햅틱 피드백을 제공하기 위한 프로세스(1000)의 예시적인 흐름도를 예시한다. 프로세스(1000)와 연관된 다양한 작동/동작은 제어 시스템(150), 로봇 시스템(110), 테이블(170), 의료 기구, 및/또는 다른 장치와 같은, 본 명세서에서 논의된 장치들/시스템들 중 임의의 것 또는 이들의 조합에서 구현되는 제어 회로에 의해 수행될 수 있다. 프로세스(1000)는 절차를 위한 의료 시스템(100)의 설정/구성 동안, 절차 동안, 절차 후에, 그리고/또는 다른 시간에 수행될 수 있다. 하나의 예시에서, 프로세스(1000)는 절차를 위해 로봇 시스템(110)을 구성하도록 수행된다. 다양한 블록이 프로세스(1000)의 일부인 것으로 예시되어 있지만, 그러한 블록들 중 임의의 것이 제거될 수 있다. 또한, 추가 블록이 프로세스(1000)의 일부로서 구현될 수 있다. 블록이 예시되는 순서는 단지 예시적인 목적으로 제공되고, 블록은 임의의 순서로 구현될 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세스(1000)의 블록들 중 하나 이상은, 제어 회로에 의해 실행될 때, 제어 회로로 하여금 논의된 기능/동작을 수행하게 하는 실행가능 명령어로서 구현된다. 그러나, 프로세스(1000)의 블록들 중 하나 이상은 예컨대 다른 장치/시스템, 사용자(들) 등에 의해 다른 방식으로 구현될 수 있다.

[0130] 블록(1002)에서, 프로세스(1000)는 로봇 아암에 대한 하나 이상의 정렬 위치를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 정렬 위치는 추가 로봇 아암의 원위 단부에 대한 정렬과 연관된 복수의 정렬 위치를 포함할 수 있다. 복수의 정렬 위치는 의료 기구의 삽입 또는 후퇴 중 적어도 하나와 연관된 가상 레일과 연관될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 하나 이상의 정렬 위치는 로봇 아암의 원위 단부의 이전의 위치를 나

타낸다.

