



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0108312
(43) 공개일자 2023년07월18일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 A61B 34/32 (2016.01) A61B 17/22 (2006.01)
 A61B 34/00 (2016.01) A61B 34/20 (2016.01)
 A61B 90/98 (2016.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 A61B 34/32 (2016.02)
 A61B 34/20 (2016.02)</p> <p>(21) 출원번호 10-2023-7020383
 (22) 출원일자(국제) 2021년11월16일
 심사청구일자 없음
 (85) 번역문제출일자 2023년06월16일
 (86) 국제출원번호 PCT/IB2021/060592
 (87) 국제공개번호 WO 2022/106990
 국제공개일자 2022년05월27일</p> <p>(30) 우선권주장
 63/116,798 2020년11월20일 미국(US)
 63/132,866 2020년12월31일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
 아우리스 헬스, 인코포레이티드
 미국, 캘리포니아 94065, 레드우드 시티, 150 쇼어라인 드라이브</p> <p>(72) 발명자
 아이벨리 엘리프
 미국 캘리포니아 94065 레드우드 시티 150 쇼어라인 드라이브
 라피-타리 헤다이에
 미국 캘리포니아 94065 레드우드 시티 150 쇼어라인 드라이브</p> <p>(74) 대리인
 장훈</p> |
|--|--|

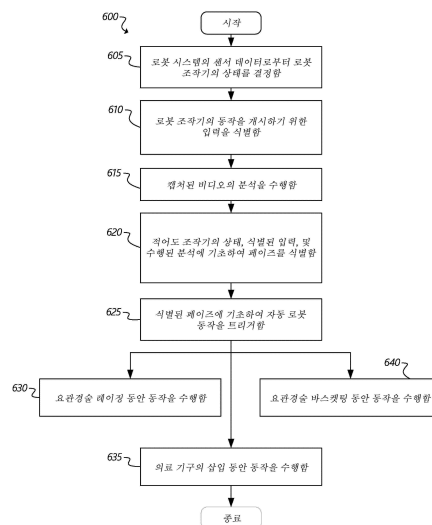
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 **자동화된 동작의 AI-기반 트리거링**

(57) 요약

로봇 시스템은 의료 절차의 식별된 페이지에 기초하여 로봇 동작을 자동으로 트리거하도록 구성된다. 로봇 시스템은 비디오 캡처 장치; 로봇 조작기; 하나 이상의 센서(들); 입력 장치; 및 제어 회로를 포함한다. 제어 회로는 하나 이상의 센서로부터의 센서 데이터에 기초하여 로봇 조작기의 제1 상태를 결정하고; 로봇 조작기의 제1 동작을 개시하기 위한 입력 장치로부터의 제1 입력을 식별하고; 비디오 캡처 장치에 의해 캡처된 환자 부위의 비디오의 제1 분석을 수행하고; 로봇 조작기의 제1 상태, 제1 입력, 및 비디오의 제1 분석에 적어도 부분적으로 기초하여 의료 절차의 제1 페이지를 식별하고; 식별된 제1 페이지에 기초하여 로봇 조작기의 제1 자동 로봇 동작을 트리거하도록 구성된다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

A61B 34/25 (2016.02)

A61B 90/98 (2016.02)

A61B 2017/22079 (2013.01)

A61B 2034/2051 (2016.02)

A61B 2034/2065 (2016.02)

A61B 2034/254 (2016.02)

명세서

청구범위

청구항 1

의료 절차의 식별된 페이즈(phase)에 기초하여 로봇 동작을 자동으로 트리거하기 위한 로봇 시스템으로서,
비디오 캡처 장치(video capture device);

로봇 조작기(robotic manipulator);

상기 로봇 조작기의 구성을 검출하도록 구성되는 하나 이상의 센서(들);

하나 이상의 사용자 상호작용(들)을 수신하고 상기 로봇 조작기에 의한 하나 이상의 동작(들)을 개시하도록 구성되는 입력 장치; 및

상기 입력 장치 및 로봇 조작기에 통신가능하게 결합되는 제어 회로를 포함하고, 상기 제어 회로는,

상기 하나 이상의 센서(들)로부터의 센서 데이터에 기초하여 상기 로봇 조작기의 제1 상태를 결정하고;

상기 로봇 조작기의 제1 동작을 개시하기 위한 상기 입력 장치로부터의 제1 입력을 식별하고;

상기 비디오 캡처 장치에 의해 캡처된 환자 부위의 비디오의 제1 분석을 수행하고;

상기 로봇 조작기의 상기 제1 상태, 상기 제1 입력, 및 상기 비디오의 상기 제1 분석에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 의료 절차의 제1 페이즈를 식별하고;

상기 식별된 제1 페이즈에 기초하여 상기 로봇 조작기의 제1 자동 로봇 동작을 트리거하도록 구성되는, 로봇 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 의료 절차는 경피 제방향 요관경술 레이징(percutaneous antegrade ureteroscopy lasing), 요관경술 바스켓팅(ureteroscopy basketing), 및 경피 니들 삽입(percutaneous needle insertion) 중 적어도 하나를 포함하는, 로봇 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 식별된 제1 페이즈는 요관경술 절차 동안 바스켓 내측에의 결석의 포획을 포함하고, 상기 바스켓은 요관 시스(ureteral sheath)로부터 외부로 연장되는, 로봇 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제1 자동 로봇 동작은,

상기 바스켓이 상기 제1 페이즈 동안 상기 결석 주위에 있다고 결정하는 것에 응답하여, 상기 바스켓을 다시 상기 요관 시스 내로 자동으로 후퇴시키는 것을 포함하는, 로봇 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 식별된 제1 페이즈는 요관경술 절차 동안 레이저로 결석을 레이징하는 것을 포함하는, 로봇 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제1 자동 로봇 동작은,

상기 레이저가 상기 제1 페이즈 동안 더 이상 상기 결석으로 지향되지 않는다고 결정하는 것; 및

상기 레이저에 의한 레이징을 중단하는 것을 포함하는, 로봇 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 제1 자동 로봇 동작은,

결석 파편들의 증가를 검출하는 것; 및

상기 결석 파편들의 상기 증가를 검출하는 것에 응답하여 수집 시스템의 흡인(aspiration)을 증가시키는 것을 포함하는, 로봇 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 식별된 제1 페이지는 요관경술 절차 동안 진입을 위한 표적 신배(target calyx)의, 상기 로봇 시스템의 사용자에게 의한 선택을 포함하는, 로봇 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제1 자동 로봇 동작은,

상기 사용자에게 의한 상기 표적 신배의 상기 선택에 응답하여, 상기 로봇 조작기에 의해 제어되는 의료 기구를 상기 표적 신배와 자동으로 정렬시키는 것을 포함하는, 로봇 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 센서(들)로부터의 상기 센서 데이터는 상기 로봇 조작기에 의해 이용되는 하나 이상의 의료 기구(들)의 무선-주파수 식별(radio-frequency identification, RFID) 데이터를 포함하는, 로봇 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 로봇 시스템은 상기 의료 절차의 상기한 페이지들과 연관된 UI 스크린들을 포함하는 사용자 인터페이스(user interface, UI)를 추가로 포함하고;

상기 제1 입력은 상기 제1 페이지와 연관된 제1 UI 스크린의 선택을 포함하는, 로봇 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 제어 회로는,

상기 로봇 조작기의 제2 위치를 결정하고;

상기 비디오 캡처 장치에 의해 캡처된 상기 비디오의 제2 분석을 수행하고;

상기 로봇 조작기의 상기 제2 위치 및 상기 비디오의 상기 제2 분석에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 의료 절차의 상기 제1 페이지의 종료를 식별하도록 추가로 구성되는, 로봇 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 로봇 조작기는 요관경을 포함하는 의료 기구를 조작하도록 구성되는, 로봇 시스템.

청구항 14

비디오 캡처 장치, 로봇 조작기, 하나 이상의 센서(들), 및 입력 장치를 포함하는 로봇 시스템을 사용하여 의료 절차의 식별된 페이지에 기초하여 로봇 동작을 자동으로 트리거하기 위한 방법으로서,

상기 하나 이상의 센서(들)로부터 상기 로봇 조작기의 제1 상태를 결정하는 단계;

상기 로봇 조작기의 제1 동작을 개시하기 위한 상기 입력 장치로부터의 제1 입력을 식별하는 단계;

상기 비디오 캡처 장치에 의해 캡처된 환자 부위의 비디오의 제1 분석을 수행하는 단계;

상기 로봇 조작기의 상기 제1 상태, 상기 제1 입력, 및 상기 비디오의 상기 제1 분석에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 의료 절차의 제1 페이지를 식별하는 단계; 및

상기 식별된 제1 페이지에 기초하여 상기 로봇 조작기의 제1 자동 로봇 동작을 트리거하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 식별된 제1 페이지는 요관경술 절차 동안 바스켓 내측에의 결석의 포획을 포함하고, 상기 바스켓은 요관 시스템으로부터 외부로 연장되는, 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 제1 자동 로봇 동작은,

상기 바스켓이 상기 제1 페이지 동안 상기 결석 주위에 있다고 결정하는 것에 응답하여, 상기 바스켓을 다시 상기 요관 시스템 내로 자동으로 후퇴시키는 것을 포함하는, 방법.

청구항 17

제14항에 있어서, 상기 식별된 제1 페이지는 레이저로 요관경술 절차 동안 결석을 레이징하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 제1 자동 로봇 동작은,

상기 레이저가 상기 제1 페이지 동안 더 이상 상기 결석으로 지향되지 않는다고 결정하는 것; 및

상기 레이저에 의한 레이징을 중단하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 제1 자동 로봇 동작은,

결석 파편들의 증가를 검출하는 것; 및

상기 결석 파편들의 상기 증가를 검출하는 것에 응답하여 수집 시스템의 흡인을 증가시키는 것을 포함하는, 방법.

청구항 20

제17항에 있어서, 상기 식별된 제1 페이지는 요관경술 절차 동안 진입을 위한 표적 신배의, 상기 로봇 시스템의 사용자에게 의한 선택을 포함하는, 방법.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 제1 자동 로봇 동작은,

상기 사용자에게 의한 상기 표적 신배의 상기 선택에 응답하여, 상기 로봇 조작기에 의해 제어되는 의료 기구를 상기 표적 신배와 자동으로 정렬시키는 것을 포함하는, 방법.

청구항 22

의료 절차의 식별된 페이지에 기초하여 로봇 동작을 자동으로 트리거하기 위한 로봇 장치의 제어 시스템으로서,

상기 로봇 장치로부터 센서 데이터, 사용자 입력 데이터, 및 비디오 데이터를 수신하도록 구성되는 통신 인터페이스;

상기 센서 데이터, 상기 사용자 입력 데이터, 및 상기 비디오 데이터를 저장하도록 구성되는 메모리; 및

하나 이상의 프로세서(들)를 포함하고, 상기 하나 이상의 프로세서(들)는,

상기 센서 데이터로부터 상기 로봇 장치의 제1 상태를 결정하고;

상기 사용자 입력 데이터로부터의 제1 입력을 식별하고;

환자 부위의 비디오를 포함하는 상기 비디오 데이터의 제1 분석을 수행하고;

상기 로봇 장치의 상기 센서 데이터로부터의 제1 상태, 상기 제1 입력, 및 상기 비디오 데이터의 상기 제1 분석에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 의료 절차의 제1 페이지를 식별하고;

상기 식별된 제1 페이지에 기초하여 상기 로봇 장치의 조작기의 제1 자동 로봇 동작을 트리거하도록 구성되는, 제어 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 출원은, 각각 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함되는, 2020년 11월 20일자로 출원된 미국 가출원 제 63/116,798호, 및 2020년 12월 31일자로 출원된 미국 출원 제63/132,866호의 이익을 주장한다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 개시는 의료 장치와 절차 및 인공 지능 보조식 데이터 처리의 분야에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 다양한 의료 절차는 치료 부위에 도달하기 위해 인간 해부학적 구조에 침투하도록 구성된 하나 이상의 의료 기구(들)를 사용하는 것을 보조하는 로봇 시스템의 사용을 수반한다. 소정의 작동 프로세스는 치료 부위에 도달하여 요로 결석과 같은 물체를 환자로부터 추출하기 위해 환자의 피부 또는 구멍을 통해 하나 이상의 의료 기구(들)를 삽입하는 것을 수반할 수 있다.

발명의 내용

[0006] 의사 또는 다른 의료 전문가가 인간 해부학적 구조 내에 위치한, 요로 결석과 같은 물체에 접근하기 위해 의료 기구를 제어하는 것을 보조하기 위한 하나 이상의 시스템(들), 장치(들), 및/또는 방법(들)이 본 명세서에 기술된다.

[0007] 본 개시를 요약하기 위해, 소정 태양들, 이점들, 및 신규한 특징들이 기술되었다. 모든 그러한 이점들이 반드시 임의의 특정 실시예에 따라 달성될 수 있는 것은 아님이 이해되어야 한다. 따라서, 개시된 실시예들은 반드시 본 명세서에 교시되거나 제안될 수 있는 바와 같은 다른 이점들을 달성하지 않고서 본 명세서에 교시된 바와 같은 하나의 이점 또는 이점들의 그룹을 달성하거나 최적화하는 방식으로 수행될 수 있다.

[0008] 하나 이상의 컴퓨터(들)의 시스템이, 작동 시에 시스템으로 하여금 동작들을 수행하게 하는, 시스템 상에 설치된 소프트웨어, 펌웨어, 하드웨어, 또는 그들의 조합을 가짐으로써 특정 작동들 또는 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다. 하나 이상의 컴퓨터 프로그램(들)은, 데이터 처리 장치에 의해 실행될 때, 장치로 하여금 동작들을 수행하게 하는 명령어들을 포함함으로써 특정 작동들 또는 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다. 하나의 일반적인 태양은 의료 절차의 식별된 페이지(phase)에 기초하여 로봇 동작을 자동으로 트리거하기 위한 로봇 시스템을 포함한다. 로봇 시스템은 또한 비디오 캡처 장치(video capture device); 로봇 조작기(robotic manipulator); 로봇 조작기의 구성을 검출하도록 구성되는 하나 이상의 센서(들); 하나 이상의 사용자 상호작용(들)을 수신하고 로봇 조작기에 의한 하나 이상의 동작(들)을 개시하도록 구성되는 입력 장치; 및 입력 장치 및 로봇 조작기에 통신가능하게 결합되는 제어 회로를 포함한다. 제어 회로는 하나 이상의 센서(들)로부터의 센서 데이터에 기초하여 로봇 조작기의 제1 상태를 결정하고; 로봇 조작기의 제1 동작을 개시하기 위한 입력 장치로부터의 제1 입력을 식별하고; 비디오 캡처 장치에 의해 캡처된 환자 부위의 비디오의 제1 분석을 수행하고; 로봇 조작기의 제1 상태, 제1 입력, 및 비디오의 제1 분석에 적어도 부분적으로 기초하여 의료 절차의 제1 페이지를 식별하고; 식별된 제1 페이지에 기초하여 로봇 조작기의 제1 자동 로봇 동작을 트리거하도록 구성된다. 이러한 태양의 다른 실시예들은 대응하는 컴퓨터 시스템들, 장치들, 및 방법들의 동작들을 수행하도록 각각 구성되는, 하나 이상의 컴퓨터 저장 장치(들) 상에 기록된 컴퓨터 프로그램들을 포함한다.

[0009] 구현예들은 하기의 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 로봇 시스템에 의해 수행가능한 의료 절차는 경피 제방향 요관경술 레이징(percutaneous antegrade ureteroscopy lasing), 요관경술 바스켓팅(ureteroscopy basketing), 및 경피 니들 삽입(percutaneous needle insertion) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 식별된

제1 페이지는 요관경술 절차 동안 바스켓 내측에의 결석의 포획을 포함할 수 있고, 바스켓은 요관 시스(ureteral sheath)로부터 외부로 연장된다. 제1 자동 로봇 동작은, 바스켓이 제1 페이지 동안 결석 주위에 있다고 결정하는 것에 응답하여, 바스켓을 다시 요관 시스 내로 자동으로 후퇴시키는 것을 포함할 수 있다. 식별된 제1 페이지는 요관경술 절차 동안 레이저로 결석을 레이징하는 것을 포함할 수 있다. 제1 자동 로봇 동작은 레이저가 제1 페이지 동안 더 이상 결석으로 지향되지 않는다고 결정하는 것; 및 레이저에 의한 레이징을 중단하는 것을 포함할 수 있다. 제1 자동 로봇 동작은 결석 파편들의 증가를 검출하는 것; 및 결석 파편들의 증가를 검출하는 것에 응답하여 수집 시스템의 흡인(aspiration)을 증가시키는 것을 포함할 수 있다. 식별된 제1 페이지는 요관경술 절차 동안 진입을 위한 표적 신배(target calyx)의, 로봇 시스템의 사용자에게 의한 선택을 포함할 수 있다. 제1 자동 로봇 동작은, 사용자에게 의한 표적 신배의 선택에 응답하여, 로봇 조작기에 의해 제어되는 의료 기구를 표적 신배와 자동으로 정렬시키는 것을 포함할 수 있다. 하나 이상의 센서(들)로부터의 센서 데이터는 로봇 조작기에 의해 이용되는 하나 이상의 의료 기구(들)의 무선-주파수 식별(radio-frequency identification, RFID) 데이터를 포함할 수 있다. 제1 입력은 제1 페이지와 연관된 제1 사용자 인터페이스(user interface, UI) 스크린의 선택을 포함할 수 있다. 로봇 시스템의 제어 회로는 로봇 조작기의 제2 위치를 결정하고; 비디오 캡처 장치에 의해 캡처된 비디오의 제2 분석을 수행하고; 로봇 조작기의 제2 위치 및 비디오의 제2 분석에 적어도 부분적으로 기초하여 의료 절차의 제1 페이지의 종료를 식별하도록 추가로 구성될 수 있다. 로봇 조작기는 요관경을 포함할 수 있는 의료 기구를 조작하도록 구성된다. 기술된 기법들의 구현예들은 하드웨어, 방법 또는 프로세스, 또는 컴퓨터-액세스가능 매체 상의 컴퓨터 소프트웨어를 포함할 수 있다.

[0010] 하나의 일반적인 태양은 비디오 캡처 장치를 포함할 수 있는 로봇 시스템을 사용하여 의료 절차의 식별된 페이지에 기초하여 로봇 동작을 자동으로 트리거하기 위한 방법을 포함한다. 방법은 또한 하나 이상의 센서(들)로부터 로봇 조작기의 제1 상태를 결정하는 단계; 로봇 조작기의 제1 동작을 개시하기 위한 입력 장치로부터의 제1 입력을 식별하는 단계; 비디오 캡처 장치에 의해 캡처된 환자 부위의 비디오의 제1 분석을 수행하는 단계; 로봇 조작기의 제1 상태, 제1 입력, 및 비디오의 제1 분석에 적어도 부분적으로 기초하여 의료 절차의 제1 페이지를 식별하는 단계; 및 식별된 제1 페이지에 기초하여 로봇 조작기의 제1 자동 로봇 동작을 트리거하는 단계를 포함한다. 이러한 태양의 다른 실시예들은 대응하는 컴퓨터 시스템들, 장치들, 및 방법들의 동작들을 수행하도록 각각 구성되는, 하나 이상의 컴퓨터 저장 장치(들) 상에 기록된 컴퓨터 프로그램들을 포함한다.

[0011] 구현예들은 하기의 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 방법에서, 식별된 제1 페이지는 요관경술 절차 동안 바스켓 내측에의 결석의 포획을 포함할 수 있고, 바스켓은 요관 시스로부터 외부로 연장된다. 제1 자동 로봇 동작은, 바스켓이 제1 페이지 동안 결석 주위에 있다고 결정하는 것에 응답하여, 바스켓을 다시 요관 시스 내로 자동으로 후퇴시키는 것을 포함할 수 있다. 식별된 제1 페이지는 레이저로 요관경술 절차 동안 결석을 레이징하는 것을 포함할 수 있다. 제1 자동 로봇 동작은 레이저가 제1 페이지 동안 더 이상 결석으로 지향되지 않는다고 결정하는 것; 및 레이저에 의한 레이징을 중단하는 것을 포함할 수 있다. 제1 자동 로봇 동작은 결석 파편들의 증가를 검출하는 것; 및 결석 파편들의 증가를 검출하는 것에 응답하여 수집 시스템의 흡인을 증가시키는 것을 포함할 수 있다. 식별된 제1 페이지는 요관경술 절차 동안 진입을 위한 표적 신배의, 로봇 시스템의 사용자에게 의한 선택을 포함할 수 있다. 제1 자동 로봇 동작은, 사용자에게 의한 표적 신배의 선택에 응답하여, 로봇 조작기에 의해 제어되는 의료 기구를 표적 신배와 자동으로 정렬시키는 것을 포함할 수 있다. 기술된 기법들의 구현예들은 하드웨어, 방법 또는 프로세스, 또는 컴퓨터-액세스가능 매체 상의 컴퓨터 소프트웨어를 포함할 수 있다.

