



(24) 등록일자 2022년 05월 27일

- (73) 특허권자
인튜어티브 서지컬 오퍼레이션즈 인코포레이티드
미국 캘리포니아 94086 서니베일 키퍼 로드 1020
- (72) 발명자
자크 앤소니 마이클
미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 메리먼 로드
10413 유닛 비
린 헨리 씨
미국 95054 캘리포니아주 산타 클라라 릭 밀 블러
버드 3901 아파트먼트 141
- 소저 조너썬 마이클
미국 94002 캘리포니아주 벨몬트 라이언 에비뉴
2133
- (74) 대리인
양영준, 김윤기

심사관 : 송현채

(54) 발명의 명칭 눈 시선 추적을 사용하는 의료 디바이스, 시스템, 및 방법

(57) 요약

수술 부위에 의료 시술을 수행하는 원격 조작 의료 시스템이 본 명세서에 기술되어 있다. 원격 조작 시스템은 눈 추적 유닛 및 제어 유닛을 포함한다. 눈 추적 유닛은 수술 부위의 영상을 사용자에게 디스플레이하도록 구성되는 영상 디스플레이, 사용자의 주시점에 관한 데이터를 측정하도록 구성되는 적어도 하나의 눈 추적기, 및 사용자의 주시점이 향해 있는 디스플레이된 영상에서의 관찰 위치를 결정하기 위해 데이터를 처리하도록 구성되는 프로세서를 포함한다. 제어 유닛은 결정된 관찰 위치에 기초하여 원격 조작 의료 시스템의 적어도 하나의 기능을 제어하도록 구성된다.

대표도



(52) CPC특허분류

A61B 90/361 (2016.02)

G02B 27/0093 (2013.01)

G06F 3/013 (2013.01)

A61B 2017/00216 (2013.01)

A61B 2090/371 (2016.02)

A61B 2090/372 (2016.02)

명세서

청구범위

청구항 1

수술 부위(surgical field)에서 의료 시술(medical procedure)을 수행하는 원격 조작 의료 시스템(teleoperational medical system)으로서,

눈 추적 유닛(eye tracking unit)을 포함하고, 상기 눈 추적 유닛은

상기 수술 부위의 영상을 사용자에게 디스플레이하도록 구성되는 영상 디스플레이;

상기 사용자의 주시점(gaze point)에 관한 데이터를 측정하도록 구성되는 적어도 하나의 눈 추적기(eye tracker);

상기 사용자의 상기 주시점이 향해 있는 상기 디스플레이된 영상에서의 관찰 위치(viewing location)를 결정하기 위해 상기 데이터를 처리하도록 구성되는 프로세서; 및

상기 결정된 관찰 위치가 수술 기구(surgical instrument) 근방의 미리 결정된 영역 내에 있는 경우 상기 디스플레이된 영상에 디스플레이된 수술 기구의 적어도 하나의 기능을 제어하도록 구성되는 제어 유닛을 포함하는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 영상 디스플레이는 상기 수술 부위의 3D 영상을 상기 사용자에게 디스플레이하도록 구성되는 3D 영상 디스플레이인, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 수술 기구를 추가로 포함하는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 제어 유닛은 상기 디스플레이된 영상에서의 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 수술 부위에서 상기 수술 기구의 3D 위치를 교정(calibrate)하도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 6

제3항에 있어서, 상기 수술 기구는 에너지 적용 기구(energy application instrument)이고, 상기 제어 유닛은 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 수술 부위 내로 에너지를 전달하기 위해 상기 에너지 적용 기구를 조작하도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 7

제3항에 있어서, 상기 수술 기구는 패스너 적용 기구(fastener application instrument)이고, 상기 제어 유닛은 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 수술 부위 내로 패스너를 전달하기 위해 상기 패스너 적용 기구를 조작하도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 8

제3항에 있어서, 상기 수술 기구는 유체 관리 기구(fluid management instrument)이고, 상기 제어 유닛은 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 수술 부위 내로 유체를 전달하기 위해 상기 유체 관리 기구를 조작하도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 9

제3항에 있어서, 상기 제어 유닛은, 상기 프로세서가 상기 관찰 위치가 상기 영상 디스플레이에서 미리 결정된 길이의 시간 동안 상기 수술 기구의 위치와 일치하는 것으로 결정하면, 상기 수술 기구를 활성화시키도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 10

제3항에 있어서, 상기 제어 유닛은, 상기 프로세서가 상기 관찰 위치가 미리 결정된 길이의 시간 동안 상기 수술 기구의 위치와 일치하지 않는 것으로 결정하면, 상기 수술 기구를 비활성화시키도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 11

제3항에 있어서, 상기 제어 유닛은 상기 디스플레이된 영상에서의 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 수술 부위 내에서 상기 수술 기구를 움직이도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 12