- [0131] 블록(1004)에서, 프로세스(1000)는 하나 이상의 정렬 위치에 관한 로봇 아암의 수동 이동의 방향을 결정하는 것을 포함할 수 있다. 방향은 하나 이상의 정렬 위치에 더 가까워지거나 그로부터 더 멀어질 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암(예컨대, 로봇 아암의 원위 단부)의 현재 위치를 나타내는 위치 데이터가 수신/생성될 수 있다. 그러한 위치 데이터, 및/또는 하나 이상의 정렬 위치에 관한 위치 데이터에 기초하여, 로봇 아암의 이동 방향이 결정될 수 있다.
- [0132] 블록(1006)에서, 프로세스(1000)는 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항을 구성(예컨대, 설정)하는 것을 포함할 수 있다. 저항은 하나 이상의 정렬 위치에 관한 로봇 아암의 원위 단부의 이동 방향에 기초하여 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1 저항은 적어도 하나의 차원에 관하여 하나 이상의 정렬 위치에 더 가까워지는 방향으로의 로봇 아암의 수동 이동에 대해 설정될 수 있다. 또한, 제2 저항은 적어도 하나의 차원에 관하여 하나 이상의 정렬 위치로부터 멀어지는 방향으로의 로봇 아암의 수동 이동에 대해 설정될 수 있다. 제2 저항은 제1 저항보다 크거나 제1 저항보다 작은 것과 같이, 제1 저항과 상이할 수 있다.
- [0133] 일부 실시예에서, 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치에 더 가깝게 이동함에 따라서(예컨대, 로봇 아암이 적어도 하나의 차원에 관하여 하나 이상의 정렬 위치에 더 가깝게 이동한다는 결정에 응답하여/기초하여) 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항이 감소될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치로부터 더 멀어지게 이동함에 따라서(예컨대, 로봇 아암이 적어도 하나의 차원에 관하여 하나 이상의 정렬 위치로부터 더 멀어지게 이동한다는 결정에 응답하여/기초하여) 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항이 증가될 수 있다.
- [0134] 블록(1008)에서, 프로세스(1000)는 로봇 아암의 수동 이동이(예컨대, 사전결정된 기간을 초과하는 동안) 중단되었는지를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암에 대한 어드미턴스 제어 모드가 디스에이블되는지(예컨대, 사용자가 더 이상 어드미턴스 제어 버튼을 누르고 있지 않은지, 사용자가 다시 한 번 어드미턴스 제어 버튼을 선택하는지 등), 로봇 아암이 더 이상 사용자로부터 외력을 받고 있지 않은지, 사용자가 로봇 아암으로부터 그/그녀의 손을 제거하였는지 등이 결정될 수 있다. 로봇 아암의 수동 이동이 중단되지 않은 경우, 프로세스(1000)는 블록(1004)으로 복귀하고, 로봇 아암의 수동 이동이 중단된 때까지 블록(1004) 내지 1008)을 통해 임의의 횟수로 반복할 수 있다. 대조적으로, 로봇 아암의 수동 이동이 중단된 경우, 프로세스(1000)는 블록(1010)으로 진행할 수 있다.
- [0135] 블록(1010)에서, 프로세스(1000)는 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치에 도달하였는지를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치들 중 하나 이상에 위치되는지가 결정될 수 있다. 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치에 도달한 경우, 프로세스(1000)는 블록(1016)으로 진행할 수 있다. 대조적으로, 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치에 도달하지 않은 경우, 프로세스(1000)는 블록(1012)으로 진행할 수 있다.
- [0136] 블록(1012)에서, 프로세스(1000)는 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치에 대한 임계 거리 내에 위치되는지를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암의 현재 위치를 나타내는 위치 데이터가 수신/생성될 수 있다. 그러한 위치 데이터, 및/또는 하나 이상의 정렬 위치에 관한 위치 데이터에 기초하여, 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치에 대한 임계 거리 내에 위치되는지가 결정될 수 있다. 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치에 대한 임계 거리 내에 위치되는 경우, 프로세스(1000)는 블록(1014)으로 진행할 수 있다. 대조적으로, 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치에 대한 임계 거리 내에 위치되지 않은 경우, 프로세스(1000)는 블록(1004)으로 복귀할 수 있다.
- [0137] 블록(1014)에서, 프로세스(1000)는 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치로 자동으로 이동하게 하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암의 수동 이동이 중단된 것을 결정하고/결정하거나 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치에 대한 임계 거리 내에 위치된 것을 결정하는 것에 기초하여, 로봇 아암을 하나 이상의 정렬 위치로 자동으로 이동하도록 제어하기 위한 명령어/요청이 생성/송신될 수 있다.
- [0138] 블록(1016)에서, 프로세스(1000)는 하나 이상의 정렬 위치로부터 멀어지는 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항을 구성하는 것 및/또는 하나 이상의 정렬 위치 내에서의 수동 이동에 대한 저항을 구성하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치에 도달한 것을 결정하고/결정하거나 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치로 자동으로 이동하고 있는 것에 기초하여, 적어도 하나의 차원에 관하여 하나 이상의 정렬 위치로부터 멀어지는 방향으로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항이 설정될 수 있다. 일부 예에서, 그러한 저항

은 하나 이상의 정렬 위치로부터 멀어지는 방향으로의 로봇 아암의 수동 이동과 초기에 연관된 저항보다 클 수 있다(예컨대, 저항은 정렬에 도달하기 전의 저항과 비교하여 증가될 수 있음). 그러나, 일부 경우에 저항은 감소되거나 동일할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치에 도달한 것을 결정하고/결정하거나 로봇 아암이 하나 이상의 정렬 위치로 자동적으로 이동하고 있는 것에 기초하여, 하나의 정렬 위치로부터 다른 정렬 위치로의 로봇 아암의 수동 이동에 대한 저항이 설정될 수 있다. 일부 예에서, 그러한 저항은 하나 이상의 정렬 위치에 더 가까워지는 방향으로의 로봇 아암의 수동 이동과 초기에 연관된 저항보다 작을 수 있다(예컨대, 저항은 정렬에 도달하기 전의 저항과 비교하여 감소될 수 있음). 그러나, 일부 경우에 저항은 증가되거나 동일할 수 있다.

[0139] 추가 실시예

[0140] 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.

[0141] 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, 입력 또는 출구를 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 Z일 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.