[0012] 하나의 일반적인 태양은 의료 절차의 식별된 페이지에 기초하여 로봇 동작을 자동으로 트리거하기 위한 로봇 장치의 제어 시스템을 포함한다. 제어 시스템은 또한 로봇 장치로부터 센서 데이터, 사용자 입력 데이터, 및 비디오 데이터를 수신하도록 구성되는 통신 인터페이스; 센서 데이터, 사용자 입력 데이터, 및 비디오 데이터를 저장하도록 구성되는 메모리; 및 하나 이상의 프로세서(들)를 포함하고, 하나 이상의 프로세서(들)는 센서 데이터로부터 로봇 장치의 제1 상태를 결정하고; 사용자 입력 데이터로부터의 제1 입력을 식별하고; 환자 부위의 비디오를 포함하는 비디오 데이터의 제1 분석을 수행하고; 로봇 장치의 센서 데이터로부터의 제1 상태, 제1 입력, 및 비디오 데이터의 제1 분석에 적어도 부분적으로 기초하여 의료 절차의 제1 페이지를 식별하고; 식별된 제1 페이지에 기초하여 로봇 장치의 조작기의 제1 자동 로봇 동작을 트리거하도록 구성된다. 이러한 태양의 다른 실시예들은 대응하는 컴퓨터 시스템들, 장치들, 및 기록된 컴퓨터 프로그램들을 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0013] 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 소정 실시예에 따른, 의료 절차를 수행하거나 수행하는 것을 보조하기 위한 예시적인 의료 시스템을 예시한 도면.

도 2a 및 도 2b는 소정 실시예에 따른, 의료 결석 포획 절차를 수행하는 동안 의료 시스템의 사시도를 예시한 도면.

도 3은 소정 실시예에 따른, 연관된 입력 및 출력과 함께, 의료 시스템의 제어 시스템의 블록도를 예시한 도면.

도 4a는 소정 실시예에 따른, 비디오 데이터로부터 출력을 생성하기 위해 기계 학습(machine learning)을 이용하도록 구성된 제어 시스템의 블록도를 예시한 도면.

도 4b는 소정 실시예에 따른, 여러 유형의 데이터로부터 출력을 생성하기 위해 기계 학습을 이용하도록 구성된 제어 시스템의 블록도를 예시한 도면.

도 5는 소정 실시예에 따른, 페이지 식별 프로세스의 흐름도.

도 6은 소정 실시예에 따른, 자동화된 로봇 동작을 위한 트리거링 프로세스의 흐름도.

도 7은 소정 실시예에 따른, 로봇 시스템의 상이한 유형의 트리거된 동작을 도시한 도면.

도 8은 소정 실시예에 따른, 식별된 페이지 동안 수행되는 태스크(task)에 대한 평가 프로세스의 흐름도.

도 9는 소정 실시예에 따른, 의료 태스크에 대한 스코어링 프로세스(scoring process)의 흐름도.

도 10은 소정 실시예에 따른, 의료 태스크에 대한 다른 스코어링 프로세스의 흐름도.

도 11은 소정 실시예에 따른, 로봇 시스템의 예시적인 상세 사항을 예시한 도면.

도 12는 소정 실시예에 따른, 제어 시스템의 예시적인 상세 사항을 예시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 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 작동이 다수의 개별 작동으로서 차례로 기술될 수 있지만; 설명의 순서는 이들 작동이 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.

[0015] 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 사용된다는 것이 이해되어야 한다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시된 배향에 더하여, 사용 또는 작동 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 마

참가지이다.

[0016] 개요

[0017] 본 개시는 결석 관리(예컨대, 요로 결석의 회수, 결석 파편의 흡입 등) 또는 다른 의료 절차의 수행을 위해 로봇 시스템에 의해 수행되는 것과 같은, 로봇 보조식 의료 절차로부터 데이터를 수집 및 분석하기 위한 기법 및 시스템에 관한 것이다. 의료 절차는 여러 상이한 페이지를 통해 진행될 수 있다. 예를 들어, 요관경술에서, 페이지는 신체 내로의 의료 기구의 경피 삽입, 요로 결석 위치로의 이동, 요로 결석의 레이징, 및/또는 부서진 결석의 바스켓팅을 포함할 수 있다. 로봇 시스템은 전형적으로 여러 센서 및 입력 장치를 가져서, 의료 절차 동안 다량의 데이터의 생성을 허용한다. 이러한 절차 데이터는 작동의 상이한 페이지를 자동으로 결정하는 데 사용될 수 있다. 이들 페이지를 식별함으로써, 로봇 시스템은 의료 절차 동안 로봇 시스템을 작동시키는 의료 전문가의 동작을 예상하고 준비할 수 있다.

[0018] 로봇 시스템을 포함하는 의료 시스템이 또한 상이한 페이지를 식별하는 메타데이터로 절차의 비디오 장면(video footage)에 주석을 달도록 허용할 수 있다. 이는 비디오 장면이 사용자에게 의해 더 쉽게 검토되도록 허용할 뿐만 아니라 인공 지능(artificial intelligence, AI)을 사용한 비디오 장면의 더 정교한 분석을 허용한다. 이는 사용자 또는 조작자에 의해 수행되는 동작을, 그러한 동작을 다른 절차 동안 수행된 대응하는 페이지로부터의 유사한 동작과 비교함으로써, 평가하고 스코어링하는 것을 더 용이하게 할 수 있다. 예를 들어, 비디오 장면 및 연관된 데이터는 AI 시스템에 의해 분석되어, 페이지 또는 전체 절차당 성공 전의 시도, 각각의 페이지의 시간, 조작자에 의해 제공된 관절운동 명령의 수, 니들 삽입의 정확도 등과 같은, 작동에 대한 통계치를 생성할 수 있다. 또한, 데이터는 여러 작동에 걸쳐 집계되고, 성공률, 페이지 또는 전체 절차당 평균 작동 시간 등과 같은, 작동의 유형에 대한 통계치를 일반적으로 생성하는 데 사용될 수 있다. 그러한 의료 시스템은 또한 예컨대 사례 요약(case summary)을 생성함으로써 추가 이점을 제공할 수 있다.

[0019] 하나의 예시적인 시나리오에서, 경피 신장 접근 또는 다른 절차 동안 별개의 페이지가 존재한다. 예시적인 워크플로우에서, 사용자는 스코프(scope)를 원하는 신배로 구동하고, 유두(papilla)를 마킹하고, 표적 유두를 보기 위해 스코프를 후퇴시킨다. 사용자는 이어서 니들을 보유하고, 삽입 부위를 선택하고, 그래픽 사용자 인터페이스(graphical user interface, "GUI")를 사용하여 니들 궤적을 표적 유두와 정렬시킨다. 마지막으로, 사용자는 표적 유두를 통해 신장에 접근하기 위해 그래픽 사용자 인터페이스를 따라가면서 니들을 삽입한다. 절차 효율을 개선하고 사용자 기술을 평가하기 위해, 의료 시스템은 이들 이벤트의 시작 및 종료를 라벨링하고, 경피 접근("perc") 시도가 성공적이었는지 여부에 대한 실측 자료 데이터를 획득할 수 있다.

[0020] 사례 데이터를 별개의 페이지로 분할하고 이들 페이지를 보여주는 페이지 전환 차트를 생성한 후에, 전환 차트는 절차를 평가하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 하나의 예시적인 전환 차트는 의사가 표적 및 삽입 부위를 선택하였지만 니들 정렬 단계로 진행하지 않았고, 대신에 새로운 표적을 선택하기 위해 상이한 신배로 구동하였음을 보여줄 수 있다. 차트는 의사가 제1 경피 접근 시도에서 접근의 시각적 확인을 얻지 못했고 니들의 위치를 찾기 위해 스코프를 구동하였음을 보여줄 수 있다. 차트는 의사가 동일한 표적에 대해 다른 경피 접근 시도를 했고, 이번에는 시각적 확인을 얻었음을 보여줄 수 있다. 그러한 차트는 의료 시스템의 GUI 상에, 디지털 또는 인쇄 리포트로서, 모바일 애플리케이션 상에, 그리고/또는 유사한 유형의 출력으로 디스플레이될 수 있다.

[0021] 다른 잠재적인 이점은 실측 자료(성공/실패) 주석을 제공하는 것이다. 페이지 세그먼트화(phase segmentation)는 소정 경피 접근 시도가 성공적이었는지 여부를 예측하는 것을 가능하게 하여, 사례에 대한 실측 자료로서의 역할을 할 수 있다. 의료 시스템은 경피 접근이 성공적이었는지를 결정하기 위해 니들 삽입 페이지 동안 특징 기술자(feature descriptor)의 세트를 추적할 수 있다. 특징 기술자가 니들 및 스코프 속도, 및 스코프에 대한 니들의 상대 자세와 같은, 의료 시스템에 의해 측정된 다양한 양 또는 메트릭(metric)을 포함할 수 있다. 그것은 또한, 니들이 카메라 뷰(camera view)에서 가시적인지를 검출하고 얼마나 많은 해부학적 모션이 존재하는지를 정량화하는 컴퓨터 비전 알고리즘(computer vision algorithm)에 의해 검출된 스코프 관절운동 명령 및 특징을 포함할 수 있다. 예를 들어, 시각적 확인과 성공 사이에 직접적인 상관관계가 있을 수 있다. 하나의 시나리오에서, 컴퓨터 비전 알고리즘이 내시경 뷰에서 니들을 검출하는 경우, 경피 접근 시도는 성공적인 것으로 주석이 달리거나 달리 표시될 수 있다. 다른 시나리오에서, 니들과 스코프 사이의 거리는 매우 작을 수 있지만, 스코프 상에서 니들의 시각적 확인은 없다. 스코프가 이동하기 시작하는 경우, 그것은 경피 접근 시도가 성공적이지 않았고 사용자가 니들을 찾거나 새로운 표적을 선택하기 위해 다른 신배로 구동하고 있음을 의미한다. 따라서, 그 상황에서 스코프 이동의 검출은 경피 접근 시도가 성공적이지 않은 것으로 주석을 주거나 달리 표시하는 데 사용될 수 있다.

[0022] 다른 잠재적인 이점은 기술 평가를 제공하는 것이다. 페이지 세그먼트화는 수술중에 또는 수술후에 의사 기술을 평가하고 사례 통계치를 계산하기 위해 실행 페이지별 데이터 분석을 가능하게 할 수 있다. 아래의 표는 경피 접근 페이지들 중 일부에 대한 수술후 메트릭을 보여준다. 예를 들어, 니들 삽입이 시작될 때를 알아냄으로써(예컨대, 비디오 캡처, 센서 데이터 등을 통해 식별됨), 의료 시스템은 (예컨대, 운동학적 데이터(kinematic data), 비디오 분석 등을 사용하여) 피부 상의 진입 지점을 결정하고 요로 길이(예컨대, 피부로부터 유두까지의 거리)와 같은 부위 선택 메트릭을 계산할 수 있다.

스코프 구동 페이지		니들 삽입 페이지					부위 선택 페이지				
관절운동 명령의 수		성공률			니들 삽입 정확도		부위 선택 시간		평균 요로 길이		
이 사례	모든 사례	하극	중극	상극	전문가 평균	모든 사례	전문가 평균	모든 사례	하극	중극	상극

[0023]

[0024] 예를 들어, 스코프 구동 페이지에서, 사용자의 기술은 시스템에 의해 수신된 관절운동 명령의 수에 기초하여 평가될 수 있다. 더 적은 명령이 수신되는 경우, 그것은 작동이 순조롭게 진행되었음을 의미하여, 더 우수한 기술을 나타낸다. 더 많은 명령이 수신되는 경우, 그것은 다수의 시도가 수행되어야 함을 의미하여, 개선의 여지가 있다는 것을 나타낸다. 이들 메트릭은 또한 사용자가 해부학적 구조의 어느 부분에서 내비게이팅(navigating)하는 데 어려움을 겪는지에 대한 정보를 제공할 수 있다. 관절운동 명령의 수는 이 작동에 대해 또는 다수의 작동에 대해(모든 사례, 소정 기간의 모든 사례, 사용자에 의해 수행된 모든 사례 등) 기록되고/되거나 디스플레이될 수 있다. 예를 들어, 의료 시스템은 주어진 사례에 대해, 의사 간에, 그리고/또는 다수의 작동에 걸쳐 시간 경과에 따라 동일한 의사에 대해 위치에 의해 비교하는 메트릭을 생성할 수 있다.

[0025]

다른 예에서, 니들 삽입 페이지에서, 사용자의 기술은 성공률 및/또는 니들 삽입 정확도에 기초하여 평가될 수 있다. 성공률은 하극, 중극, 또는 상극에서와 같은, 신장 위치에 기초하여 추가로 구체적으로 계산될 수 있다. 니들 삽입 정확도는 전문가에 대한 평균 값과 비교될 수 있다. 니들 삽입 정확도는 이 작동에 대해 또는 다수의 작동에 대해(예컨대, 모든 사례, 소정 기간의 모든 사례, 사용자에 의해 수행된 모든 사례 등) 기록되고/되거나 디스플레이될 수 있다.

[0026]

추가 예에서, 부위 선택 페이지에서, 사용자의 기술은 부위 선택 시간 또는 사용자가 부위 및 평균 요로 길이를 선택하는 데 걸린 시간에 기초하여 평가될 수 있다. 부위 선택 시간은 전문가에 대한 평균 값과 비교될 수 있다. 부위 선택 시간은 이 작동에 대해 또는 다수의 작동에 대해(모든 사례, 소정 기간의 모든 사례, 사용자에 의해 수행된 모든 사례 등) 기록되고/되거나 디스플레이될 수 있다. 평균 요로 길이는 하극, 중극, 또는 상극에서와 같은, 신장 위치에 기초하여 추가로 구체적으로 계산될 수 있다. 환자에 대한 요로 길이는 환자 체질량 지수(body mass index, BMI)의 지표로서 사용될 수 있다. 이는 사례 성과가 BMI 값 또는 범위와 같은 환자 집단 특성에 기초하여 집계되도록 허용할 수 있다.

[0027]

위의 표는 평가될 수 있는 가능한 메트릭의 단지 일부 예를 보여준다. 또한, 위의 표는 이들 메트릭에 적용될 수 있는 특이성 중 단지 일부를 보여준다. 예를 들어, 하나의 메트릭에 적용된 특이성 중 일부가 다른 메트릭에 적용될 수 있다. 일부 실시예에서, 니들 삽입 정확도는 신장 위치에 기초하여 추가로 구분될 수 있다. 성공률은 전문가 평균에 또는 다수의 작동에 걸쳐(예컨대, 모든 사례, 소정 기간의 모든 사례, 사용자에 의해 수행된 모든 사례 등) 비교함으로써 더 특이성 있게 보여질 수 있다.

[0028]

그러한 의료 시스템의 다른 잠재적인 이점은 기술 평가 워크플로우 최적화를 제공하는 것이다. 워크플로우 분석은 워크플로우 단계의 시퀀스와 경피 접근 성공 및 효율 사이의 상관관계를 보여줄 수 있다. 예를 들어, 알고리즘은 표적 선택 전에 부위 선택이 수행된 사례와 부위 선택 전에 표적 선택이 수행된 사례를 비교하고 경피 접근 시간 및 정확도에 대한 영향을 평가할 수 있다.

[0029]

그러한 의료 시스템은 요관경술을 포함하는 여러 유형의 절차에 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 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.

[0030]

방광 및 요관으로부터 요로 결석을 제거하기 위해, 외과 의사는 요도를 통해 요로 내로 요관경을 삽입할 수 있

다. 전형적으로, 요관경은 그의 원위 단부에서 요로의 시각화를 가능하게 하도록 구성된 내시경을 포함한다. 요관경은 또한 요로 결석을 포획하거나 부수기 위해, 바스켓 회수 장치와 같은 채석술 메커니즘(lithotomy mechanism)을 포함할 수 있다. 요관경술 절차 동안, 한 명의 의사/전문가가 요관경의 위치를 제어할 수 있고, 한편 다른 한 명의 의사/전문가가 채석술 메커니즘을 제어할 수 있다.

[0031] 많은 실시예에서, 기법 및 시스템은 최소 침습 절차의 맥락에서 논의된다. 그러나, 기법 및 시스템은, 예를 들어 의료 기구를 삽입하기 위해 신체 내로 천공부 및/또는 작은 절개부를 형성함으로써 표적 위치에 대한 접근이 달성되는 경피 수술, 비-침습 절차, 치료 절차, 진단 절차, 비-경피 절차, 또는 다른 유형의 절차를 포함하는, 임의의 의료 절차의 맥락에서 구현될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 그러한 기법은 비뇨기과학 및 기관지경술을 위한 중앙 생검 또는 절제에 사용될 수 있고, 여기서 시스템이 의심스러운 부위에 대한 근접도(proximity)를 검출할 때 자동화된 생검 작동이 트리거될 수 있다. 내시경술 절차는 기관지경술, 요관경술, 위 내시경술, 신장경술, 신절석술 등을 포함할 수 있다. 또한, 많은 실시예에서, 기법 및 시스템은 로봇-보조식 절차로서 구현되는 것으로 논의된다. 그러나, 기법 및 시스템은 완전-로봇 의료 절차와 같은 다른 절차에서 구현될 수 있다는 것이 또한 인식되어야 한다.

[0032] 예시 및 논의의 용이함을 위해, 기법 및 시스템은 요로 결석, 예컨대 신장으로부터 신장 결석을 제거하는 맥락에서 논의된다. 그러나, 위에서 언급된 바와 같이, 기법 및 시스템은 다른 절차를 수행하기 위해 사용될 수 있다.

[0033] 의료 시스템

[0034] 도 1은 하나 이상의 실시예(들)에 따른, 의료 절차를 수행하거나 수행하는 것을 보조하기 위한 예시적인 의료 시스템(100)을 예시한다. 의료 시스템(100)의 실시예는 수술 및/또는 진단 절차에 사용될 수 있다. 의료 시스템(100)은 환자(130)에게 절차를 수행하기 위해 의료 기구(120)와 맞물리고 그리고/또는 의료 기구를 제어하도록 구성된 로봇 시스템(110)을 포함한다. 의료 시스템(100)은 또한, 로봇 시스템(110)과 인터페이싱하고, 절차에 관한 정보를 제공하고, 그리고/또는 다양한 다른 작동을 수행하도록 구성된 제어 시스템(140)을 포함한다. 예를 들어, 제어 시스템(140)은 의사(160)가 의료 기구(120)를 사용하는 것을 보조하도록 사용자 인터페이스(144)를 제시하기 위한 디스플레이(142)를 포함할 수 있다. 또한, 의료 시스템(100)은 환자(130) 및/또는 이미징 센서(180), 예컨대 카메라, x-선, 컴퓨터 단층촬영(computed tomography, CT), 자기 공명 영상(magnetic resonance imaging, MRI), 양전자 방출 단층촬영(positron emission tomography, PET) 장치 등을 유지하도록 구성된 테이블(150)을 포함할 수 있다.

[0035] 일부 실시예에서, 의사는 요관경술과 같은 최소-침습 의료 절차를 수행한다. 의사(160)는 요도로부터, 결석(165)이 위치한 신장(170)까지 의료 기구(120)(예컨대, 바스켓 회수 장치 및/또는 스코프)를 내비게이팅하기 위해 로봇 시스템(110)을 제어하도록 제어 시스템(140)과 상호작용할 수 있다. 제어 시스템(140)은 의사(160)의 내비게이션을 보조하기 위해 의료 기구(120)에 관한 정보, 예컨대 의료 기구(120) 또는 이미징 센서(180)로부터의 실시간 이미지를 디스플레이(142)를 통해 제공할 수 있다. 일단 신장 결석의 부위에 있게 되면, 의료 기구(120)는 요로 결석(165)을 부수고 그리고/또는 포획하는 데 사용될 수 있다.