제3항에 있어서, 상기 제어 유닛은, 제2 사용자의 상기 디스플레이된 영상에서의 결정된 관찰 위치가 미리 결정된 길이의 시간 동안 상기 영상 디스플레이에서의 상기 수술 기구의 위치와 일치하면, 상기 수술 기구의 제어를 상기 사용자로부터 상기 제2 사용자에게 넘기도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서, 마킹 애플리케이션(marking application)을 추가로 포함하고, 상기 제어 유닛은, 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여, 상기 영상 디스플레이 상에서 보이는 가상 마크를 상기 수술 부위에 만들기 위해 상기 마킹 애플리케이션을 제어하도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서, 영상 디바이스(imaging device)를 추가로 포함하고, 상기 제어 유닛은 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 수술 부위에서 상기 영상 디바이스의 적어도 하나의 기능을 제어하도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 영상 디바이스의 상기 적어도 하나의 기능은 상기 영상 디바이스를 움직이는 것을 포함하는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 영상 디바이스의 상기 적어도 하나의 기능은 상기 영상 디바이스의 줌 동작(zoom operation)을 포함하는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 17

제14항에 있어서, 상기 영상 디바이스의 상기 적어도 하나의 기능은 상기 영상 디바이스의 포커싱 동작(focusing operation)을 포함하는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 18

제14항에 있어서, 상기 영상 디바이스의 상기 적어도 하나의 기능은 상기 영상 디바이스의 모드 변경 동작(mode change operation)을 포함하는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 19

제14항에 있어서, 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 제어 유닛에 의해 제어되는 상기 적어도 하나의 기능은 사용자 로그인 기능(user log-in function)을 포함하는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 20

제1항에 있어서, 상기 제어 유닛은, 상기 프로세서가 상기 영상 디스플레이 상에서 상기 관찰 위치를 결정하지 못하는 경우, 상기 사용자를 상기 원격 조작 의료 시스템으로부터 로크 아웃(lock out)시키도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 21

제1항에 있어서, 상기 제어 유닛은, 상기 적어도 하나의 눈 추적기가 상기 사용자의 양 눈을 검출하지 못하는 경우, 상기 사용자를 상기 원격 조작 의료 시스템으로부터 로크 아웃시키도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 22

제1항에 있어서, 상기 영상 디스플레이는 복수의 기능 옵션들을 포함하는 사용자 인터페이스의 영상을 상기 사용자에게 디스플레이하도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 제어 유닛은, 상기 결정된 관찰 위치가 상기 사용자 인터페이스의 상기 디스플레이된 영상에서의 상기 복수의 기능 옵션들 중 적어도 하나의 기능 옵션의 위치와 일치하는 경우, 상기 복수의 기능 옵션들 중 적어도 하나의 기능 옵션을 개시하도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 24

제22항에 있어서, 상기 제어 유닛은 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 디스플레이된 영상에서의 상기 사용자 인터페이스의 위치 깊이(positional depth)를 조절하도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 25

제1항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 사용자의 상기 주시점이 향해 있는 상기 관찰 위치의 평가 영상(evaluation image)을 평가 영상 디스플레이 상에 발생시키도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 26

제1항에 있어서, 상기 영상 디스플레이는 상기 수술 부위를 보고 있는 다른 사용자의 주시점을 상기 사용자에게 디스플레이하도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 27

제1항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 사용자로부터 입력된 지시를 수신하고 상기 지시에 기초하여 상기 디스플레이된 영상을 조절하도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 28

제27항에 있어서, 상기 프로세서는 줌 기능을 수행하는 것에 의해 상기 디스플레이된 영상을 조절하도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 29

제27항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 주시점 데이터에 기초하여 상기 관찰 위치의 2차 영상을, 오버레이(overlay)로서, 상기 영상 디스플레이 상에 디스플레이하는 것에 의해 상기 디스플레이된 영상을 조절하도록 구성되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 30

제29항에 있어서, 제1 영상 모듈과 제2 영상 모듈을 추가로 포함하고, 상기 제1 영상 모듈은 상기 디스플레이된 영상을 획득하도록 구성되고 상기 제2 영상 모듈은 상기 주시점 데이터에 기초하여 상기 2차 영상을 포착하도록 구성되고, 상기 제1 영상 모듈과 상기 제2 영상 모듈은 독립적으로 제어되는, 원격 조작 의료 시스템.

청구항 31

원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 방법으로서,

수술 부위 영상을 비롯한 영상을 영상 디스플레이 상에 디스플레이하는 단계;

상기 영상 디스플레이에서의 사용자의 주시점을 측정하는 단계;

상기 사용자의 상기 주시점이 향해 있는 상기 디스플레이된 영상에서의 관찰 위치를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 관찰 위치가 수술 기구 근방의 미리 결정된 영역 내에 있는 경우 상기 디스플레이된 영상에 디스플레이된 수술 기구의 적어도 하나의 기능을 제어하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 32

제31항에 있어서, 상기 관찰 위치를 알려진 3차원 위치 파라미터들을 갖는 상기 디스플레이된 영상에서의 미리 결정된 목표물과 비교하는 것을 포함하는 3차원 교정 기능을 제어하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 33

제31항에 있어서, 상기 관찰 위치를 다른 사용자에게 디스플레이하는 것을 포함하는 평가 기능을 제어하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 34

제31항에 있어서, 다른 사용자의 주시점이 향해 있는 상기 디스플레이된 영상에서의 교수 위치(teaching location)를 제공하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 35

제31항에 있어서, 디스플레이된 수술 부위 영상은 3D 영상인, 방법.