[0142] 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 판독에 의해 결정되어야 하는 것으로 의도된다.

[0143] 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.

[0144] 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

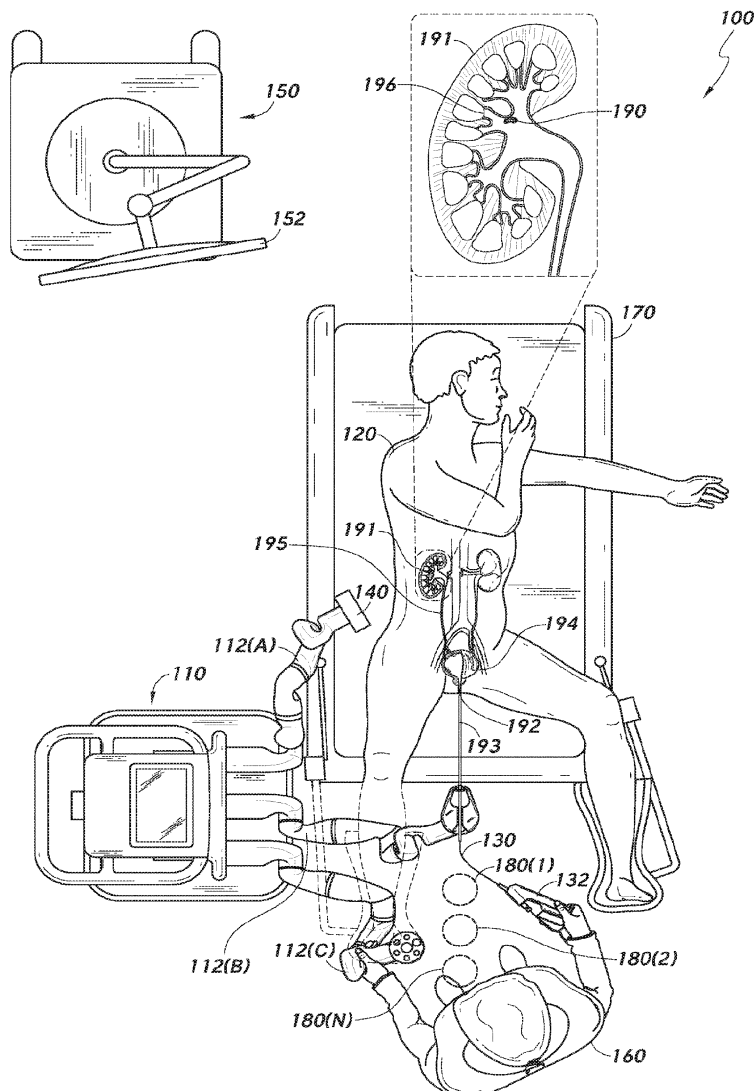
또한 이해되어야 한다.

[0145] 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 위치한 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.

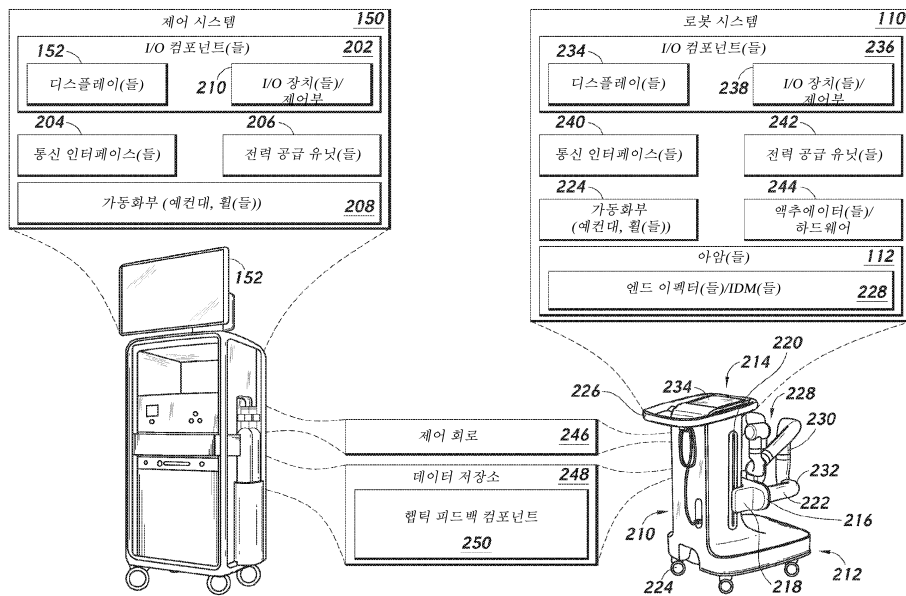
[0146] 달리 명시적으로 언급되지 않는 한, "더 적은", "더 많은", "더 큰" 등과 같은 비교적인 및/또는 정량적인 용어는 균등의 개념을 포함하도록 의도된다. 예를 들어, "더 적은"은 가장 엄격한 수학적 의미에서 "더 적은"뿐만 아니라, "더 적거나 같은"을 의미할 수 있다.