[0036] 의료 시스템(100)을 사용하는 일부 구현예에서, 의사(160)가 경피 절차를 수행할 수 있다. 예시하기 위해, 환자(130)가 요로를 통해 제거되기에는 너무 큰 신장(170) 내의 신장 결석(165)을 갖는 경우, 의사(160)는 환자(130) 상의 경피 접근 지점을 통해 신장 결석을 제거하기 위한 절차를 수행할 수 있다. 예를 들어, 의사(160)는 요도로부터, 결석(165)이 위치한 신장(170)까지 의료 기구(120)(예컨대, 스코프)를 내비게이팅하기 위해 로봇 시스템(110)을 제어하도록 제어 시스템(140)과 상호작용할 수 있다. 제어 시스템(140)은 의사(160)가 의료 기구(120)를 내비게이팅하는 것을 보조하기 위해 의료 기구(120)에 관한 정보, 예컨대 의료 기구(120) 또는 이미징 센서(180)로부터의 실시간 이미지를 디스플레이(142)를 통해 제공할 수 있다. 일단 신장 결석의 부위에 있게 되면, 의료 기구(120)는 신장에 경피적으로 접근하는 제2 의료 기구(도시되지 않음)를 위한 표적 위치(예컨대, 신장에 접근하기 위한 원하는 지점)를 지정하는 데 사용될 수 있다. 신장에 대한 손상을 최소화하기 위해, 의사(160)는 제2 의료 기구로 신장 내로 진입하기 위한 표적 위치로서 특정 유두를 지정할 수 있다. 그러나, 다른 표적 위치가 지정되거나 결정될 수 있다. 일단 제2 의료 기구가 표적 위치에 도달하였으면, 의사(160)는 예컨대 경피 접근 지점을 통해 환자(130)로부터 신장 결석을 추출하기 위해 제2 의료 기구 및/또는 다른 의료 기구를 사용할 수 있다. 위의 경피 절차가 의료 기구(120)를 사용하는 맥락에서 논의되지만, 일부 구현예에서, 경피 절차는 의료 기구(120)의 보조 없이 수행될 수 있다. 또한, 의료 시스템(100)은 다양한 다른 절차를 수행하기 위해 사용될 수 있다.

- [0037] 최소 침습 수술은, 카메라(예컨대, 의료 기구(120)의 스코프)가 수술 동안 신체 내로 삽입될 수 있기 때문에, 작동의 비디오 기록에 대한 가능성을 제공한다. 신체 외측에 위치한 추가 카메라 및 센서가 환자 및 의료 시스템(100)의 비디오 및/또는 데이터를 캡처하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 수술실(operating room, OR) 카메라(들)는 수술실에서의 활동, 예컨대 조작자의 손 또는 의사의 손의 이동, 니들의 위치, 유체 백(fluidic bag)의 교체, 환자의 출혈 등의 비디오를 캡처할 수 있다. 형광투시법 동안 조영제 주입의 수와 같은 상세 사항이 또한 OR 카메라에 의해 캡처되고 환자에 대한 방사선 노출의 양을 추정하는 데 사용될 수 있다. 비디오에 기록된 오디오가 또한 페이지를 식별하는 데 도움이 되도록 사용될 수 있다. 예를 들어, 일부 로봇 시스템은 레이징이 발생할 때 신호음을 울리거나(beep) 달리 가청 노이즈(audible noise)를 발생시킨다. 비디오는 인지 훈련, 기술 평가, 및 워크플로우 분석과 같은 이유로 보관되고 나중에 사용될 수 있다.
- [0038] 인공 지능(AI)의 한 형태인 컴퓨터 비전이 물체 및 패턴의 식별을 위한 컴퓨터에 의한 비디오의 정량적 분석을 허용한다. 예를 들어, 내시경 수술에서, AI 비디오 시스템이 제스처/태스크 분류, 기술 평가, 도구 유형 인식, 샷/이벤트(shot/event) 검출 및 검색을 위해 사용될 수 있다. AI 시스템은 절차 동안 사용되는 기구의 이동 및 타이밍을 추적하기 위해 수술 절차의 비디오를 주시할(watch) 수 있다. AI 시스템은 어떤 기구가 언제 그리고 얼마나 오래 사용되었는지와 같은, 도구의 타이밍을 추적하기 위해 메트릭을 사용할 수 있다. 또한, AI 시스템은 기구의 경로를 추적할 수 있고, 이는 절차를 평가하거나 절차의 페이지를 식별하는 데 유용할 수 있다. AI 시스템은 도구가 수술 필드(surgical field) 내에서 얼마나 멀리 움직였는지를 결정할 수 있으며, 이는 더 우수한 외과 의사가 집중된 영역에서 기구를 다루는 경향이 있기 때문에 수술의 품질과 상관될 수 있다. AI 시스템은 또한 의료 전문가의 모션의 경제성, 그들이 기구들 간에 얼마나 자주 전환하였는지, 그리고 절차의 각각의 단계에서의 그들의 효율성을 포함하는, 의료 전문가의 성과의 다수의 양태를 판단하기 위한 메트릭을 결정할 수 있다.
- [0039] 도 1의 예에서, 의료 기구(120)는 바스켓 회수 장치로서 구현된다. 따라서, 논의의 용이함을 위해, 의료 기구(120)는 "바스켓 회수 장치(120)"로도 지칭된다. 그러나, 의료 기구(120)는, 예를 들어 스코프(때때로 "내시경"으로 지칭됨), 니들, 카테터(catheter), 가이드와이어(guidewire), 쇄석기(lithotripter), 겸자, 진공, 메스(scalpel), 상기의 조합 등을 포함하는, 다양한 유형의 의료 기구로서 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. 일부 실시예에서, 다수의 의료 기구가 사용될 수 있다. 예를 들어, 내시경이 바스켓 회수 장치(120)와 함께 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 의료 기구(120)는 진공, 바스켓 회수 장치, 스코프, 또는 기구의 다양한 조합과 같은 여러 기구를 통합한 복합 장치일 수 있다.
- [0040] 일부 실시예에서, 의료 기구(120)는 의료 기구(120)를 식별하기 위한 무선-주파수 식별(RFID) 칩을 포함할 수 있다. 의료 시스템(100)은 기구를 식별하는 것을 보조하기 위해 의료 기구 내의 RFID 칩을 판독하기 위한 RFID 판독기를 포함할 수 있다. 그러한 정보는 절차 및 페이지를 식별하는 것을 용이하게 하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, RFID 데이터가 기구를 니들로서 식별하는 경우, 페이지는 니들 삽입과 관련될 수 있지만, 정확한 페이지를 결정하는 것은 비디오, 장치 상태, 원격측정(telemetry)(예컨대, 자기 추적, 로봇 데이터, 유체 데이터 등)과 같은 추가 데이터와 RFID 데이터를 조합하는 것을 요구할 수 있다.
- [0041] 로봇 시스템(110)은 의료 절차를 용이하게 하도록 구성될 수 있다. 로봇 시스템(110)은 특정 절차에 따라 다양한 방식으로 배열될 수 있다. 로봇 시스템(110)은 절차를 수행하기 위해 의료 기구(120)와 맞물리고 그리고/또는 의료 기구를 제어하기 위한 하나 이상의 로봇 아암(들)(robotic arm)(112)(로봇 아암(112(a), 112(b), 112(c)))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 시스템(110)은 환자(130)의 하반신에 근접하게 위치되고, 로봇 아암(112)은 환자(130)의 요도와 같은 접근 지점 내로의 접근을 위해 의료 기구(120)와 맞물리고 의료 기구를 위치시키도록 작동된다. 로봇 시스템(110)이 적절하게 위치되면, 의료 기구(120)는 로봇 아암(112)을 사용하여 로봇으로, 의사(160)에 의해 수동으로, 또는 이들의 조합으로 환자(130) 내로 삽입될 수 있다.
- [0042] 로봇 시스템(110)은 또한 하나 이상의 로봇 아암(들)(112)에 결합된 기부(114)를 포함할 수 있다. 기부(114)는 제어 전자장치, 전원, 공급장치, 광원, 액추에이터(actuator)(예컨대, 로봇 아암을 이동시키기 위한 모터), 제어 회로, 메모리, 및/또는 통신 인터페이스와 같은 다양한 서브시스템을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 기부(114)는, 입력, 예컨대 로봇 시스템(110)을 제어하기 위한 사용자 입력을 수신하고, 출력, 예컨대 환자 상태,

의료 기구 위치 등을 제공하도록 구성된 입력/출력(I/O) 장치(116)를 포함한다. I/O 장치(116)는 제어기, 마우스, 키보드, 마이크, 터치패드, 다른 입력 장치, 또는 상기의 조합을 포함할 수 있다. I/O 장치는 스피커, 디스플레이, 햅틱 피드백 장치, 다른 출력 장치, 또는 상기의 조합과 같은 출력 컴포넌트를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110)은 로봇 시스템(110)이 절차를 위해 적절하거나 원하는 위치에 위치될 수 있도록 이동가능하다(예컨대, 기부(114)가 휠을 포함함). 다른 실시예에서, 로봇 시스템(110)은 고정형 시스템이다. 또한, 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110)은 테이블(150)에 통합된다.

[0043] 로봇 시스템(110)은 제어 시스템(140), 테이블(150), 이미징 센서(180), 및/또는 의료 기구(120)와 같은, 의료 시스템(100)의 임의의 컴포넌트에 결합될 수 있다. 일부 실시예에서, 로봇 시스템은 제어 시스템(140)에 통신 가능하게 결합된다. 일례에서, 로봇 시스템(110)은 작동을 수행하기 위해, 예컨대 특정 방식으로 로봇 아암(112)을 위치시키고, 스코프를 조작하는 등을 위해 제어 시스템(140)으로부터 제어 신호를 수신할 수 있다. 이에 응답하여, 로봇 시스템(110)은 작동을 수행하기 위해 로봇 시스템(110)의 컴포넌트를 제어할 수 있다. 다른 예에서, 로봇 시스템(110)은 환자(130)의 내부 해부학적 구조를 묘사하는 이미지를 스코프로부터 수신하고/하거나 그러한 이미지를 제어 시스템(140)에 송신할 수 있다(이는 이어서 제어 시스템(140) 상에 디스플레이될 수 있음). 또한, 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110)은 데이터 신호, 전력 등을 수신하기 위해, 제어 시스템(140)과 같은, 의료 시스템(100)의 컴포넌트에 결합된다. 다른 의료 기구, 정맥주사 백(intravenous bag), 혈액 팩 등과 같은 다른 장치가 또한 수행되는 의료 절차에 따라 로봇 시스템(110) 또는 의료 시스템(100)의 다른 컴포넌트에 결합될 수 있다.

[0044] 제어 시스템(140)은 의료 절차를 수행하는 것을 보조하기 위해 다양한 기능을 제공하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 시스템(140)은 로봇 시스템(110)에 결합되고 로봇 시스템(110)과 협력하여 작동하여 환자(130)에게 의료 절차를 수행할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(140)은 (예컨대, 로봇 시스템(110), 바스켓 회수 장치(120)를 제어하고, 스코프에 의해 캡처된 이미지(들)를 수신하는 등을 위해) 무선 또는 유선 접속을 통해 로봇 시스템(110)과 통신하고, 하나 이상의 유체 채널(들)을 통해 로봇 시스템(110)을 통한 유체의 유동을 제어하고, 하나 이상의 전기 접속부(들)를 통해 로봇 시스템(110)에 전력을 제공하고, 하나 이상의 광섬유(들) 또는 다른 컴포넌트(들)를 통해 로봇 시스템(110)에 광학 신호를 제공하는 등을 할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 제어 시스템(140)은 스코프와 통신하여 센서 데이터를 수신할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 제어 시스템(140)은 테이블(150)과 통신하여 테이블(150)을 특정 배향으로 위치시키거나 달리 테이블(150)을 제어할 수 있다.

[0045] 도 1에 도시된 바와 같이, 제어 시스템(140)은 의사(160) 또는 다른 사람이 의료 절차를 수행하는 것을 보조하도록 구성된 다양한 I/O 장치를 포함한다. 일부 실시예에서, 제어 시스템(140)은 바스켓 회수 장치(120)를 제어하기 위해 의사(160) 또는 다른 사용자에게 의해 이용되는 입력 장치(146)를 포함한다. 예를 들어, 입력 장치(146)는 환자(130) 내에서 바스켓 회수 장치(120)를 내비게이션하는 데 사용될 수 있다. 의사(160)는 입력 장치(146)를 통해 입력을 제공할 수 있고, 이에 응답하여, 제어 시스템(140)은 의료 기구(120)를 조작하도록 로봇 시스템(110)에 제어 신호를 송신할 수 있다.

[0046] 일부 실시예에서, 입력 장치(146)는 게임 제어기와 유사한 제어기이다. 제어기는 로봇 시스템(110)을 제어하기 위해 사용될 수 있는 다수의 축 및 버튼을 가질 수 있다. 입력 장치(146)가 도 1의 예에서 제어기로서 예시되어 있지만, 입력 장치(146)는 터치스크린/패드, 마우스, 키보드, 마이크, 스마트 스피커 등과 같은 I/O 장치의 다양한 유형 또는 유형의 조합으로서 구현될 수 있다. 또한 도 1에 도시된 바와 같이, 제어 시스템(140)은 절차에 관한 다양한 정보를 제공하기 위한 디스플레이(142)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(140)은 스코프에 의해 캡처된 실시간 이미지를 수신하고, 디스플레이(142)를 통해 실시간 이미지를 디스플레이할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 제어 시스템(140)은 환자(130)와 연관된 의료용 모니터 및/또는 센서로부터 신호(예컨대, 아날로그, 디지털, 전기, 음향/음파, 공압, 촉각, 수압 등)를 수신할 수 있고, 디스플레이(142)는 환자(130)의 건강 및/또는 환자(130)의 환경에 관한 정보를 제시할 수 있다. 그러한 정보는, 예를 들어 심박수(예컨대, 심전도(ECG), 심박 변이도(HRV) 등), 혈압/혈류량, 근육 생체-신호(예컨대, 근전도검사(EMG)), 체온, 산소 포화도(예컨대, SpO₂), 이산화탄소(CO₂), 뇌파(예컨대, 뇌전도(EEG)), 환경 온도 등을 포함하는, 의료용 모니터를 통해 디스플레이되는 정보를 포함할 수 있다.

[0047] 도 1은 또한 본 개시의 소정 태양과 관련된 환자(130)의 다양한 해부학적 구조를 도시한다. 특히, 환자(130)는 요관(172)을 통해 방광(171)에 유체적으로 연결된 신장(170), 및 방광(171)에 유체적으로 연결된 요도(173)를 포함한다. 신장(170)의 확대도에 도시된 바와 같이, 신장은 신배(174)(예컨대, 대신배(major calyx) 및 소신배

(minor calyx)), 신유두("유두(176)"로도 지칭되는 신유두(176) 포함), 및 신추체(renal pyramid)(신추체(178) 포함)를 포함한다. 이들 예에서, 신장 결석(165)은 유두(176)에 근접하게 위치된다. 그러나, 신장 결석은 신장(170) 내의 다른 위치에 위치될 수 있다.

[0048] 도 1에 도시된 바와 같이, 예시적인 최소-침습 절차에서 신장 결석(165)을 제거하기 위해, 의사(160)는 환자(130) 내로의 의료 기구(120)의 전달을 개시하기 위해 로봇 시스템(110)을 테이블(150)의 풋(foot)에 위치시킬 수 있다. 특히, 로봇 시스템(110)은 환자(130)의 하복부 영역에 대한 근접도 내에 위치되고 환자(130)의 요도(173)에 대한 직접 선형 접근을 위해 정렬될 수 있다. 테이블(150)의 풋으로부터, 로봇 아암(112(B))은 요도(173)에 대한 접근을 제공하도록 제어될 수 있다. 이러한 예에서, 의사(160)는 의료 기구(120)를 이러한 직접 선형 접근 경로(때때로 "가상 레일(virtual rail)"로 지칭됨)를 따라 요도 내로 적어도 부분적으로 삽입한다. 의료 기구(120)는 스코프 및/또는 바스켓 회수 장치를 수용하도록 구성된 루멘(lumen)을 포함하여, 환자(130)의 해부학적 구조 내로의 그러한 장치의 삽입을 보조할 수 있다.

[0049] 일단 로봇 시스템(110)이 적절하게 위치되고/되거나 의료 기구(120)가 요도(173) 내로 적어도 부분적으로 삽입되면, 스코프는 환자(130) 내로 로봇으로, 수동으로, 또는 이들의 조합으로 삽입될 수 있다. 예를 들어, 의사(160)는 의료 기구(120)를 로봇 아암(112(C))에 연결할 수 있다. 의사(160)는 이어서 환자(130) 내에서 의료 기구(120)를 내비게이션하기 위해, 입력 장치(146)와 같은 제어 시스템(140)과 상호작용할 수 있다. 예를 들어, 의사(160)는 요도(173), 방광(171), 요관(172)을 통해, 그리고 신장(170)까지 바스켓 회수 장치(120)를 내비게이션하기 위해 로봇 아암(112(C))을 제어하도록 입력 장치(146)를 통해 입력을 제공할 수 있다.

[0050] 제어 시스템(140)은 그의 기능을 용이하게 하기 위해 다양한 컴포넌트(때때로 "서브시스템"으로 지칭됨)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(140)은 제어 전자장치, 전원, 공압장치, 광원, 액추에이터, 제어 회로, 메모리, 및/또는 통신 인터페이스와 같은 다양한 서브시스템을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 시스템(140)은, 실행될 때, 다양한 작동을 구현하는 실행가능 명령어를 저장한 컴퓨터-기반 제어 시스템을 포함한다. 일부 실시예에서 제어 시스템(140)은 도 1에 도시된 것과 같이 이동가능한 반면, 다른 실시예에서 제어 시스템(140)은 고정형 시스템이다. 다양한 기능 및 컴포넌트가 제어 시스템(140)에 의해 구현되는 것으로 논의되지만, 이러한 기능 및/또는 컴포넌트들 중 임의의 것이 로봇 시스템(110) 및/또는 테이블(150)과 같은 다른 시스템 및/또는 장치에 통합되고/되거나 그에 의해 수행될 수 있다.

[0051] 의료 시스템(100)은 의사가 절차를 수행하는 것을 보조하기 위한 안내를 제공하는 것(예컨대, 기구 추적, 환자 상태 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 기구(들)로 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. 또한, 의료 시스템(100)은 방사선에 대한 의사 노출을 감소시키고 그리고/또는 수술실 내의 장비의 양을 감소시키기 위해 비-방사선-기반 내비게이션 및/또는 위치결정 기법을 제공할 수 있다. 또한, 의료 시스템(100)은 기능을, 각각이 독립적으로 이동가능할 수 있는 제어 시스템(140)과 로봇 시스템(110)으로 분배할 수 있다. 그러한 기능의 분배 및/또는 이동가능성은 제어 시스템(140) 및/또는 로봇 시스템(110)이 특정 의료 절차에 최적인 위치에 배치되는 것을 가능하게 할 수 있고, 이는 환자 주위의 작업 영역을 최대화하고/하거나, 의사가 절차를 수행하기 위한 최적화된 위치를 제공할 수 있다. 예를 들어, 절차의 많은 양태는 (환자에게 비교적 가깝게 위치된) 로봇 시스템(110)에 의해 수행될 수 있고, 한편 의사는 (더 멀리 떨어져 위치될 수 있는) 제어 시스템(140)에서 편안하게 절차를 관리한다.

[0052] 일부 실시예에서, 제어 시스템(140)은 로봇 시스템(110)과 상이한 지리적 위치에 위치되는 경우에도 기능할 수 있다. 예를 들어, 원격-의료(tele-health) 구현예에서, 제어 시스템(140)은 광역 통신망을 통해 로봇 시스템(110)과 통신하도록 구성된다. 하나의 시나리오에서, 의사(160)는 제어 시스템(140)과 함께 하나의 병원에 위치될 수 있는 반면, 로봇 시스템(110)은 상이한 병원에 위치된다. 의사는 이어서 의료 절차를 원격으로 수행할 수 있다. 이는 농촌 지역의 병원과 같은 멀리 떨어져 있는 병원이 특정 절차에 대한 전문 지식이 제한된 경우에 유리할 수 있다. 그러면, 그러한 병원은 다른 위치에 있는 더욱 경험이 풍부한 의사에 의존할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 시스템(140)은, 예를 들어 특정 로봇 시스템을 선택하고 보안 네트워크 접속을 형성함으로써(예컨대, 패스워드, 암호화, 인증 토큰 등을 사용함) 다양한 로봇 시스템(110)과 페어링할 수 있다. 따라서, 하나의 위치에 있는 의사는 그러한 상이한 위치들 각각에 위치된 로봇 시스템(110)과의 접속을 설정함으로써 다양한 상이한 위치에서 의료 절차를 수행하는 것이 가능할 수 있다.