도면

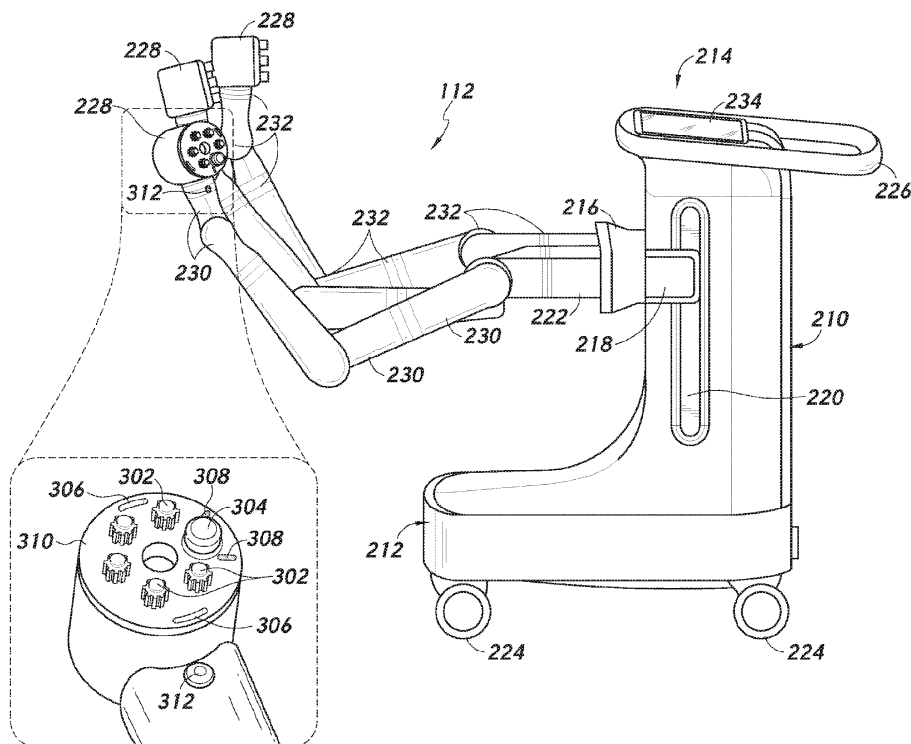
도면1



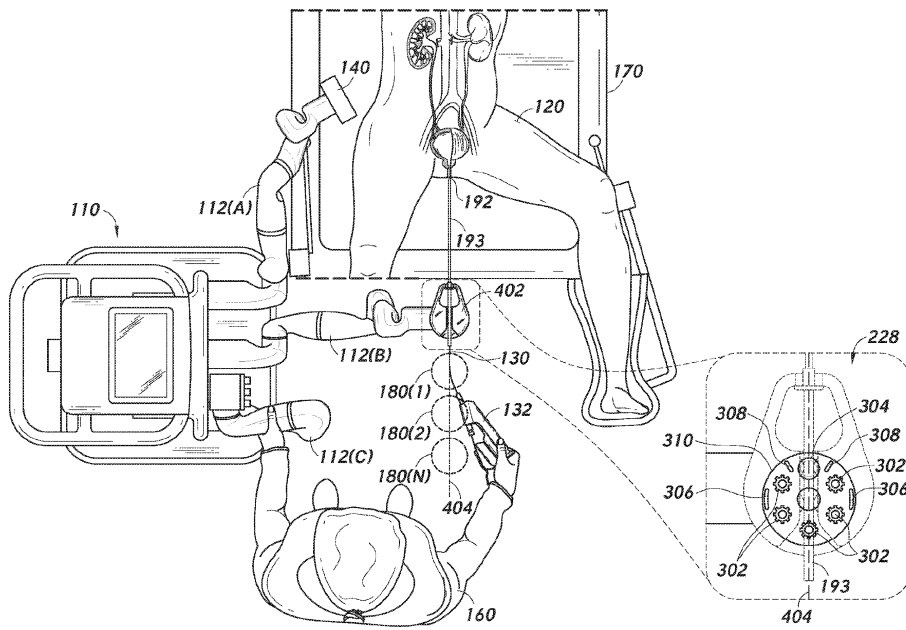