- [0053] 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110), 테이블(150), 의료 기구(120), 니들 및/또는 이미징 센서(180)는 무선 및/또는 유선 네트워크를 포함할 수 있는 네트워크를 통해 서로 통신가능하게 결합된다. 예시적인 네트워크는 하나 이상의 개인 영역 네트워크(들)(PAN), 하나 이상의 근거리 통신망(들)(LAN), 하나 이상의 광역 통신망(들)(WAN), 하나 이상의 인터넷 영역 네트워크(들)(IAN), 하나 이상의 셀룰러 네트워크(들), 인터넷 등을 포함한다. 또한, 일부 실시예에서, 제어 시스템(140), 로봇 시스템(110), 테이블(150), 의료 기구(120), 및/또는 이미징 센서(180)는 하나 이상의 지원 케이블(들)을 통해 통신, 유체/기체 교환, 전력 교환 등을 위해 연결된다.
- [0054] 도 1에 예시되지 않지만, 일부 실시예에서, 의료 시스템(100)은 환자(130)의 건강 및/또는 환자(130)가 위치한 환경을 모니터링하도록 구성된 의료용 모니터를 포함하고/하거나 그와 연관된다. 예를 들어, 의료용 모니터는 의료 시스템(100)이 위치한 동일한 환경 내에, 예컨대 수술실 내에 위치될 수 있다. 의료용 모니터는 환자(130) 및/또는 환경과 연관된 하나 이상의 물리적, 생리학적, 화학적, 및/또는 생물학적 신호(들), 파라미터(들), 특성(들), 상태(들) 및/또는 조건(들)을 검출하거나 결정하도록 구성된 하나 이상의 센서(들)에 물리적으로 그리고/또는 전기적으로 결합될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 센서(들)는 온도, 압력, 진동, 햅틱/촉각 특징, 소리, 광학 레벨 또는 특성, 하중 또는 중량, (예컨대, 표적 기체 및/또는 액체의) 유량, 자기장 및 전자장의 진폭, 위상, 및/또는 배향, 기체, 액체, 또는 고체 형태의 물질과 관련된 성분 농도 등을 포함하는, 임의의 유형의 물리적 특성을 결정/검출하도록 구성될 수 있다. 하나 이상의 센서(들)는 의료용 모니터에 센서 데이터를 제공할 수 있고, 의료용 모니터는 환자(130)의 건강 및/또는 환자(130)의 환경에 관한 정보를 제시할 수 있다. 그러한 정보는, 예를 들어 심박수(예컨대, ECG, HRV 등), 혈압/혈류량, 근육 생체-신호(예컨대, EMG), 체온, 산소 포화도(예컨대, SpO₂), CO₂, 뇌파(예컨대, EEG), 환경 온도 등을 포함하는, 의료용 모니터를 통해 디스플레이되는 정보를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 의료용 모니터 및/또는 하나 이상의 센서(들)는 제어 시스템(140)에 결합되고, 제어 시스템(140)은 환자(130)의 건강 및/또는 환자(130)의 환경에 관한 정보를 제공하도록 구성된다.
- [0055] 요로 결석 포획
- [0056] 도 2a 및 도 2b는 요로 결석 포획 절차를 수행하는 동안 의료 시스템(100)의 사시도를 예시한다. 이들 예에서, 의료 시스템(100)은 환자(130)로부터 신장 결석을 제거하기 위해 수술실 내에 배열된다. 그러한 절차의 많은 경우에서, 환자(130)는 환자(130)의 등 부분 또는 옆구리에 접근하기 위해 환자(130)가 측면으로 약간 틸팅되어(tilted) 있는 변형 앙와위(supine position)로 위치된다. 요로 결석 포획 절차는 또한, 도 1에 도시된 바와 같이, 정상 앙와위로 환자에게 수행될 수 있다. 도 2a 및 도 2b가 환자(130)로부터 신장 결석을 제거하도록 최소-침습 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(130)는 절차를 위해 요구되는 대로 다른 위치로 배열될 수 있다. 다양한 동작이 의사(160)에 의해 수행되는 것으로 도 2a 및 도 2b와 본 개시 전체에 걸쳐 기술된다. 이들 동작은 직접적으로 의사(160)에 의해, 간접적으로 의료 시스템(100)의 보조로 의사에 의해, 의사의 지시를 받는 사용자에게 의해, 다른 사용자(예컨대, 전문가), 및/또는 임의의 다른 사용자에게 의해 수행될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0057] 로봇 시스템(110)의 특정 로봇 아암이 도 2a 및 도 2b의 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.
- [0058] 도 2a에 도시된 바와 같이, 바스켓 회수 장치(120)는 요로 결석(165)에 접근하기 위해 신장(170) 내로 조종된다. 일부 시나리오에서, 의사(160) 또는 다른 사용자는 바스켓 회수 장치(120)의 이동을 직접 제어하기 위해 입력 장치(146)를 사용한다. 그러한 직접 제어된 이동은 삽입/후퇴, 바스켓 회수 장치(120)의 좌측 또는 우측 굽힘, 회전, 및/또는 바스켓의 정상 개방/폐쇄를 포함할 수 있다. 다양한 이동을 사용하여, 바스켓 회수 장치(120)는 결석에 가깝게 배치된다.
- [0059] 일부 실시예에서, 레이저, 충격과 장치, 또는 다른 장치가 결석을 부수기 위해 사용된다. 레이저 또는 다른 장치는 바스켓 회수 장치(120)에 통합될 수 있거나 별개의 의료 기구일 수 있다. 일부 상황에서, 결석(165)은 결석을 더 작은 조각으로 부수는 것이 필요하지 않을 정도로 충분히 작다.
- [0060] 도 2b에 도시된 바와 같이, 개방된 바스켓은 요로 결석(165) 또는 요로 결석의 더 작은 조각을 둘러싸도록 조종

된다. 바스켓 회수 장치(120)는 이어서 신장(170)으로부터 그리고 이어서 환자의 신체 외부로 인출된다.

- [0061] 추가 결석(또는 부서진 결석(165)의 큰 조각)이 존재할 경우, 바스켓 회수 장치(120)는 나머지 큰 조각을 포획하기 위해 환자 내로 재삽입될 수 있다. 일부 실시예에서, 조각의 제거를 용이하게 하기 위해 진공 기구가 사용될 수 있다. 일부 상황에서, 결석 조각은 그들이 자연적으로 환자를 통과할 수 있을 정도로 충분히 작을 수 있다.
- [0062] 페이지 세그먼트화 및 페이지 인식
- [0063] 절차의 상이한 페이지를 검출하기 위해 그리고 수술 기술 및 절차 효율을 평가하기 위해 자동화된 수술 워크플로우 분석이 사용될 수 있다. 절차 동안 수집된 데이터(예컨대, 비디오 데이터)는, 예를 들어 은닉 마르코프 모델(hidden Markov model, HMM) 및 장단기 메모리(long-term-short-memory, LSTM) 네트워크를 포함하지만 이에 제한되지 않는 기계 학습 방법을 사용하여 다수의 섹션으로 세그먼트화될 수 있다.
- [0064] 수술 페이지 세그먼트화에서, 캡처된 의료 절차 데이터는, 페이지를 식별하기 위한 수술실로부터의 입력 데이터를 사용하여, 페이지로 자동으로 세그먼트화된다. 세그먼트화는 절차 동안 실시간으로 이루어지거나 기록된 데이터에 대해 수술 후에 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 수술 데이터는 페이지를 동등한 비교가능한 세그먼트로 분할하기 위해 동적 시간 위핑(dynamic time warping)을 사용하여 사전처리될 수 있다. 입력 데이터는 기구 신호, 주석, 기구의 추적(예컨대, EM), 또는 비디오로부터 획득된 정보로 이루어질 수 있다.
- [0065] 수술 워크플로우의 인식은 절차에 따라 상이한 그레인래티티 레벨(granularity level)에서 이루어질 수 있다. 그것은 페이지 및 단계(더 높은 레벨), 또는 제스처 및 활동(더 낮은 레벨)에 대해 이루어질 수 있다. 수술 페이지 인식은 컨볼루션 신경망(Convolutional Neural Network, CNN)을 사용하는 비디오 데이터로부터의 페이지 인식을 위한 딥 러닝(deep learning)-기반 접근법뿐만 아니라, HMM, 가우시안 혼합 모델(Gaussian Mixture Model, GMM), 및 서포트 벡터 머신(Support Vector Machine, SVM)과 같은 기계 학습 접근법을 사용하여 시계열, 운동학적 데이터, 및 비디오 데이터에 대해 수행될 수 있다. 수술 제스처 및 활동 인식을 위해, 비디오 데이터에서 도구 존재, 태스크, 및 활동의 인식을 위해 사용될 수 있는 CNN과 같은 더 최근의 딥-러닝 기반 방법뿐만 아니라, 유사한 방법(SVM, 마르코프 모델)이 주로 비디오 데이터 또는 비디오 및 운동학적 데이터의 조합에 대해 사용될 수 있다. 페이지 세그먼트화는 도 3에 도시된 바와 같이 다수의 데이터 소스를 사용하여 사례 데이터를 상이한 서브태스크에 세그먼트화하거나 도 4에 도시된 바와 같이 비디오와 같은 단일 데이터 소스를 사용하여 현재 페이지를 분류할 수 있다. 도 4에서, 추가 데이터(예컨대, 센서 데이터 또는 UI 데이터)가 이어서 제어 시스템(140)에 의해 생성된 출력을 추가로 정제하기 위해 통합될 수 있다.
- [0066] 도 3에서, 제어 시스템(140)은 의료 시스템(100)으로부터 다양한 입력 데이터를 수신한다. 그러한 입력은 이미징 센서(180)에 의해 캡처된 비디오 데이터(305), 로봇 시스템(110)의 하나 이상의 센서(들)로부터의 로봇 센서 데이터(310), 및 입력 장치(146)로부터 수신된 사용자 인터페이스(UI) 데이터를 포함할 수 있다.
- [0067] 비디오 데이터(305)는 환자 내에 전개된 스코프로부터 캡처된 비디오, 수술실 내의 카메라로부터 캡처된 비디오, 및/또는 로봇 시스템(110)의 카메라에 의해 캡처된 비디오를 포함할 수 있다. 로봇 센서 데이터(310)는 로봇 시스템(110)으로부터의 운동학적 데이터(예컨대, 진동, 가속도계, 위치확인, 및/또는 자이로스코프 센서를 사용함), 장치 상태, 온도, 압력, 진동, 햅틱/촉각 특징, 소리, 광학 레벨 또는 특성, 하중 또는 중량, (예컨대, 표적 기체 및/또는 액체의) 유량, 자기장 및 전자장의 진폭, 위상, 및/또는 배향, 기체, 액체, 또는 고체 형태의 물질과 관련된 성분 농도 등을 포함할 수 있다. UI 데이터(315)는, 사용자에게 의해 이루어지고 의료 시스템(100)의 입력 장치에 의해 캡처되는 버튼 누름, 메뉴 선택, 페이지 선택, 제스처, 음성 명령 등을 포함할 수 있다. 위의 도 1에 기술된 것과 같은 환자 센서 데이터가 또한 제어 시스템(140)에 대한 입력으로서 사용될 수 있다.
- [0068] 제어 시스템(140)은 의료 절차의 페이지를 식별하기 위해 로봇 센서 데이터(310) 및 UI 데이터(315)를 사용할 뿐만 아니라, (예컨대, 기계 학습 알고리즘을 사용하여) 비디오 데이터(305)를 분석할 수 있다. 일례에서, 요관경술과 같은 의료 절차가 여러 태스크(예컨대, 태스크 1 내지 태스크 5)를 포함한다. 각각의 태스크는 의료 절차의 하나 이상의 페이지(들)에서 수행될 수 있다. 도 3에 도시된 예에서, 태스크 1은 페이지 1에서 수행된다. 태스크 2는 페이지 2 및 페이지 4에서 수행된다. 태스크 3는 페이지 3 및 페이지 5에서 수행된다. 태스크 4는 페이지 6 및 페이지 8에서 수행된다. 태스크 5는 페이지 7에서 수행된다. 시간 1(T1)은 페이지 1을 완료하는 데 걸린 시간을 나타내고, 시간 2(T2)는 페이지 2를 완료하는 데 걸린 시간을 나타내고, 시간 3(T3)는 페이지 3를 완료하는 데 걸린 시간을 나타낸다. 다른 절차는 상이한 수의 태스크 및/또는 상이한 수의 페이지

를 가질 수 있다.

- [0069] 수동 및 자동화된 태스크가 존재하는 로봇 절차의 경우, 수술 페이지 검출은 수동 태스크와 자동화된 태스크 사이의 전환을 자동으로 그리고 원활하게 수행하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, T1은 수동 태스크에 대응할 수 있고, T2는 자동화된 태스크일 수 있고, T3는 역시 수동 태스크일 수 있다. 일 실시예에서, 표적 선택 페이지가 활성화될 때, 표적 선택 단계는 스코프를 구동하는 로봇에 의해 자율적으로 수행될 수 있다. 대안적으로, 사용자는 EM 마커를 사용하여 피부 상의 지점을 선택함으로써 부위 선택을 수행할 수 있고, 로봇은 니들을 표적 삽입 궤적에 자율적으로 정렬시킬 수 있다.
- [0070] 도 4a는 소정 실시예에 따른, 의료 절차로부터의 비디오 데이터로부터 출력을 생성하기 위해 기계 학습을 이용하도록 구성된 제어 시스템(140)의 블록도를 예시한다. 일부 실시예에서, 제어 시스템(140)은, 기계 학습 알고리즘을 사용하여, 먼저 비디오 데이터(305)를 처리하도록 구성된다. 일 실시예에서, 비디오 데이터(305)는 수술 도구, 결석(들), 인간 해부학적 구조(예컨대, 유두) 등과 같은, 비디오에 기록된 특징부를 식별하기 위한 출력(412)을 생성하도록 CNN(405)에 의해 처리된다. 그러한 식별된 특징부(415)는, 원본 비디오와 함께, 순환 신경망(recurrent neural network, RNN)(410)에 입력으로서 제공될 수 있다. RNN(410)은 이어서 의료 절차의 페이지(420)를 식별하기 위한 출력(412)을 생성하도록 비디오 데이터(305) 및 식별된 특징부(415)를 처리할 수 있다.
- [0071] 로봇 센서 데이터(310) 또는 UI 데이터(315)와 같은 보충 데이터가 이어서 식별된 특징부(415) 및 식별된 페이지(420)를 추가로 정제하기 위해(예컨대, 정확도를 증가시키거나 식별의 수를 증가시킴) 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 로봇 센서 데이터(310) 및/또는 UI 데이터(315)는 제어 시스템(140)에 의해 고려되는 가능한 옵션을 좁히기 위해 제어 시스템(140)에 의한 비디오 데이터(305)의 처리 전에 사용될 수 있다. 예를 들어, 보충 데이터는 특정 절차를 식별하는 데 사용될 수 있고, 이는 가능한 태스크 및 페이지의 범위를 특정 절차에 대응하는 것으로 좁힌다. 제어 시스템(140)은 이어서 식별된 특징부(415) 및 식별된 페이지(420)를 특정 절차에 대응하는 것으로 제한할 수 있다. 예를 들어, 태스크가 제어 시스템(140)에 의해 비디오 데이터(305)로서 초기에 식별되지만, 그 태스크가 특정 절차와 연관되지 않는 경우, 제어 시스템(140)은 태스크가 특정 절차에 대응하는 태스크로서 재식별될 때까지 비디오를 재처리할 수 있다.
- [0072] 비디오 데이터(305)의 처리를 완료한 후에, 제어 시스템(140)은 식별된 특징부(415) 및/또는 식별된 페이지(420)를 포함하는 주석이 달린 비디오를 생성할 수 있다. 그러한 주석은 비디오의 일부로서(예컨대, 동일한 비디오 파일에), 비디오와 함께 저장된 메타-데이터로서, 데이터베이스에, 그리고/또는 다른 데이터 포맷으로 저장될 수 있다.
- [0073] 메타-데이터 향상 비디오를 생성함으로써, 비디오는 의료 절차를 검토하기 위해 사용하기에 더 쉽게 된다. 예를 들어, 관찰자가 특정 페이지가 발생한 때를 수동으로 검색하기보다는 관심 대상의 특정 페이지로 전방 또는 후방으로 점프할 수 있다. 또한, 다수의 비디오가 데이터를 집계하고 메트릭을 생성하기 위해 더 쉽게 처리될 수 있다. 예를 들어, 다수의 비디오가 특정 페이지(예컨대, 니들 삽입 또는 결석 포획)의 인스턴스에 대해 검색되고, 그 페이지에 관한 메트릭(예컨대, 성공률, 평균 시도, 시도의 수 등)을 생성하기 위해 분석될 수 있다.
- [0074] 도 4a가 제어 시스템(140)에 의해 처리되는 비디오 데이터(305)를 도시하지만, 다른 유형의 데이터가 서로 순차적으로 또는 동시에 제어 시스템(140)에 의해 처리될 수 있다. 예를 들어, 그러한 데이터는 전자기 추적 센서에 의한 측정치로서의 기구 위치확인, 로봇 시스템(110) 데이터, 예컨대 스코프가 얼마나 멀리 삽입되는지, 스코프가 어떻게 관절운동되는지, 바스켓이 개방 또는 폐쇄되는지, 바스켓이 얼마나 멀리 삽입되는지, 및/또는 로봇 시스템의 연결 상태를 포함할 수 있다. 데이터는 단일 신경망에 또는 다수의 신경망에 입력으로서 제공될 수 있다. 예를 들어, 각각의 상이한 유형의 센서(예컨대, 비디오, 장치 상태, 원격측정, 예컨대: 자기 추적; 로봇 데이터; 및/또는 유체 데이터)가 그 자신의 네트워크를 가질 수 있고, 네트워크의 출력은 단일 페이지 예측을 획득하기 위해 최종 페이지 분류 계층 전에 연결될 수 있다.
- [0075] 도 4b는 상이한 장치 및/또는 센서로부터의 상이한 유형의 데이터가 상이한 신경망에 의해 처리되는 하나의 그러한 실시예를 예시한다. 비디오 데이터(305)는 제1 신경망(425)(예컨대, 도 4a에 기술된 바와 같은 CNN 및/또는 RNN)에 의해 처리될 수 있고, 로봇 센서 데이터(310)는 제2 신경망(430)에 의해 처리될 수 있고, UI 데이터는 제3 신경망(435)에 의해 처리될 수 있다. 상이한 신경망으로부터의 출력은 이어서 조합되어, 의료 시스템(100)에 대한 출력(412)(예컨대, 페이지 예측)을 생성할 수 있다.
- [0076] 페이지 식별 프로세스