도면2



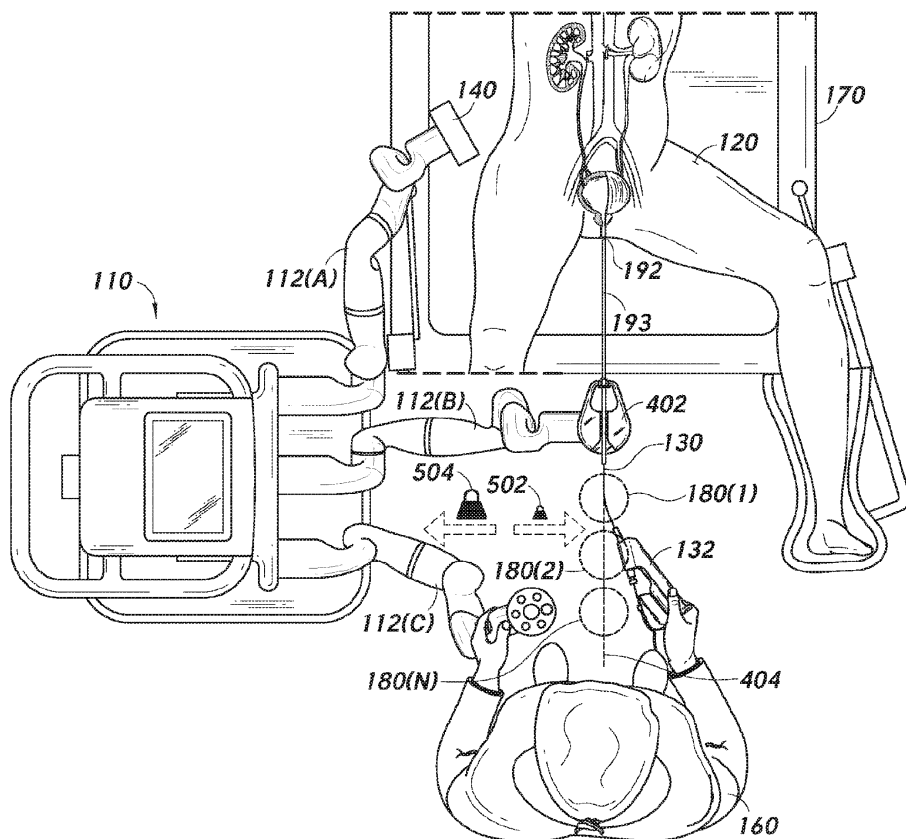
도면3



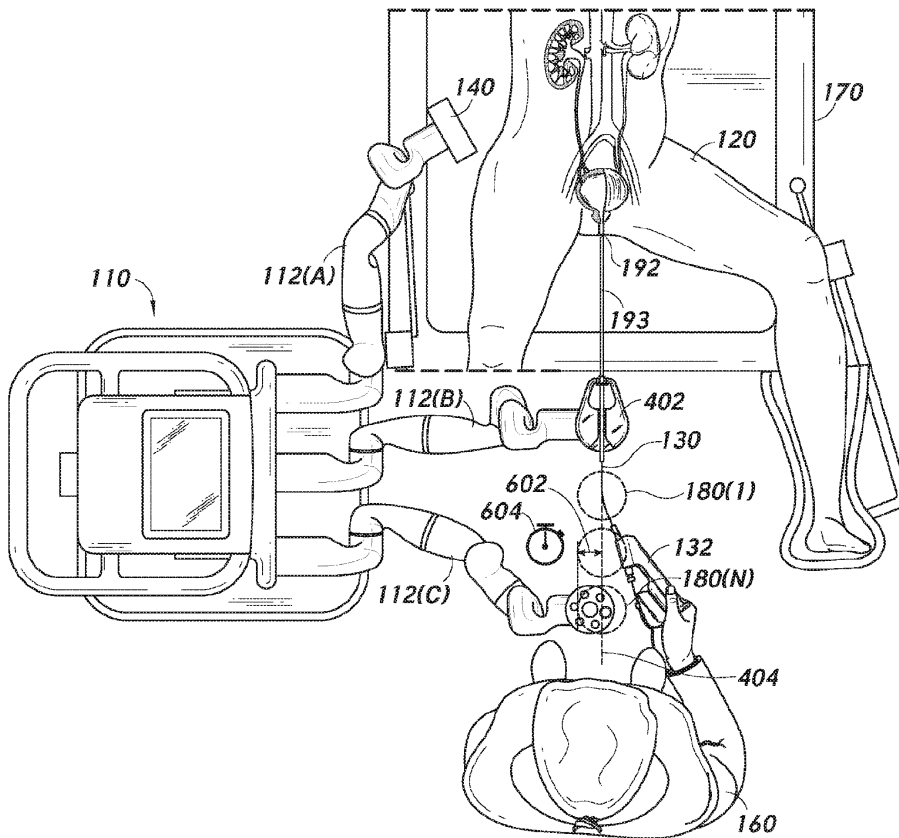
도면4



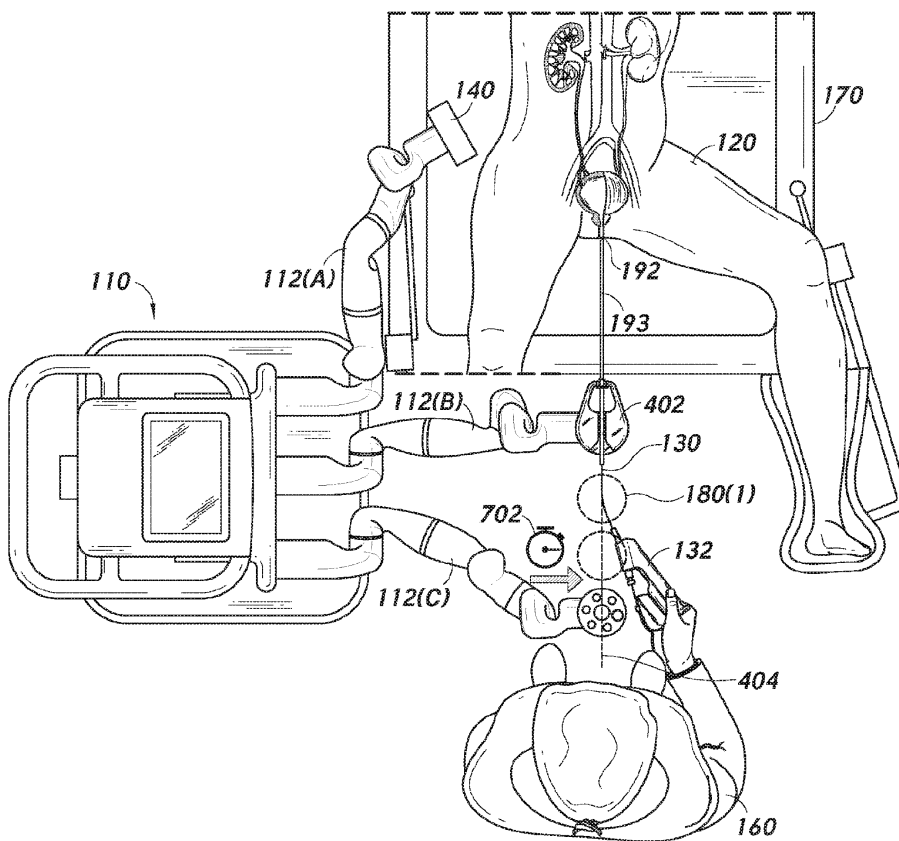
도면5



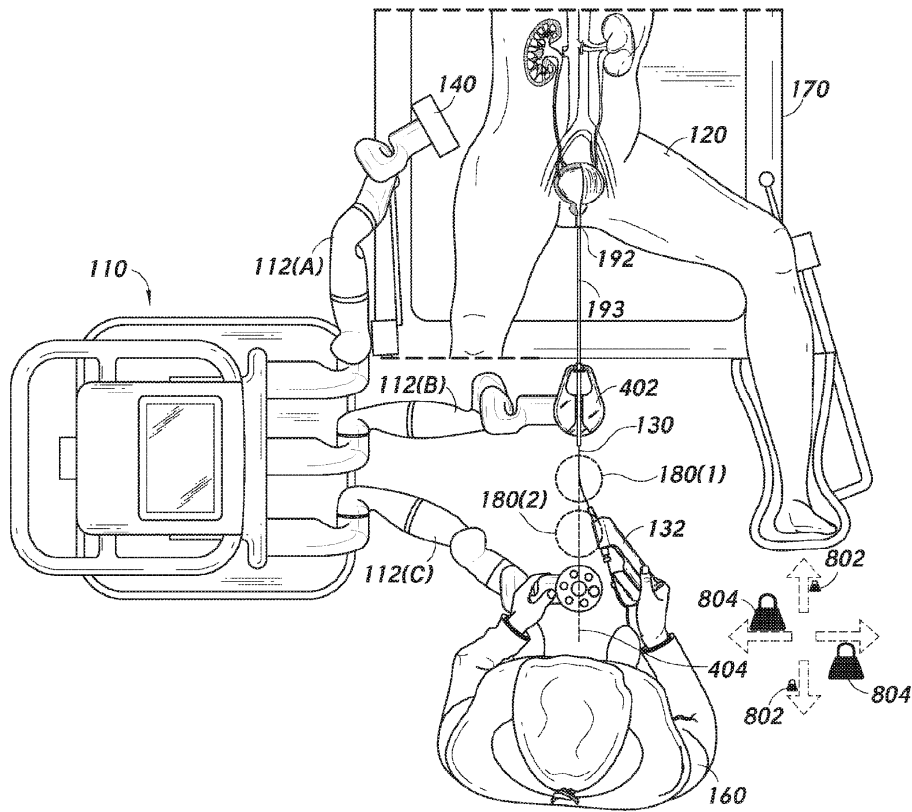