- [0077] 도 5는 소정 실시예에 따른, 페이지 식별 프로세스(500)의 흐름도이다. 페이지 식별 프로세스(500)는 제어 시스템(140)에 의해 또는 도 1의 의료 시스템(100)의 다른 컴포넌트에 의해 수행될 수 있다. 하기가 프로세스에 대한 하나의 가능한 시퀀스를 기술하지만, 다른 실시예는 상이한 순서로 프로세스를 수행할 수 있거나 추가 단계를 포함할 수 있거나 후술되는 단계들 중 하나 이상을 배제할 수 있다.
- [0078] 블록(505)에서, 제어 시스템(140)은 로봇 시스템의 UI로부터의 입력을 식별한다. 예를 들어, 입력은 제어기 또는 터치 스크린과 같은 입력 장치(146)로부터 수신될 수 있다. 가능한 입력은 절차 페이지의 또는 특정 절차 페이지와 연관된 UI 스크린의 선택을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 스크린이 제1 절차에 대한 옵션을 나열할 수 있고, 한편 제2 스크린이 제2 절차에 대한 옵션을 나열할 수 있다. 사용자가 제1 스크린 상에서 선택하고 있다면, 그러한 선택은 사용자가 제1 절차를 수행하고 있을 것임을 나타낸다. 사용자가 제2 스크린 상에서 선택하고 있다면, 그러한 선택은 사용자가 제2 절차를 수행하고 있을 것임을 나타낸다. 따라서, 특정 페이지에 대응하도록 UI의 스크린을 조직화함으로써, 제어 시스템(140)은 사용자의 선택에 기초하여 페이지 정보를 획득할 수 있다. 다른 예에서, 의료 시스템(100)의 일 실시예는 요관경술, 경피 접근 또는 미니 경피 신장석술(PCNL)과 같은, 선택가능한 결석 관리 절차를 보여주는 제1 스크린을 가진 UI를 포함할 수 있다. 사용자가 요관경술을 선택하는 경우, 제어 시스템(140)은 페이지가 요관경술과 관련되는 것으로 결정할 수 있다(예컨대, 신장을 바스켓팅, 레이징 및/또는 조사항). 마찬가지로, 다른 결석 관리 절차를 선택하는 것은 페이지가 대응하는 절차와 관련됨을 나타낸다.
- [0079] 블록(510)에서, 제어 시스템(140)은 UI 입력 및 센서 데이터 중 적어도 하나에 기초하여 절차의 세트로부터 절차를 결정한다. 전송된 바와 같이, UI 인터페이스로부터의 입력은 현재 가능한 절차 페이지를 식별하는 데 사용될 수 있다. 또한, 로봇 센서 데이터가 또한 절차를 식별하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 로봇 시스템(110)의 아암이 수술 기구를 보유한 상태에서 환자에 접근하는 것으로 결정되는 경우, 제어 시스템(140)은 현재 절차가 의료 기구의 삽입과 관련되는 것으로 결정할 수 있다.
- [0080] 블록(515)에서, 제어 시스템(140)은 결정된 절차에 기초하여 식별가능한 절차 페이지의 세트를 절차 페이지의 서브세트로 좁힐 수 있다. 예를 들어, 레이징은 레이저를 활성화하거나 레이저를 중단하는 것과 같은 태스크 또는 페이지와 연관될 수 있다. 바스켓팅은 결석을 포획하거나 바스켓을 후퇴시키는 것과 같은 태스크 또는 페이지와 연관될 수 있다. 의료 기구(120)의 삽입은 기구를 표적과 정렬시키고 기구를 표적 부위 내로 삽입하는 것과 연관될 수 있다. 일례에서, 제어 시스템(140)이 요관경술 동안 현재 절차가 바스켓팅인 것으로 결정하는 경우, 제어 시스템(140)은 가능한 페이지를 결석을 포획하거나 바스켓을 후퇴시키는 것으로 좁힐 수 있다.
- [0081] 블록(520)에서, 제어 시스템(140)은 로봇 시스템(110)의 센서 데이터로부터 로봇 조작기(예컨대, 로봇 아암(112))의 위치를 결정할 수 있다. 도 3에 기술된 바와 같이, 다양한 유형의 센서가 센서 데이터를 생성하는 데 사용될 수 있고, 이는 이어서 위치를 결정하는 데 사용될 수 있다.
- [0082] 블록(525)에서, 제어 시스템(140)은 캡처된 비디오의 분석을 수행할 수 있다. 도 4에 기술된 것과 같은 일부 실시예에서, 기계 학습 알고리즘이 분석을 수행하고 식별된 특징부 및 페이지의 임시 식별과 같은 출력을 생성하는 데 사용된다. 출력은 수술 도구 또는 해부학적 구조의 부분과 같은 물리적 물체의 식별을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(140)이 캡처된 비디오에서 요관을 식별하는 경우, 그것은 페이지가 경피 접근과 관련되지 않음을 나타낸다. 유사하게, 유두를 식별하는 것은 페이지가 바스켓팅과 관련되지 않음을 나타낸다. 다른 유형의 해부학적 구조의 식별이 소정 페이지의 가능성을 제거하기 위해 유사하게 사용될 수 있다.
- [0083] 블록(530)에서, 제어 시스템(140)은 적어도 로봇 조작기의 위치 및 수행된 분석에 기초하여 절차 페이지의 서브세트로부터 페이지를 식별할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(140)이 제어기를 통해 바스켓팅 입력을 수신하고 있는 경우, 제어 시스템(140)은 페이지가 바스켓팅 페이지들 중 하나인 것으로 결정할 수 있다. 또한, 수행된 분석이 캡처된 비디오가 부서진 신장 결석에 접근하는 바스켓을 보여주는 것으로 식별하는 경우, 제어 시스템(140)은 현재 페이지가 결석을 포획하고 있는 것으로 결정할 수 있다. 다른 예에서, 수행된 분석이 캡처된 비디오가 부서진 신장 결석으로부터 인출되는 바스켓을 보여주는 것으로 식별하는 경우, 제어 시스템(140)은 현재 페이지가 바스켓을 시스 내로 후퇴시키고 있는 것으로 결정할 수 있다. 추가 예에서, 로봇 시스템(110)으로부터의 운동학적 데이터는 의료 기구가 환자 내에서 인출되고 있는 것을 나타낼 수 있고, 제어 시스템(140)은 현재 페이지가 바스켓을 시스 내로 후퇴시키고 있는 것으로 결정할 수 있다.
- [0084] 블록(535)에서, 제어 시스템(140)은 캡처된 비디오에 대해 식별된 페이지에 대한 비디오 마커를 생성할 수 있다. 비디오 마커는 비디오와 동일한 파일에 메타-데이터로서, 비디오 파일과 연관된 별개의 파일로서, 비디오

오 주석에 대해 데이터베이스에 저장된 메타-데이터로서 등으로 삽입될 수 있다.

- [0085] 일부 실시예에서, 비디오 파일은 비디오 파일의 관찰자가 비디오의 특정 페이지로 점프할 수 있도록 주석이 달린다. 예를 들어, 비디오는 상이한 페이지에 대응하는 캡처 또는 세그먼트로 분할될 수 있다. 일 실시예에서, 비디오에 대한 탐색 바(search bar)가 상이한 페이지에 대응하는 컬러 세그먼트로 마킹될 수 있고, 여기서 각각의 페이지는 상이한 컬러로 표시된다.
- [0086] 블록(550)에서, 제어 시스템(140)은 비디오의 종료에 도달하는지를 결정할 수 있다. 예인 경우, 프로세스(500)는 종료될 수 있다. 아니오인 경우, 프로세스(500)는 추가 페이지를 계속 식별하기 위해 블록(520)으로 복귀할 수 있다. 예를 들어, 프로세스(500)는 제1 페이지, 제2 페이지, 제3 페이지, 또는 그보다 많은 페이지를 식별하기 위해 1회, 2회, 3회, 또는 그보다 많이 반복할 수 있다. 후속하여, 캡처된 비디오는 식별된 페이지의 수에 따라 하나 이상의 비디오 마커(들)로 종료될 수 있다.
- [0087] 자동화된 동작의 트리거링
- [0088] 도 6은 소정 실시예에 따른, 자동화된 로봇 동작을 위한 트리거링 프로세스(600)의 흐름도이다. 트리거링 프로세스(600)는 제어 시스템(140)에 의해 또는 도 1의 의료 시스템(100)의 다른 컴포넌트에 의해 수행될 수 있다. 하기가 프로세스에 대한 하나의 가능한 시퀀스를 기술하지만, 다른 실시예는 상이한 순서로 프로세스를 수행할 수 있거나 추가 단계를 포함할 수 있거나 후술되는 단계들 중 하나 이상을 배제할 수 있다.
- [0089] 블록(605)에서, 제어 시스템(140)은 로봇 시스템(110)의 센서 데이터(예컨대, 운동학적 데이터)로부터 로봇 조작기(예컨대, 로봇 아암(112))의 상태를 결정할 수 있다. 도 3에 기술된 바와 같이, 다양한 유형의 센서가 센서 데이터를 생성하는 데 사용될 수 있고, 이는 이어서 로봇 조작기의 위치 또는 다른 상태를 결정하는 데 사용될 수 있다.
- [0090] 블록(610)에서, 제어 시스템(140)은 로봇 조작기의 동작을 개시하기 위한 입력을 결정할 수 있다. 예를 들어, 입력은 바스켓팅 장치를 제어하기 위해 제어기를 조작하는 사용자로부터의 것일 수 있다. 다른 예에서, 입력은 의료 시스템(100)의 UI 상의 스크린 선택 또는 메뉴 선택일 수 있다.
- [0091] 블록(615)에서, 제어 시스템(140)은 캡처된 비디오의 분석을 수행할 수 있다. 도 4에 기술된 것과 같은 일부 실시예에서, 기계 학습 알고리즘이 분석을 수행하고 식별된 특징부 및 페이지의 임시 식별과 같은 출력을 생성하는 데 사용된다.
- [0092] 블록(620)에서, 제어 시스템(140)은 적어도 조작기의 상태, 식별된 입력, 및 수행된 분석에 기초하여 의료 절차의 페이지를 식별할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(140)이 제어기를 통해 바스켓팅 입력을 수신하고 있는 경우, 제어 시스템(140)은 페이지가 바스켓팅 페이지들 중 하나인 것으로 결정할 수 있다. 또한, 수행된 분석이 캡처된 비디오가 부서진 신장 결석에 접근하는 바스켓을 보여주는 것으로 식별하는 경우, 제어 시스템(140)은 현재 페이지가 결석을 포획하고 있는 것으로 결정할 수 있다. 다른 예에서, 수행된 분석이 캡처된 비디오가 부서진 신장 결석으로부터 인출되는 바스켓을 보여주는 것으로 식별하는 경우, 제어 시스템(140)은 현재 페이지가 바스켓을 시스템 내로 후퇴시키고 있는 것으로 결정할 수 있다. 추가 예에서, 로봇 시스템(110)으로부터의 운동학적 데이터는 의료 기구가 환자 내에서 인출되고 있는 것을 나타낼 수 있고, 제어 시스템(140)은 현재 페이지가 바스켓을 시스템 내로 후퇴시키고 있는 것으로 결정할 수 있다.
- [0093] 블록(625)에서, 제어 시스템(140)은 식별된 페이지에 기초하여 로봇 시스템(110)의 자동 동작을 트리거할 수 있다. 트리거되는 동작은 수행되는 절차의 유형에 기초하여 달라질 수 있다. 일부 가능한 동작이 블록(630, 635, 640)에 도시되어 있다. 블록(630)에서, 로봇 시스템(110)은 요관경술 레이징 동안 동작을 수행한다. 블록(635)에서, 로봇 시스템(110)은 니들과 같은 의료 기구의 삽입 동안 동작을 수행한다. 블록(635)에서, 로봇 시스템(110)은 요관경술 바스켓팅 동안 동작을 수행한다. 로봇 시스템(110)에 의한 동작을 유발한 후에, 트리거링 프로세스(600)는 종료될 수 있다. 도 7은 트리거될 수 있는 특정 동작에 대한 추가 상세 사항을 기술한다.
- [0094] 도 7은 소정 실시예에 따른, 로봇 시스템(110)의 상이한 유형의 트리거된 동작을 도시한 도면이다. 동작은 작동의 현재 페이지를 식별하거나 사용자 동작을 식별하는 것에 응답하여 트리거될 수 있다. 일부 실시예에서, 동작은 완전 자동이고 사용자로부터의 추가 입력을 필요로 함이 없이 수행될 수 있다. 다른 실시예에서, 동작은 부분적으로 자동화되어, 로봇 시스템(110)에 의해 수행되기 전에 사용자로부터의 확인을 요구할 수 있다. 페이지의 상이한 조합은 로봇 시스템(110)에 의해 수행되는 절차에 기초하여 수행될 수 있다. 일부 예시적인 절차는 (역방향) 요관경술, 경피 신절석술(PCNL), 미니-PCNL 등을 포함한다. 예를 들어, 요관경술은 조사 페이지

즈(도시되지 않음), 레이징 페이지, 및 바스켓팅 페이지를 포함할 수 있다. PCNL은 경피 접근 페이지, 조사 페이지, 레이징 페이지 및 바스켓팅 페이지를 포함할 수 있다. 미니-PCNL은 추가 정렬 및/또는 흡인 페이지를 포함할 수 있다.

[0095] 예를 들어, 레이징(705) 동안, 트리거될 수 있는 동작은 결석에 레이저를 인가하는 것(710) 및 결석으로 지향되지 않을 때 레이저를 중단하는 것(715)을 포함한다. 하나의 시나리오에서, 로봇 시스템(110)은, 다양한 센서(예컨대, 카메라)를 사용하여, 레이저가 결석으로 지향될 때를 검출할 수 있다. 그것은 이어서, 예를 들어 이전 요관경술 절차의 기록을 사용하여 훈련된 기계 학습 알고리즘을 사용함으로써 또는 전통적인 컴퓨터 비전 알고리즘을 사용함으로써(예컨대, 바스켓의 알려진 크기를 결석의 크기와 비교함) 결석의 크기를 결정할 수 있다. 결정된 크기에 기초하여, 로봇 시스템(110)은 이어서 유사한 크기 및/또는 유형의 결석에 대한 기록된 레이징 시간에 기초하여 초기 레이징 시간을 결정할 수 있다. 로봇 시스템(110)은 이어서 결정된 레이징 시간 후에 또는 그것이 결석이 부서진 것을 검출한 경우에 레이저를 중단할 수 있다. 다른 시나리오에서, 사용자는 레이징 시간을 설정하는 것 또는 레이저가 로봇 시스템에 의해 활성화되도록 하는 허가를 제공하는 것과 같은 추가 입력을 제공할 수 있다.

[0096] 다른 시나리오에서, 레이저를 인가하는 것은 레이저가 로봇 시스템(110)에 의해 자동으로 트리거되는 것을 중단한 상태에서 사용자에게 의해 트리거될 수 있다. 예를 들어, 로봇 시스템(110)은, 그의 센서를 사용하여, 레이저의 표적설정이 결석으로부터 이동하거나 달리 결석에 중심설정되지 않은 때를 검출하고 이에 응답하여 레이저를 중단할 수 있다.

[0097] 다른 예에서, 바스켓팅(725) 동안, 트리거될 수 있는 동작은 바스켓 내측에 결석을 포획하는 것(730) 및 바스켓을 시스 내로 후퇴시키는 것(735)을 포함한다. 하나의 시나리오에서, 로봇 시스템(110)은 그것이 바스켓이 결석과 정렬되고 특정된 거리 내에 있는 것(730)을 검출할 때 바스켓의 작동(730)을 트리거할 수 있다. 바스켓은 이어서 결석을 포획(730)하도록 작동될 수 있다. 로봇 시스템(110)은, 그의 센서(예컨대, 카메라 또는 압력 센서)를 사용하여, 이어서 결석이 바스켓 내측에 포획되는지(730)를 결정하고 시스 내로의 바스켓의 후퇴(735)를 트리거할 수 있다. 사용자는 이어서 환자의 신체로부터 시스를 후퇴시켜, 결석을 제거할 수 있다. 다른 예에서, 경피 접근(740) 동안, 트리거될 수 있는 동작은 표적(신배) 선택(745), 삽입 부위 선택(750), 및 표적 부위 내로의 니들 삽입(755)을 포함한다. 하나의 시나리오에서, 로봇 시스템(110)은 표적 및 표적에서의 삽입 부위를 결정할 수 있다(예컨대, 사용자에게 의해 마킹되거나 시스템에 의해 식별됨). 로봇 시스템(110)은 이어서 진행하기 위해 사용자로부터의 확인을 기다릴 수 있다. 확인을 수신한 후에, 로봇 시스템(110)은 이어서 니들(또는 다른 기구)을 표적 부위 내로 삽입할 수 있다.

[0098] 다른 예에서, 미니_PCNL 절차 동안, 추가 페이지는 PCNL 시스와의 로봇 정렬(765) 및 능동 관주 및 흡인으로 결석을 레이징하는 것(770)을 포함할 수 있다. 이들 페이지에서 트리거되는 동작은 기구를 PCNL 시스와 정렬시키는 것 및 흡인을 증가시키는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 로봇 시스템(110)이 레이징 또는 달리 가시성을 제한하는 더 많은 분진 발생(dusting) 동안 결석 파편의 증가를 검출하는 경우, 로봇 시스템(110)은 더 많은 결석 파편을 제거하기 위해 흡인 또는 흡입을 증가시킬 수 있다. 일단 가시성 또는 시야가 증가하면, 로봇 시스템(110)은 흡인을 감소시킬 수 있다.

[0099] 식별된 페이지에 기초하여 트리거될 수 있는 로봇 시스템(110)의 자동 동작의 일부 예 및 시나리오가 위에서 논의되었지만, 트리거가능한 동작은 위에서 논의된 동작으로 제한되지 않는다. 로봇 시스템(110)은 사용자 및 환자의 요구에 기초하여 다른 트리거가능한 동작을 수행하도록 프로그래밍될 수 있다.

[0100] 페이지 동안 수행되는 태스크의 평가

[0101] 도 8은 소정 실시예에 따른, 식별된 페이지 동안 수행되는 태스크에 대한 평가 프로세스(800)의 흐름도이다. 평가 프로세스(800)는 제어 시스템(140)에 의해 또는 도 1의 의료 시스템(100)의 다른 컴포넌트에 의해 수행될 수 있다. 하기가 프로세스에 대한 하나의 가능한 시퀀스를 기술하지만, 다른 실시예는 상이한 순서로 프로세스를 수행할 수 있거나 추가 단계를 포함할 수 있거나 후술되는 단계들 중 하나 이상을 배제할 수 있다.

[0102] 블록(805)에서, 제어 시스템(140)은 로봇 시스템(110)의 센서 데이터로부터 로봇 조작기(예컨대, 로봇 아암(112))의 상태를 결정할 수 있다. 도 3에 기술된 바와 같이, 다양한 유형의 센서가 센서 데이터를 생성하는 데 사용될 수 있고, 이는 이어서 로봇 조작기의 위치 또는 다른 상태를 결정하는 데 사용될 수 있다.

[0103] 블록(810)에서, 제어 시스템(140)은 로봇 조작기의 동작을 개시하기 위한 입력을 결정할 수 있다. 예를 들어, 입력은 바스켓팅 장치를 제어하기 위해 제어를 조작하는 사용자로부터의 것일 수 있다. 다른 예에서, 입력은

의료 시스템(100)의 UI 상의 스크린 선택 또는 메뉴 선택일 수 있다.

- [0104] 블록(815)에서, 제어 시스템(140)은 캡처된 비디오의 분석을 수행할 수 있다. 도 4에 기술된 것과 같은 일부 실시예에서, 기계 학습 알고리즘이 분석을 수행하고 식별된 특징부 및 페이지의 임시 식별과 같은 출력을 생성하는 데 사용된다.
- [0105] 블록(820)에서, 제어 시스템(140)은 적어도 조작기의 상태, 식별된 입력, 및 수행된 분석에 기초하여 의료 절차의 페이지를 식별할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(140)이 제어기를 통해 바스켓팅 입력을 수신하고 있는 경우, 제어 시스템(140)은 페이지가 바스켓팅 페이지들 중 하나인 것으로 결정할 수 있다. 또한, 수행된 분석이 캡처된 비디오가 부서진 신장 결석에 접근하는 바스켓을 보여주는 것으로 식별하는 경우, 제어 시스템(140)은 현재 페이지가 결석을 포획하고 있는 것으로 결정할 수 있다. 다른 예에서, 수행된 분석이 캡처된 비디오가 부서진 신장 결석으로부터 인출되는 바스켓을 보여주는 것으로 식별하는 경우, 제어 시스템(140)은 현재 페이지가 바스켓을 시스템 내로 후퇴시키고 있는 것으로 결정할 수 있다. 추가 예에서, 로봇 시스템(110)으로부터의 운동학적 데이터는 의료 기구가 환자 내에서 인출되고 있는 것을 나타낼 수 있고, 제어 시스템(140)은 현재 페이지가 바스켓을 시스템 내로 후퇴시키고 있는 것으로 결정할 수 있다.
- [0106] 블록(825)에서, 제어 시스템(140)은 하나 이상의 메트릭(들)에 기초하여 식별된 페이지의 평가를 생성할 수 있다. 평가되는 페이지는 수행되는 절차의 유형에 기초하여 달라질 수 있다. 일부 가능한 페이지가 블록(830, 835, 840)에 도시되어 있다. 블록(830)에서, 제어 시스템(140)은 요관경술 레이징 페이지를 평가한다. 블록(835)에서, 제어 시스템(140)은 의료 기구 삽입 페이지를 평가한다. 블록(840)에서, 제어 시스템(140)은 요관경술 바스켓팅 페이지를 평가한다. 다양한 평가의 일부 특정한 예가 후술된다.
- [0107] 도 9는 소정 실시예에 따른, 의료 태스크에 대한 스코어링 프로세스(900)의 흐름도이다. 스코어링 프로세스(900)는 제어 시스템(140)에 의해 또는 도 1의 의료 시스템(100)의 다른 컴포넌트에 의해 수행될 수 있다. 하기가 프로세스에 대한 하나의 가능한 시퀀스를 기술하지만, 다른 실시예는 상이한 순서로 프로세스를 수행할 수 있거나 추가 단계를 포함할 수 있거나 후술되는 단계들 중 하나 이상을 배제할 수 있다.
- [0108] 블록(905)에서, 제어 시스템(140)은 제1 절차 태스크가 수행되는 횟수를 카운트한다. 블록(910)에서, 제어 시스템(140)은 제2 절차 태스크가 수행되는 횟수를 카운트한다. 블록(915)에서, 제어 시스템(140)은 제2 절차 태스크에 대해 카운트된 수에 대한 제1 절차 태스크에 대해 카운트된 수의 비를 결정한다. 블록(920)에서, 제어 시스템(140)은 결정된 비를 이력 비(historical ratio)와 비교할 수 있다. 예를 들어, 이력 비는 평균 또는 중간 비를 결정하기 위해 동일한 절차에 대한 이력 기록을 분석함으로써 생성될 수 있다.
- [0109] 일례에서, 요관경술 바스켓팅 동안, 제어 시스템(140)은 바스켓 작동의 수를 카운트하고 요관경 후퇴의 수를 카운트할 수 있다. 제어 시스템(140)은 이어서 요관경 후퇴의 수에 대한 바스켓 작동의 수의 비를 결정하고, 결정된 비를 이전 요관경술 바스켓팅 절차로부터의 다른 비와 비교할 수 있다.
- [0110] 요관경술 구동을 위한 일례에서, 제어 시스템(140)은 사용자가 스코프를 수동으로 구동하는 횟수 및 사용자가 스코프를 로봇으로 구동하는 횟수를 카운트할 수 있다. 수동 구동은 일반적으로 신장을 조사하기 위해 사용된다. 한편, 스코프가 전형적으로 바스켓팅을 수행하기 위해 로봇 시스템에 도킹된다(docked). 제어 시스템(140)은 이어서 사용자가 스코프를 로봇으로 구동하는 횟수에 대한 사용자가 스코프를 수동으로 구동하는 횟수의 비를 결정하고, 결정된 비를 이전 요관경술 절차로부터의 다른 기록된 비와 비교할 수 있다. 이러한 비는 로봇 요관경술에 대한 사용자의 적응 레벨을 측정할 수 있다.
- [0111] 다른 예에서, 요관경술 레이징 동안, 제어 시스템(140)은 결석에 대한 레이징 시간을 카운트하고 결석의 크기 및/또는 유형을 결정할 수 있다. 제어 시스템(140)은 이어서 결석의 크기에 대한 결석의 레이징 시간의 비를 결정하고, 결정된 비를 다른 작동으로부터의 이전 비와 비교할 수 있다. 결석의 유형(예컨대, 요산, 옥살산칼슘 일수화물, 스트루마이트, 시스템, 브루사이트 등)을 결정함으로써, 제어 시스템(140)은 결석의 유형에 기초하여 수술 작동에 걸린 통계를 집계할 수 있다. 예를 들어, 레이징 지속기간 및 절차 지속기간은 결석의 유형에 의해 구분될 수 있다.
- [0112] 블록(925)에서, 제어 시스템(140)은 비교의 출력을 생성할 수 있다. 그러한 출력은 리포트, 시각적 지표, 가이드, 스코어, 그래프 등일 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(140)은 사용자가 이전 작동으로부터의 기록된 비와 비교하여 비에 대한 중간 또는 평균 값에서, 그 미만에서, 또는 그 초과에서 수행하고 있음을 나타낼 수 있다. 일부 실시예에서, 출력은 현재 사용자를 그 사용자에 의한 이전 작동의 기록과 비교하여 사용자의 개인 성과를 추적할 수 있다. 일부 실시예에서, 출력은 사용자를 다른 의료 전문가와 비교할 수 있다.

- [0113] 일 실시예에서, 출력은 사용자의 현재 성과가 이전 작동과 어떻게 비교되는지를 보여주는 실시간 지표를 포함할 수 있다. 그러한 출력은, 예를 들어 결석의 크기에 기초하여 레이징을 얼마나 오래 수행할지에 대한 사용자 입력을 제공함으로써 수술 동안 사용자를 보조할 수 있다. 다른 출력은 사용자에 대한 다른 관련 정보를 제공할 수 있다.
- [0114] 다양한 유형의 절차 태스크가 스코어링 프로세스(900)를 사용하여 평가될 수 있다. 예를 들어, 일부 비는 요관경 후퇴의 수에 대한 바스켓 작동의 수, 사용자가 스코프를 로봇으로 구동하는 횟수에 대한 사용자가 스코프를 수동으로 구동하는 횟수, 및 결석의 크기에 대한 결석의 레이징 시간을 포함할 수 있다.
- [0115] 도 10은 소정 실시예에 따른, 의료 태스크에 대한 다른 스코어링 프로세스의 흐름도이다. 스코어링 프로세스(1000)는 제어 시스템(140)에 의해 또는 도 1의 의료 시스템(100)의 다른 컴포넌트에 의해 수행될 수 있다. 하기가 프로세스에 대한 하나의 가능한 시퀀스를 기술하지만, 다른 실시예는 상이한 순서로 프로세스를 수행할 수 있거나 추가 단계를 포함할 수 있거나 후속되는 단계들 중 하나 이상을 배제할 수 있다.
- [0116] 블록(1005)에서, 제어 시스템(140)은 제1 절차 태스크를 카운트할 수 있다. 블록(1010)에서, 제어 시스템(140)은 제1 절차 태스크를 제1 절차에 대한 이력 카운트(historical count)와 비교할 수 있다. 예를 들어, 요관경술 구동 동안, 제어 시스템(140)은 사용자가 성공할 때까지 사용자가 니들을 삽입하려고 시도하는 횟수를 카운트하고, 그 카운트를 이전 경피 니들 삽입 작동으로부터의 기록된 니들 삽입 시도와 비교할 수 있다.
- [0117] 다른 예에서, 경피 니들 삽입 동안, 제어 시스템(140)은 경피 접근을 위한 표적 신배를 선택하기 전에 신장을 조사하는 데 걸린 시간을 카운트하고, 카운트된 시간을 이전 경피 니들 삽입 작동으로부터의 기록된 시간과 비교할 수 있다. 제어 시스템(140)은, 경피 니들 삽입 동안, 또한 카테터와의 로봇 조작기의 자동화된 정렬이 개시되는 횟수를 카운트하고, 카운트된 횟수를 이전 작동으로부터의 기록된 자동화된 정렬 수와 비교할 수 있다.
- [0118] 미니-PCNL 정렬 동안, 제어 시스템(140)은 카테터 또는 시스템의 로봇 조작기의 엔드 이펙터(end effector)의 자동화된 정렬이 개시되는 횟수를 카운트하고, 카운트된 횟수를 이전 작동으로부터의 기록된 자동화된 정렬 수와 비교할 수 있다. 다른 예에서, 제어 시스템(140)은 요관경술 레이징 동안 비디오 캡처 장치의 뷰가 결석의 파편화로부터의 분진에 의해 폐색되는 횟수를 카운트하고, 카운트된 횟수를 이전 작동으로부터의 분진 폐색의 기록된 수와 비교할 수 있다.
- [0119] 블록(1015)에서, 제어 시스템(140)은 비교의 출력을 생성할 수 있다. 그러한 출력은 리포트, 시각적 지표, 가이드, 스코어, 그래프 등일 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(140)은 사용자가 이전 작동으로부터의 기록된 메트릭과 비교하여 중간 또는 평균에서, 그 미만에서, 또는 그 초과에서 수행하고 있음을 나타낼 수 있다. 일부 실시예에서, 출력은 현재 사용자를 그 사용자에 의한 이전 작동의 기록과 비교하여 사용자의 개인 성과를 추적할 수 있다. 일부 실시예에서, 출력은 사용자를 다른 사용자와 비교할 수 있다.
- [0120] 일 실시예에서, 출력은 사용자의 현재 성과가 이전 작동과 어떻게 비교되는지를 보여주는 실시간 지표를 포함할 수 있다. 그러한 출력은, 예를 들어 파편화로부터의 분진의 양이 일반적이지 않은지 여부를 나타냄으로써 수술 동안 사용자를 보조할 수 있다. 다른 출력은 사용자에 대한 다른 관련 정보를 제공할 수 있다.
- [0121] 다양한 유형의 절차 태스크가 스코어링 프로세스(1000)를 사용하여 평가될 수 있다. 예를 들어, 일부 태스크는, 사용자가 니들을 성공적으로 삽입할 때까지 사용자가 니들을 삽입하려고 시도하는 횟수; 경피 접근을 위한 표적 신배를 선택하기 전에 신장을 조사하는 데 걸린 시간을 카운트하는 것; 니들을 추적하기 위한 내비게이션 필드 발생기(navigational field generator)가 재위치되는 횟수를 카운트하는 것; 카테터와의 로봇 조작기의 자동화된 정렬이 개시되는 횟수를 카운트하는 것; 및 비디오 캡처 장치의 뷰가 결석의 파편화로부터의 분진에 의해 폐색되는 횟수를 카운트하는 것을 포함할 수 있다.
- [0122] 예시적인 로봇 시스템
- [0123] 도 11은 하나 이상의 실시예(들)에 따른, 로봇 시스템(110)의 예시적인 상세 사항을 예시한다. 이러한 예에서, 로봇 시스템(110)은 이동가능한 카트-기반 로봇식 시스템(cart-based robotically-enabled system)으로 예시되어 있다. 그러나, 로봇 시스템(110)은 고정형 시스템으로서 구현되고, 테이블에 통합되고, 기타 등등일 수 있다.
- [0124] 로봇 시스템(110)은 세장형 섹션(114(A))(때때로 "칼럼(column)"(114(A))"으로 지칭됨) 및 기부(114(B))를 포함하는 지지 구조물(114)을 포함할 수 있다. 칼럼(114(A))은 하나 이상의 로봇 아암(들)(112)(도면에 3개가 도시됨)의 전개를 지원하기 위한 캐리지(carriage)(1102)(대안적으로 "아암 지지부(1102)"로 지칭됨)와 같은 하나

이상의 캐리지(들)를 포함할 수 있다. 캐리지(1102)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(1102)는 또한 캐리지(1102)가 칼럼(114(A))을 따라 수직으로 병진하도록 허용하는 캐리지 인터페이스(1104)를 포함할 수 있다. 캐리지 인터페이스(1104)는 캐리지(1102)의 수직 병진을 안내하기 위해 칼럼(114(A))의 서로 반대편에 있는 측부들 상에 위치되는, 슬롯(slot)(1106)과 같은 슬롯을 통해 칼럼(114(A))에 연결된다. 슬롯(1106)은 캐리지(1102)를 기부(114(B))에 대해 다양한 수직 높이에 위치시키고 유지시키기 위한 수직 병진 인터페이스를 포함한다. 캐리지(1102)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(1102) 상의 개별적으로 구성가능한 아암 마운트는 로봇 아암(112)의 로봇 아암 기부(1108)가 다양한 구성으로 경사지도록 허용한다. 칼럼(114(A))은 내부적으로, 사용자 입력, 예컨대 I/O 장치(들)(116)로부터의 입력에 응답하여 생성된 제어 신호에 응답하여 기계화된 방식으로 캐리지(1102)를 병진시키기 위해 수직으로 정렬된 리드 스크류(lead screw)를 사용하도록 설계되는, 기어 및/또는 모터와 같은 메커니즘을 포함할 수 있다.

[0125] 일부 실시예에서, 슬롯(1106)은 캐리지(1102)가 수직으로 병진함에 따라 수직 병진 인터페이스 및/또는 칼럼(114(A))의 내부 챔버 내로 먼지 및/또는 유체가 유입되는 것을 방지하기 위해 슬롯 표면과 동일 평면상에 있고/있거나 그에 평행한 슬롯 커버(들)로 보완될 수 있다. 슬롯 커버는 슬롯(1106)의 수직 상단부 및 저부 부근에 위치한 스프링 스톱들(spring stops)의 쌍을 통해 전개될 수 있다. 커버는 캐리지(1102)가 상향 및 하향으로 수직으로 병진함에 따라 그들의 코일링된(coiled) 상태로부터 연장 및 후퇴되도록 전개될 때까지 스톱 내에 코일링될 수 있다. 스톱의 스프링-로딩(spring-loading)은 캐리지(1102)가 스톱을 향해 병진할 때 커버를 스톱 내로 후퇴시키기 위한 힘을 제공함과 동시에, 또한 캐리지(1102)가 스톱로부터 멀어지게 병진할 때 밀폐 시일(tight seal)을 유지시킬 수 있다. 커버는 캐리지(1102)가 병진함에 따라 커버의 적절한 연장 및 후퇴를 보장하기 위해, 예를 들어 캐리지 인터페이스(1104) 내의 브래킷(bracket)을 사용하여 캐리지(1102)에 연결될 수 있다.

[0126] 기부(114(B))는 바닥과 같은 표면 위에서 칼럼(114(A)), 캐리지(1102), 및/또는 아암(112)의 중량의 균형을 잡을 수 있다. 따라서, 기부(114(B))는 하나 이상의 전자장치(들), 모터(들), 전력 공급부 등과 같은 더 무거운 컴포넌트뿐만 아니라, 이동을 가능하게 하고/하거나 로봇 시스템(110)을 고정화하는 컴포넌트를 수용할 수 있다. 예를 들어, 기부(114(B))는 로봇 시스템(110)이 절차를 위해 수술실을 돌아다니도록 허용하는 롤링가능 휠(rollable wheel)(1116)("캐스터(caster)(1116)"로도 지칭됨)를 포함할 수 있다. 적절한 위치에 도달한 후에, 캐스터(1116)는 절차 동안 로봇 시스템(110)을 제위치로 유지시키기 위해 휠 로크(wheel lock)를 사용하여 고정화될 수 있다. 도시된 바와 같이, 로봇 시스템(110)은 또한 로봇 시스템(110)을 조종하고/하거나 안정시키는 것을 보조하기 위한 손잡이(1118)를 포함한다.

[0127] 로봇 아암(112)은 일반적으로, 일련의 조인트(1114)에 의해 연결되는 일련의 링크장치(linkage)(1112)에 의해 분리되는 로봇 아암 기부(1108) 및 엔드 이펙터(1110)를 포함할 수 있다. 각각의 조인트(1114)는 독립적인 액추에이터를 포함할 수 있고, 각각의 액추에이터는 독립적으로 제어가능한 모터를 포함할 수 있다. 각각의 독립적으로 제어가능한 조인트(1114)는 로봇 아암(112)이 이용가능한 독립적인 자유도(degree of freedom)를 나타낸다. 예를 들어, 아암(들)(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(1110)를 위치시키도록 허용한다. 일부 실시예에서, 엔드 이펙터(1110)는 의료 기구, 장치, 물체 등과 맞물리고 그리고/또는 그들을 제어하도록 구성될 수 있다. 아암(112)의 이동의 자유는 로봇 시스템(110)이 의료 기구를 공간에서 원하는 지점으로부터 위치시키고 그리고/또는 지향시키도록 허용하고/하거나 의사가 아암 충돌을 회피하면서 접근을 생성하기 위해 아암(112)을 환자로부터 떨어진 임상적으로 유리한 위치로 이동시키도록 허용할 수 있다.

[0128] 도 11에 도시된 바와 같이, 로봇 시스템(110)은 또한 I/O 장치(들)(116)를 포함할 수 있다. I/O 장치(들)(116)는 디스플레이, 터치스크린, 터치패드, 프로젝터, 마우스, 키보드, 마이크, 스피커, 제어기, (예컨대, 제스처 입력을 수신하기 위한) 카메라, 또는 입력을 수신하고/하거나 출력을 제공하기 위한 다른 I/O 장치를 포함할 수 있다. I/O 장치(들)(116)는 터치, 음성, 제스처, 또는 임의의 다른 유형의 입력을 수신하도록 구성될 수 있다. I/O 장치(들)(116)는 칼럼(114(A))의 수직 단부(예컨대, 칼럼(114(A))의 상단부)에 위치되고/되거나 사용자 입력을 수신하기 위한 그리고/또는 출력을 제공하기 위한 사용자 인터페이스를 제공할 수 있다. 예를 들어, I/O 장치(들)(116)는 입력을 수신하고 수술전 및/또는 수술중 데이터를 의사에게 제공하기 위한 터치스크린(예컨대,

이중-목적 장치)을 포함할 수 있다. 예시적인 수술전 데이터는 수술전 계획, 내비게이션, 및/또는 수술전 컴퓨터 단층촬영(CT) 스캔으로부터 도출된 맵핑 데이터, 및/또는 수술전 환자 인터뷰로부터의 기록을 포함할 수 있다. 예시적인 수술중 데이터는 도구/기구로부터 제공되는 광학 정보, 센서로부터의 센서 및/또는 좌표 정보뿐만 아니라, 호흡, 심박수, 및/또는 맥박과 같은 바이탈 환자 통계치를 포함할 수 있다. I/O 장치(들)(116)는 의사가 캐리지(1102) 반대편에 있는 칼럼(114(A))의 측부와 같은 다양한 위치로부터 I/O 장치(들)(116)에 접근하게 허용하도록 위치되고/되거나 틸팅될 수 있다. 이러한 위치로부터, 의사는 로봇 시스템(110) 뒤로부터 I/O 장치(들)(116)를 작동시키면서 I/O 장치(들)(116), 로봇 아암(112), 및/또는 환자를 관찰할 수 있다.

[0129] 로봇 시스템(110)은 다양한 다른 컴포넌트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 로봇 시스템(110)은 하나 이상의 제어 전자장치(들)/회로, 전원(들), 공압장치(들), 광원(들), 액추에이터(들)(예컨대, 로봇 아암(112)을 이동시키기 위한 모터), 메모리, 및/또는 (예컨대, 다른 장치와 통신하기 위한) 통신 인터페이스(들)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 메모리는, 제어 회로에 의해 실행될 때, 제어 회로로 하여금 본 명세서에서 논의된 작동들 중 임의의 것을 수행하게 하는 컴퓨터-실행가능 명령어를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리는, 제어 회로에 의해 실행될 때, 제어 회로로 하여금 로봇 아암(112)의 조작에 관한 입력 및/또는 제어 신호를 수신하게 하고, 이에 응답하여, 로봇 아암(112)을 특정 배열로 위치되도록 그리고/또는 엔드 이펙터(1110)에 연결된 의료 기구를 내비게이팅하도록 제어하게 하는 컴퓨터-실행가능 명령어를 저장할 수 있다.

[0130] 일부 실시예에서, 로봇 시스템(110)은 바스켓 회수 장치(120)와 같은 의료 기구와 맞물리고 그리고/또는 의료 기구를 제어하도록 구성된다. 예를 들어, 로봇 아암(112)은 스코프(예컨대, 스코프의 시스 및/또는 리더(leader))의 위치, 배향, 및/또는 팁 관절운동을 제어하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 로봇 아암(112)은 세장형 이동 부재를 사용하여 스코프를 조작하도록 구성될/구성가능할 수 있다. 세장형 이동 부재는 하나 이상의 당김 와이어(들)(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 팁을 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 강성 및 압축성뿐만 아니라, 상이한 세장형 이동 부재들 사이의 슬랙(slack) 또는 강성의 변동에 기초할 수 있다.

[0131] 예시적인 제어 시스템

[0132] 도 12는 하나 이상의 실시예(들)에 따른, 제어 시스템(140)의 예시적인 상세 사항을 예시한다. 예시된 바와 같이, 제어 시스템(140)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(1202), 데이터 저장소/메모리(1204), 하나 이상의 통신 인터페이스(들)(1206), 하나 이상의 전력 공급 유닛(들)(1208), 하나 이상의 I/O 컴포넌트(들)(1210), 및/또는 하나 이상의 휠(들)(1212)(예컨대, 캐스터 또는 다른 유형의 휠). 일부 실시예에서, 제어 시스템(140)은 제어 시스템(140)의 컴포넌트들 중 하나 이상의 적어도 일부를 수용하거나 포함하도록 구성되고/되거나 치수설정된 하우징/인클로저를 포함할 수 있다. 이러한 예에서, 제어 시스템(140)은 하나 이상의 휠(들)(1212)로 이동가능한 카트-기반 시스템으로서 예시된다. 일부 경우에, 적절한 위치에 도달한 후에, 하나 이상의 휠(들)(1212)은 제어 시스템(140)을 제위치로 유지시키기 위해 휠 로크를 사용하여 고정화될 수 있다. 그러나, 제어 시스템(140)은 고정형 시스템으로서 구현되고, 다른 시스템/장치에 통합되고, 기타 등등일 수 있다.

[0133] 제어 시스템(140)의 소정 컴포넌트가 도 12에 예시되어 있지만, 도시되지 않은 추가 컴포넌트가 본 개시에 따른 실시예에 포함될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 그래픽 처리 유닛(GPU) 또는 다른 특수 내장 칩이 신경망을 실행하기 위해 포함될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 소정의 예시된 컴포넌트가 생략될 수 있다. 제어 회로(1202)가 도 12의 도면에서 별개의 컴포넌트로서 예시되어 있지만, 제어 시스템(140)의 나머지 컴포넌트들 중 임의의 것 또는 전부가 제어 회로(1202) 내에 적어도 부분적으로 구현될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 즉, 제어 회로(1202)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(140) 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.