도면6



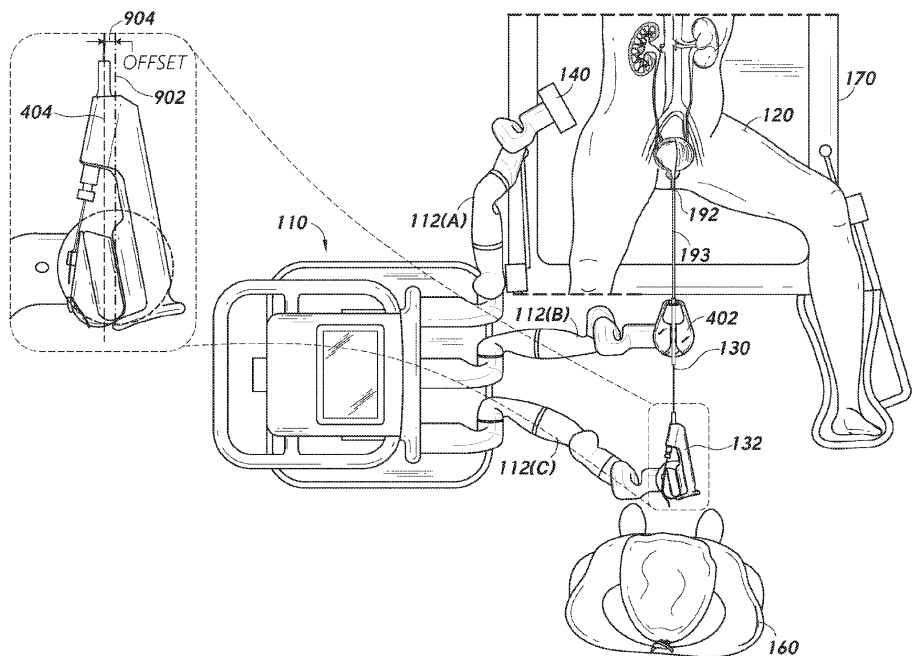
도면7



도면8



도면9



도면10