[0134] 제어 시스템(140)의 다양한 컴포넌트는 제어 회로(1202)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(140)의 다양한 컴포넌트/회로 중 적어도 일부의 장착 및/또는 상호접속을 용이하게 하도록 구성된 하나 이상의 인쇄 회로 보드(들)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 회로(1202), 데이터 저장소/메모리(1204), 통신 인터페이스(들)(1206), 전력 공급 유닛(들)(1208), 및/또는 입력/출력(I/O) 컴포넌트(들)(1210) 중 둘 이상은 서로 전기적으로 그리고/또는 통신가능하게 결합될 수 있다.

[0135] 예시된 바와 같이, 메모리(1204)는 본 명세서에서 논의된 다양한 기능을 용이하게 하도록 구성된 입력 장치 관리자(1216) 및 사용자 인터페이스 컴포넌트(1218)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 입력 장치 관리자(1216), 및/또는 사용자 인터페이스 컴포넌트(1218)는 하나 이상의 작동(들)을 수행하기 위해 제어 회로(1202)에 의해 실행가능한 하나 이상의 명령어(들)를 포함할 수 있다. 많은 실시예가 제어 회로(1202)에 의해 실행가능한 하나 이상의 명령어(들)를 포함하는 컴포넌트(1216 내지 1218)의 맥락에서 논의되지만, 컴포넌트들(1216 내지 1218) 중 임의의 것은 하나 이상의 주문형 집적 회로(들)(ASIC), 하나 이상의 필드-프로그램가능 게이트 어레이(들)(FPGA), 하나 이상의 프로그램-특정 표준 제품(들)(ASSP), 하나 이상의 복합 프로그램가능 로직 장치(들)(CPLD) 등과 같은, 하나 이상의 하드웨어 로직 컴포넌트(들)로서 적어도 부분적으로 구현될 수 있다. 또한, 컴포넌트(1216 내지 1218)가 제어 시스템(140) 내에 포함되는 것으로 예시되어 있지만, 컴포넌트들(1216 내지 1218) 중 임의의 것은 로봇 시스템(110), 테이블(150), 또는 다른 장치/시스템과 같은 다른 장치/시스템 내에 적어도 부분적으로 구현될 수 있다. 유사하게, 제어 시스템(140)의 다른 컴포넌트들 중 임의의 것은 다른 장치/시스템 내에 적어도 부분적으로 구현될 수 있다.

[0136] 입력 장치 관리자(1216)는 입력 장치(146)로부터 입력을 수신하고 그러한 입력을 로봇 시스템(110)에 의해 수행가능한 동작으로 변환하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 신속 개방, 신속 폐쇄, 및 지글 모션과 같은 사전-프로그래밍된 모션이 입력 장치 관리자(1216)에 저장될 수 있다. 이들 사전-프로그래밍된 모션은 이어서 원하는 입력(예컨대, 1회 또는 2회 버튼 누름, 음성 명령, 조이스틱 이동 등)에 할당될 수 있다. 일부 구현예에서, 사전-프로그래밍된 모션은 제조사에 의해 결정된다. 다른 구현예에서, 사용자는 기존 사전-프로그래밍된 모션을 수정하고/하거나 새로운 모션을 생성하는 것이 가능할 수 있다.

[0137] 사용자 인터페이스 컴포넌트(1218)는 하나 이상의 사용자 인터페이스(들)("하나 이상의 그래픽 사용자 인터페이스(들)(GUI)"로도 지칭됨)를 용이하게 하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 사용자 인터페이스 컴포넌트(1218)는 소정의 작동 모드를 가능하게 하거나 특정 상황에서 선택된 사전-프로그래밍된 모션을 불능화하기 위한 입력 또는 설정 메뉴에 사전-프로그래밍된 모션을 할당하기 위한 구성 메뉴를 생성할 수 있다. 사용자 인터페이스 컴포넌트(1218)는 또한 사용자에게 디스플레이하기 위한 사용자 인터페이스 데이터(1222)를 제공할 수 있다.

[0138] 하나 이상의 통신 인터페이스(들)(1206)는 하나 이상의 장치(들)/센서(들)/시스템(들)과 통신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 통신 인터페이스(들)(1206)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(들)(1206)는 블루투스, Wi-Fi, 근접 무선 통신(NFC) 등과 같은 무선 기술을 구현할 수 있다.

[0139] 하나 이상의 전력 공급 유닛(들)(1208)은 제어 시스템(140)(및/또는 일부 경우에, 로봇 시스템(110))을 위한 전력을 관리하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 전력 공급 유닛(들)(1208)은 리튬-기반 배터리, 납-산 배터리, 알칼리 배터리, 및/또는 다른 유형의 배터리와 같은 하나 이상의 배터리(들)를 포함한다. 즉, 하나 이상의 전력 공급 유닛(들)(1208)은 전원을 제공하고/하거나 전력 관리 기능을 제공하도록 구성된 하나 이상의 장치(들) 및/또는 회로를 포함할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 하나 이상의 전력 공급 유닛(들)(1208)은 교류(AC) 또는 직류(DC) 주 전원에 결합되도록 구성된 주 전력 커넥터를 포함한다.

[0140] 하나 이상의 I/O 컴포넌트(들)(1210)는 입력을 수신하고/하거나 출력을 제공하기 위한, 예컨대 사용자와 인터페이스하기 위한 다양한 컴포넌트를 포함할 수 있다. 하나 이상의 I/O 컴포넌트(들)(1210)는 터치, 음성, 제스처, 또는 임의의 다른 유형의 입력을 수신하도록 구성될 수 있다. 예에서, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(들)(1210)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(150)을 제어하고, 형광투시법 장치(190)를 제어하는 등을 위해 사용될 수 있다. 도시된 바와 같이, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(들)(1210)는 데이터를 디스플레이하도록 구성된 하나 이상의 디스플레이(들)(142)(때때로 "하나 이상의 디스플레이 장치(들)(142)"로 지칭됨)를 포함할 수 있다. 하나 이상의 디스플레이(들)(142)는 하나 이상의 액정

디스플레이(들)(LCD), 발광 다이오드(LED) 디스플레이(들), 유기 LED 디스플레이(들), 플라즈마 디스플레이(들), 전자 종이 디스플레이(들), 및/또는 임의의 다른 유형(들)의 기술을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 디스플레이(들)(142)는 입력을 수신하고/하거나 데이터를 디스플레이하도록 구성된 하나 이상의 터치스크린(들)을 포함한다. 또한, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(들)(1210)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 입력 장치(들)(146)를 포함할 수 있다. 추가적으로, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(들)(1210)는 오디오 신호에 기초하여 소리를 출력하도록 구성된 하나 이상의 스피커(들)(1226) 및/또는 소리를 수신하고 오디오 신호를 생성하도록 구성된 하나 이상의 마이크(들)(1228)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 I/O 컴포넌트(들)(1210)는 콘솔(console)을 포함하거나 콘솔로서 구현된다.

[0141] 도 9에 도시되지 않지만, 제어 시스템(140)은 의료 기구(예컨대, 스코프), 의료 기구를 통해 전개될 수 있는 장치 등에 제어된 관주 및/또는 흡인 능력을 제공하기 위해 하나 이상의 펌프(들), 유량계(들), 밸브 제어부(들), 및/또는 유체 접근 컴포넌트(들)와 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(140)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.

[0142] 제어 시스템(140)은 또한 의료 시스템(100) 전체에 걸쳐 전개된 센서에 대한 지원 장비를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(140)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(140)을 포함하여, 임의의 수의 장치/시스템에 디스플레이하기 위한 실시간 이미지를 생성하는 데 사용될 수 있다.

[0143] 일부 실시예에서, 제어 시스템(140)은 하나 이상의 케이블(들) 또는 연결부(들)(도시되지 않음)를 통해, 로봇 시스템(110), 테이블(150), 및/또는 의료 기구, 예컨대 스코프 및/또는 바스켓 회수 장치(120)에 결합될 수 있다. 일부 구현예에서, 제어 시스템(140)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.

[0144] 용어 "제어 회로"는 그의 넓고 통상적인 의미에 따라 본 명세서에 사용되고, 하나 이상의 프로세서(들), 처리 회로, 처리 모듈(들)/유닛(들), 칩(들), 다이(들)(예컨대, 하나 이상의 능동 및/또는 수동 소자(들) 및/또는 접속 회로를 포함하는 반도체 다이(들)), 마이크로프로세서(들), 마이크로-제어기(들), 디지털 신호 프로세서(들), 마이크로컴퓨터(들), 중앙 처리 유닛(들), 그래픽 처리 유닛(들), 필드 프로그램가능 게이트 어레이(들), 프로그램가능 로직 장치(들), 상태 기계(들)(예컨대, 하드웨어 상태 기계), 로직 회로, 아날로그 회로, 디지털 회로, 및/또는 회로 및/또는 작동 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 장치(들)를 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 작동 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.

[0145] 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(들), 비-휘발성 데이터 저장 장치(들), 제거가능 데이터 저장 장치(들), 및/또는 제거불가능 데이터 저장 장치(들)를 포함할 수 있다.

[0146] 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.

[0147] 추가 실시예

[0148] 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.

[0149] 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 실시예(들)가 필연적으로 포함한다는 것, 또는 이들 특징부, 요소, 및/또는 단계가 하나 이상의 실시예(들)에 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.

[0150] 실시예의 위의 설명에서, 다양한 특징부가 때때로 본 개시를 간소화하고 다양한 본 발명의 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 발명의 범주는 전술된 특정 실시예에 의해 제한되어야 하는 것이 아니라, 하기의 청구범위의 타당한 판독에 의해서만 결정되어야 하는 것으로 의도된다.

[0151] 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, 작동 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 작동은 또한 명시적으로 언급되지 않은 하나 이상의 다른 조건(들) 또는 이벤트(들)에 기초하여 수행될 수 있다.

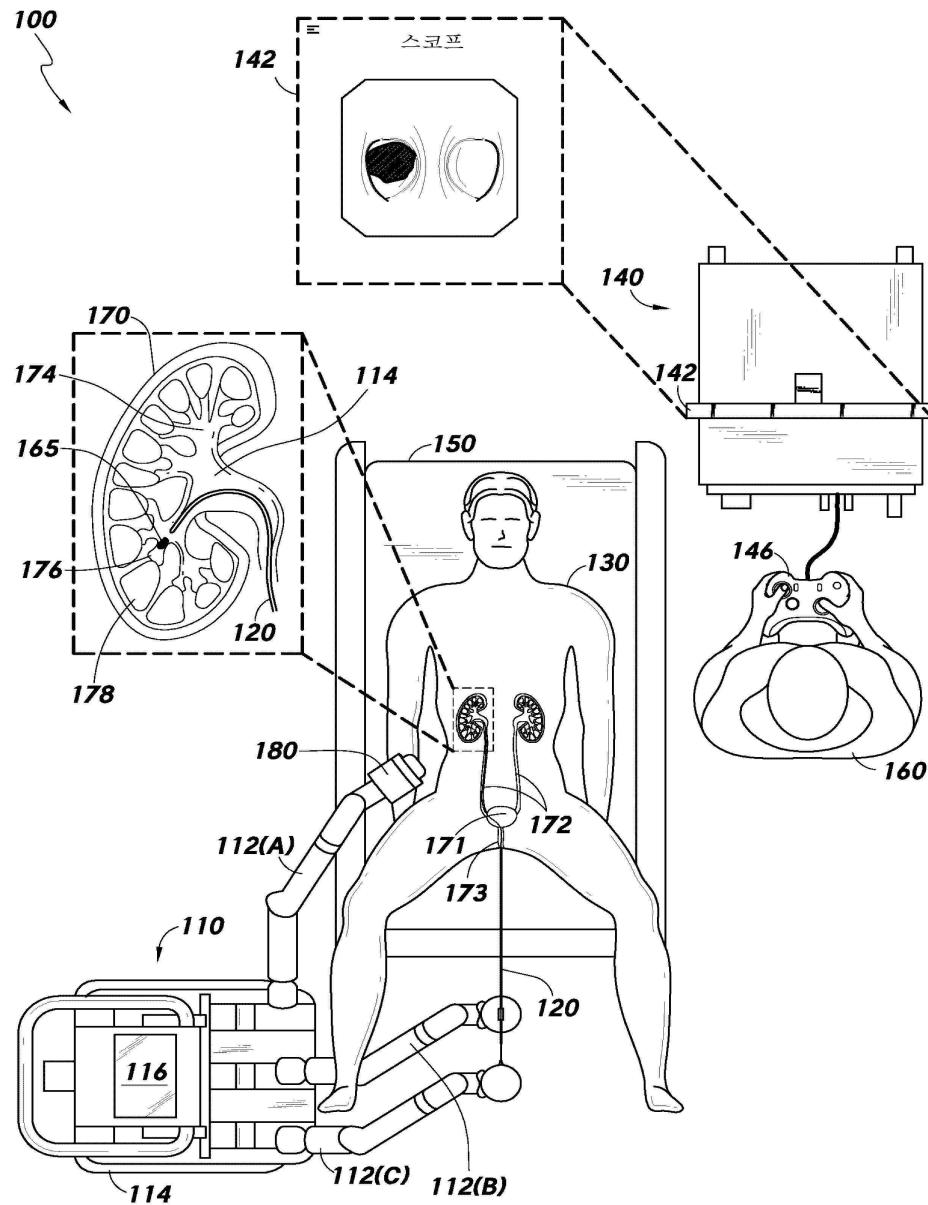
[0152] 달리 정의되지 않는 한, 본 명세서에 사용되는 모든 용어(기술 및 과학 용어 포함)는 예시적인 실시예가 속하는 분야의 당업자가 일반적으로 이해하는 것과 동일한 의미를 갖는다. 통상적으로 사용되는 사전에 정의된 것과 같은 용어가 관련 기술의 맥락에서의 그들의 의미와 일관되는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하고, 본 명세서

에서 명확히 그렇게 정의되지 않는 한 이상화된 또는 과도하게 공식적인 의미로 해석되지 않아야 한다는 것이 또한 이해되어야 한다.

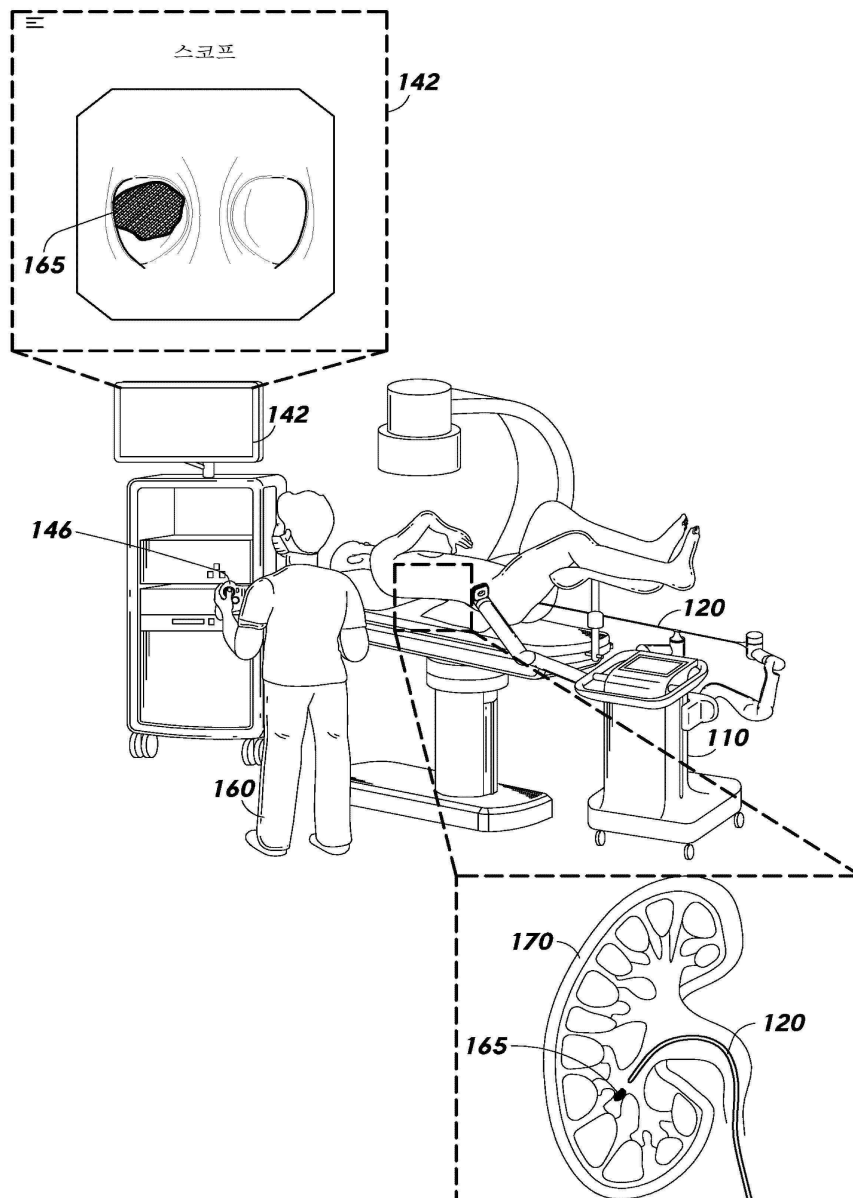
[0153] 달리 명시적으로 언급되지 않는 한, "더 적은", "더 많은", "더 큰" 등과 같은 비교적인 및/또는 정량적인 용어는 균등의 개념을 포함하도록 의도된다. 예를 들어, "더 적은"은 가장 엄격한 수학적 의미에서 "더 적은"뿐만 아니라, "더 적거나 같은"을 의미할 수 있다.

도면

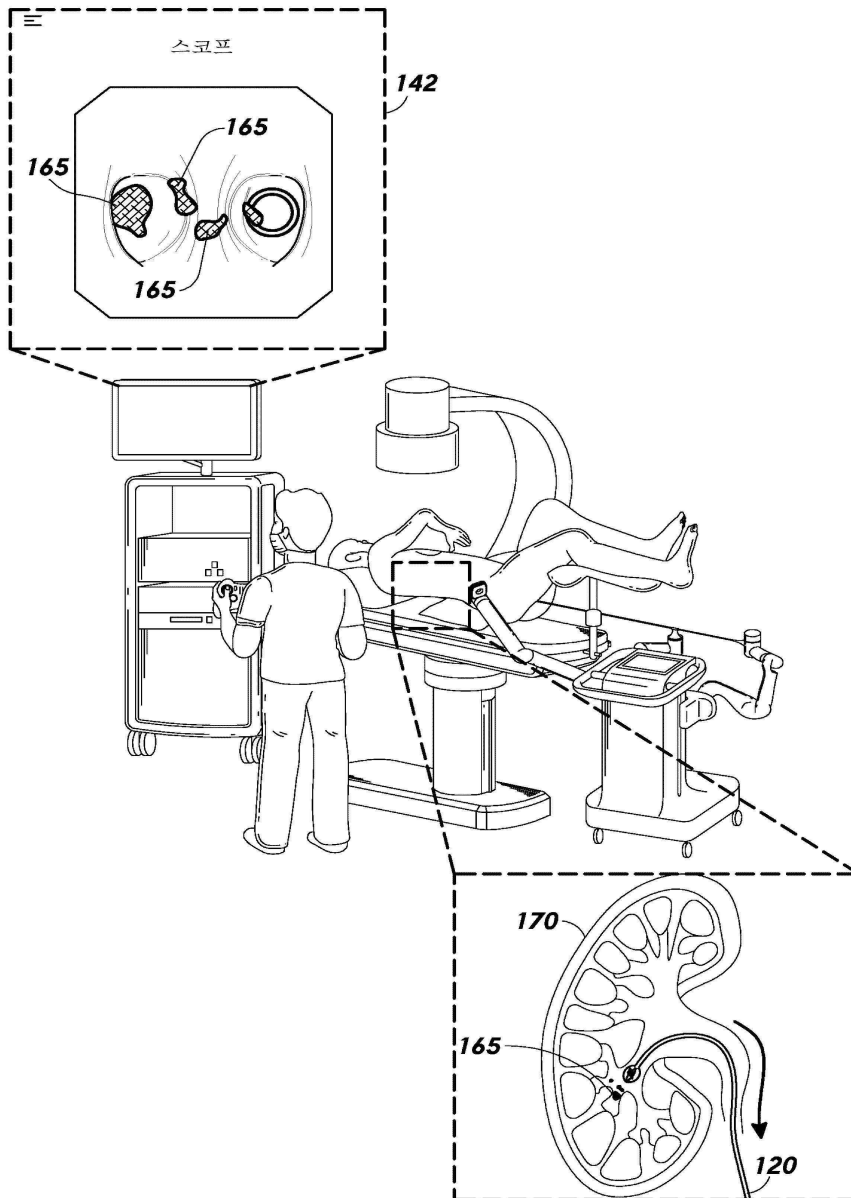
도면1



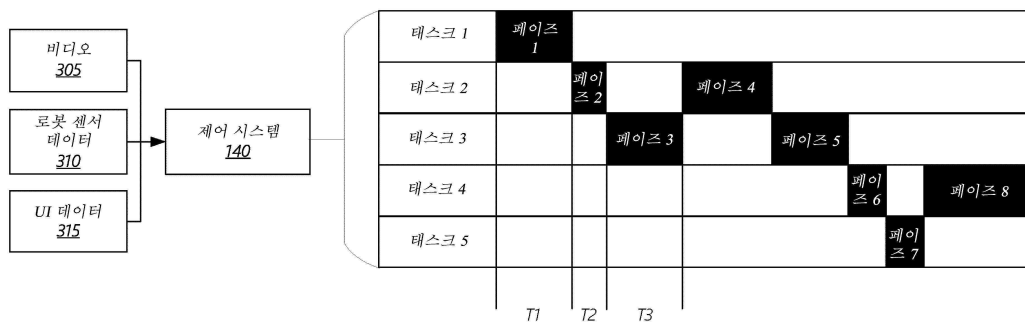
도면2a



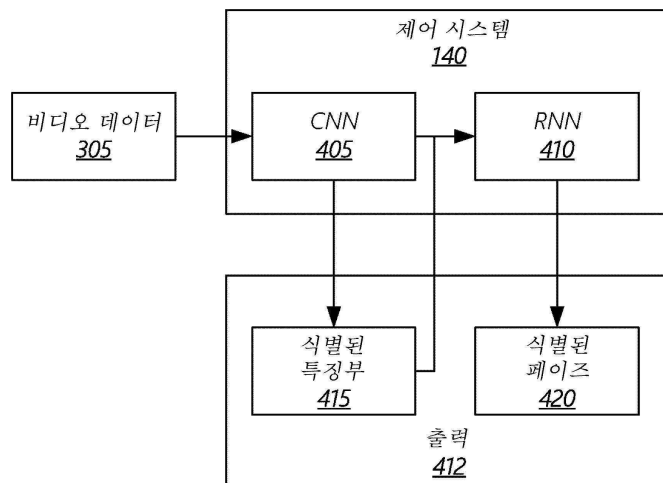
도면 2b



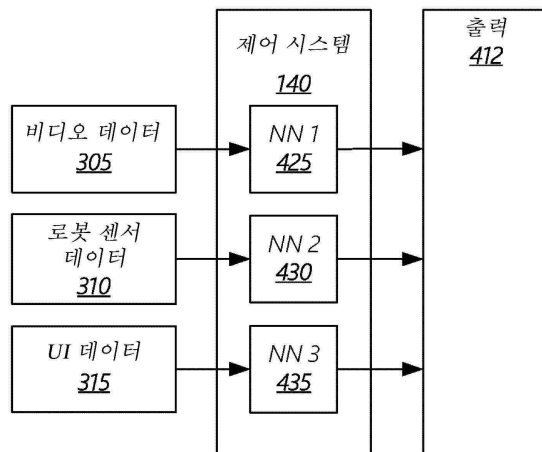
도면3



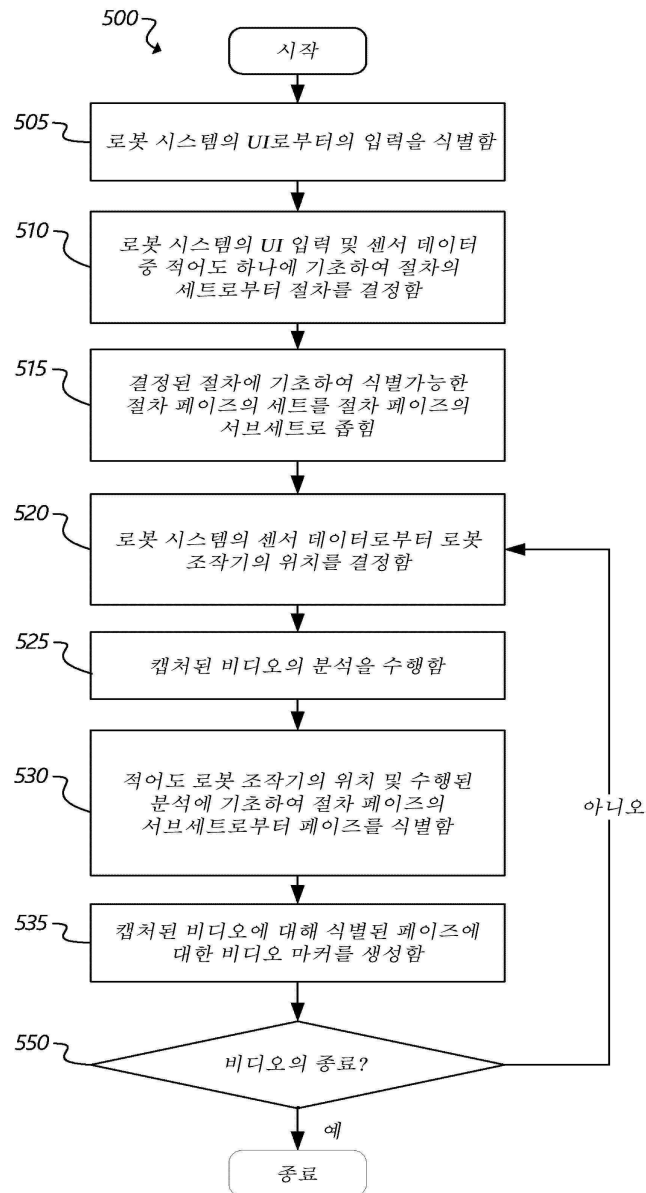
도면4a



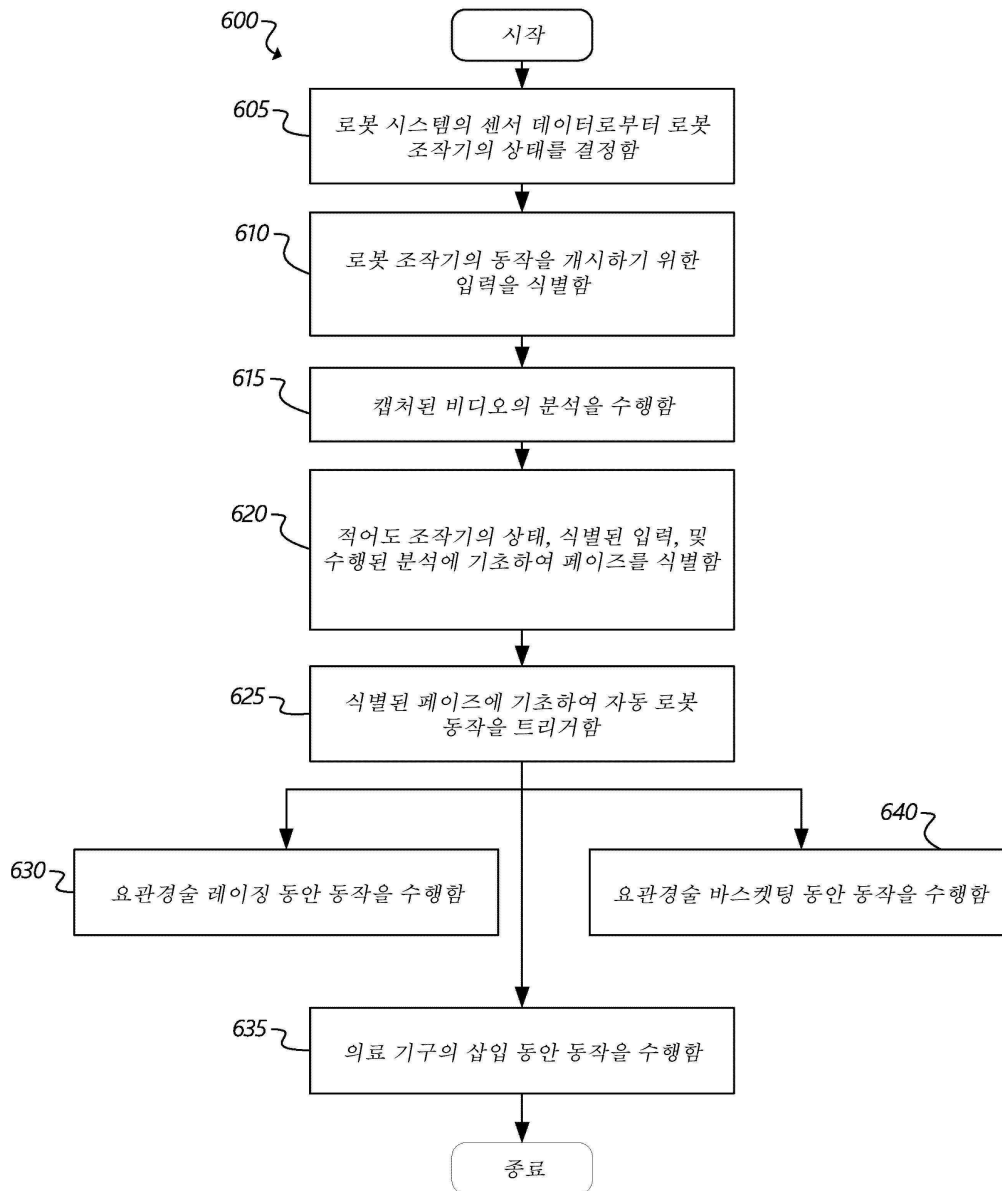
도면4b



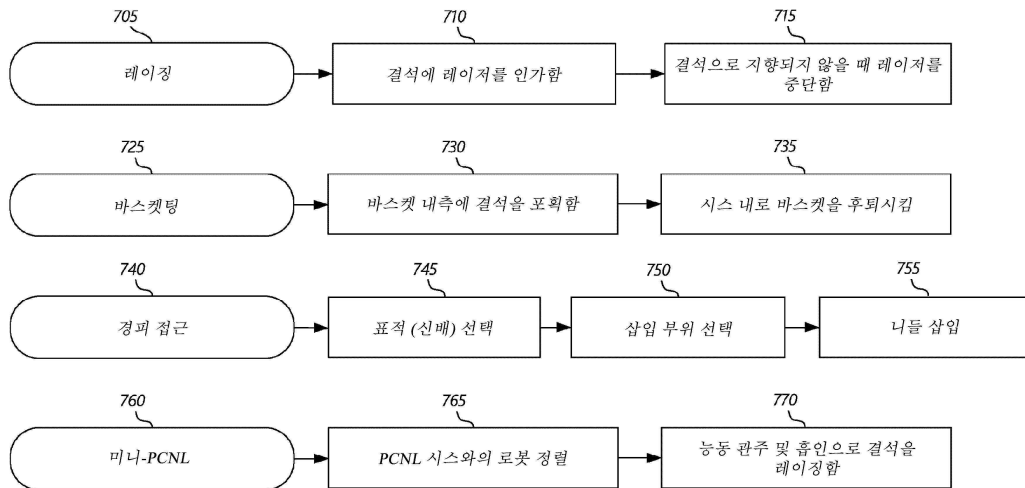
도면5



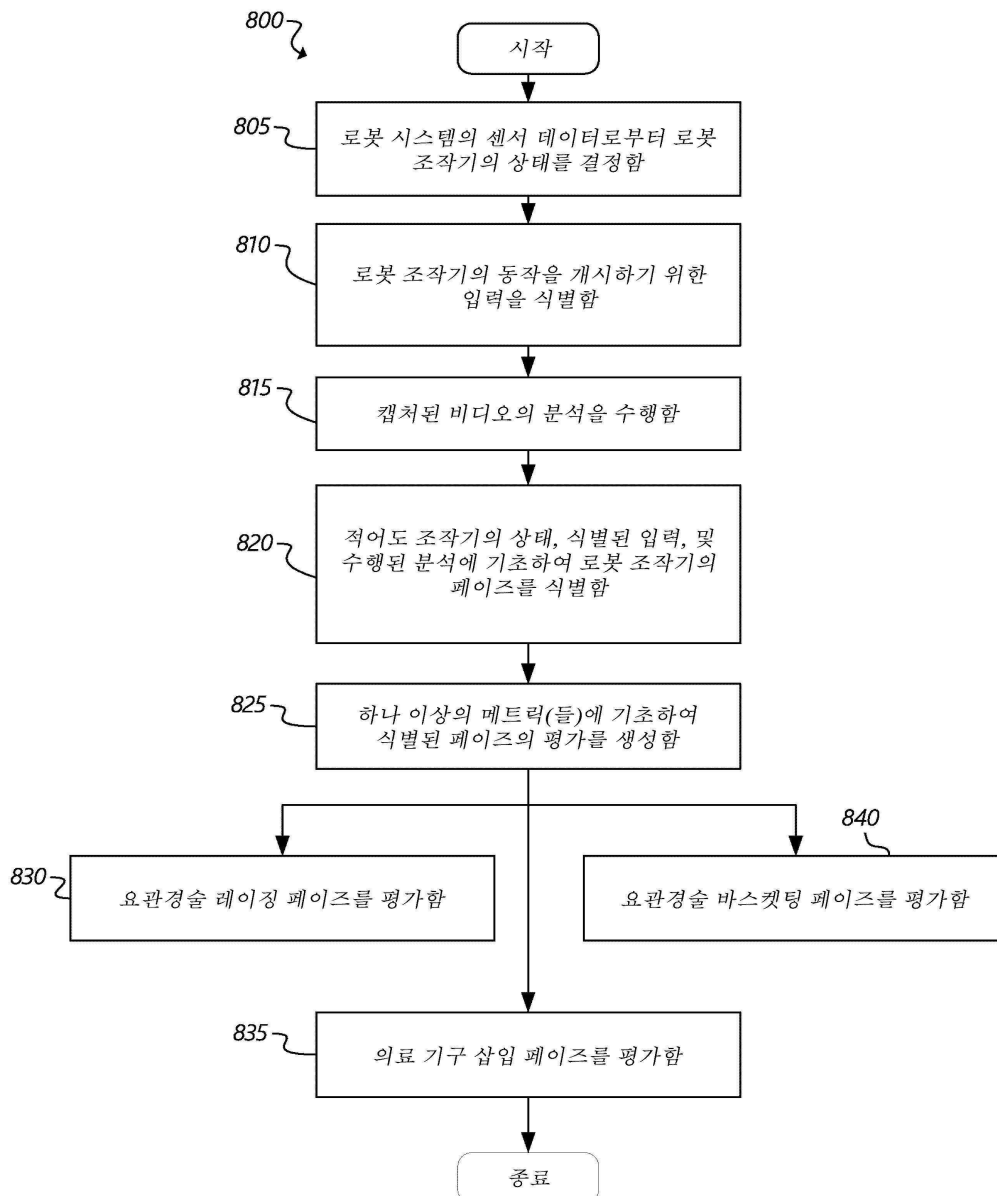
도면6



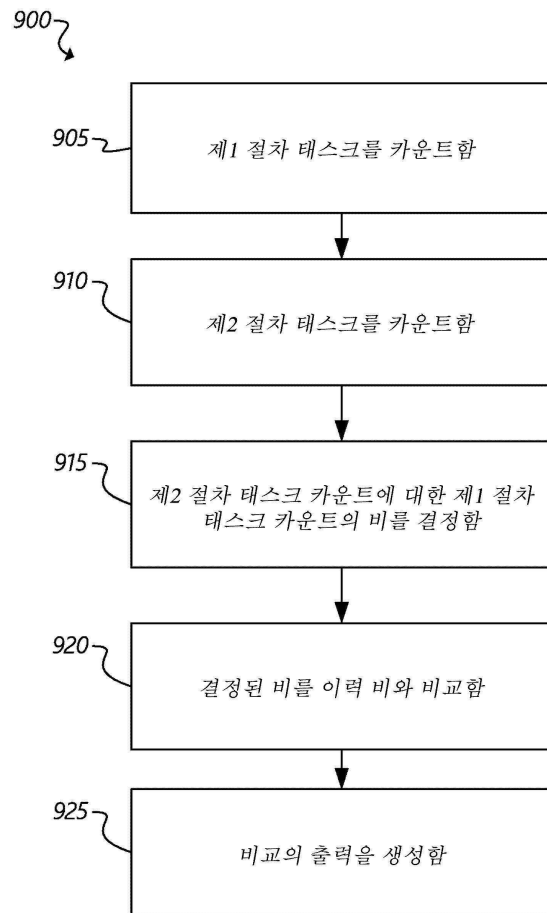
도면7



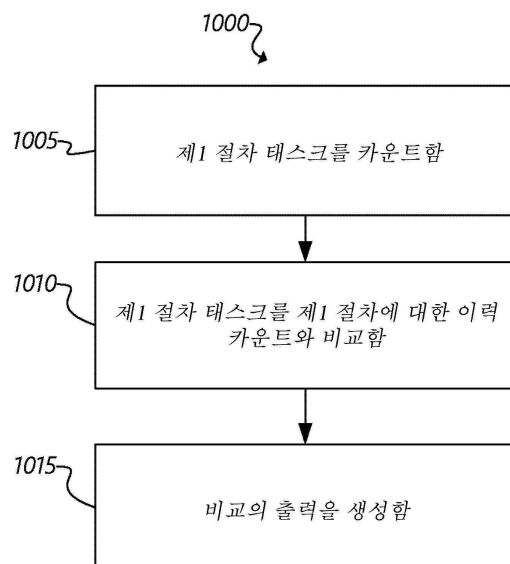
도면8



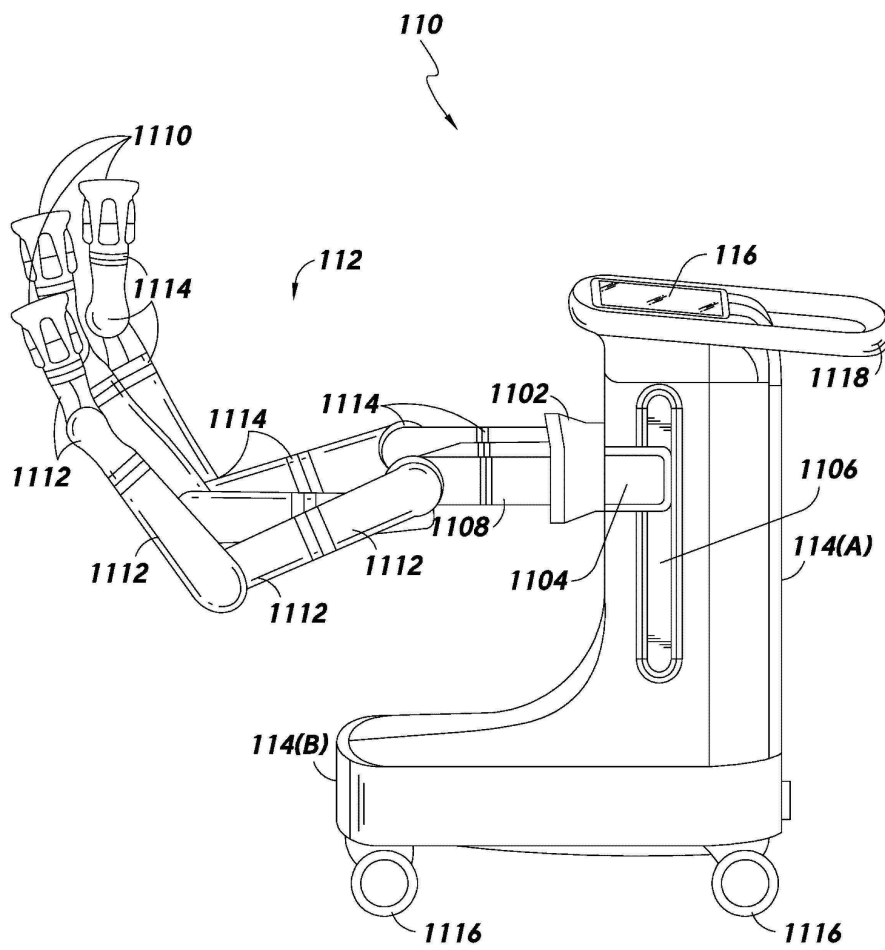
도면9



도면10



도면11



도면12