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

제31항에 있어서, 상기 수술 기구의 상기 적어도 하나의 기능은 기구 조작 기능인, 방법.

청구항 39

제38항에 있어서, 상기 기구 조작 기능은 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 수술 부위 내의 위치에 에너지를 전달하기 위해 에너지 적용 기구를 조작하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 40

제38항에 있어서, 상기 기구 조작 기능은 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 수술 부위 내의 위치에 패스너를 전달하기 위해 패스너 적용 기구를 조작하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 41

제38항에 있어서, 상기 기구 조작 기능은 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 수술 부위 내의 위치에 유체를 전달하기 위해 유체 관리 기구를 조작하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 42

제38항에 있어서, 상기 기구 조작 기능은 상기 관찰 위치가 상기 디스플레이된 영상에서 미리 결정된 길이의 시간 동안 상기 수술 기구의 위치와 일치하는 경우 상기 수술 기구를 활성화시키는 것을 포함하는, 방법.

청구항 43

제38항에 있어서, 상기 기구 조작 기능은 제2 사용자의 관찰 위치가 상기 디스플레이된 영상에서 미리 결정된 길이의 시간 동안 상기 수술 기구의 위치와 일치하는 경우 상기 수술 기구의 제어를 상기 사용자로부터 상기 제 2 사용자에게 넘기는 것을 포함하는, 방법.

청구항 44

제38항에 있어서, 상기 기구 조작 기능은 상기 관찰 위치가 상기 디스플레이된 영상에서 미리 결정된 길이의 시간 동안 상기 수술 기구의 위치와 일치하지 않는 경우 상기 수술 기구를 비활성화시키는 것을 포함하는, 방법.

청구항 45

제38항에 있어서, 상기 기구 조작 기능은 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 수술 기구를 상기 수술 부위 내에서 움직이는 것을 포함하는, 방법.

청구항 46

제31항에 있어서, 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 영상 디스플레이 상에 보이는 가상 마크를 상기 수술 부위 영상에 생성하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 47

제31항에 있어서, 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 수술 부위에서 영상 디바이스의 적어도 하나의 기능을 제어하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 48

제47항에 있어서, 상기 영상 디바이스의 상기 적어도 하나의 기능은 상기 영상 디바이스를 움직이는 것을 포함하는, 방법.

청구항 49

제47항에 있어서, 상기 영상 디바이스의 상기 적어도 하나의 기능은 상기 영상 디바이스의 줌 동작을 포함하는, 방법.

청구항 50

제47항에 있어서, 상기 영상 디바이스의 상기 적어도 하나의 기능은 상기 영상 디바이스의 포커싱 동작을 포함하는, 방법.

청구항 51

제31항에 있어서, 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 사용자 로그인 기능을 제어하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 52

제31항에 있어서, 상기 사용자의 상기 주시점이 상기 디스플레이된 영상으로부터 멀어지는 쪽으로 향해 있는 경우 상기 사용자를 상기 원격 조작 의료 시스템으로부터 로크 아웃시키는 로크 아웃 기능을 제어하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 53

제31항에 있어서, 상기 디스플레이된 영상은 복수의 기능 옵션들을 포함하는 사용자 인터페이스를 포함하는, 방법.

청구항 54

제53항에 있어서, 상기 결정된 관찰 위치가 상기 사용자 인터페이스의 상기 디스플레이된 영상에서의 상기 복수의 기능 옵션들 중 적어도 하나의 기능 옵션의 위치와 일치하는 경우, 상기 복수의 기능 옵션들 중 적어도 하나

의 기능 옵션을 개시하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 55

제54항에 있어서, 상기 결정된 관찰 위치에 기초하여 상기 디스플레이된 영상에서의 상기 사용자 인터페이스의 위치 깊이를 조절하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 56

제31항에 있어서, 상기 사용자로부터 입력된 지시를 수신하고 상기 지시에 기초하여 상기 디스플레이된 영상을 조절하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 57

제56항에 있어서, 상기 디스플레이된 영상은 줌 기능을 수행하는 것에 의해 조절되는, 방법.

청구항 58

제56항에 있어서, 상기 디스플레이된 영상은 상기 주시점 데이터에 기초하여 오버레이 영상을 상기 영상 디스플레이 상에 디스플레이하는 것에 의해 조절되는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원

[0002] 본 특허 출원은 2014년 3월 19일자로 출원된, 발명의 명칭이 Medical Devices, Systems, and Methods Using Eye Gaze Tracking"인 미국 가특허 출원 제61/955,314호, 및 2014년 3월 19일자로 출원된, 발명의 명칭이 "Medical Devices, Systems, and Methods Using Eye Gaze Tracking for Secondary Imaging"인 미국 가특허 출원 제61/955,355호 - 이들 모두는 참고로 그 전체가 본원에 포함됨 - 를 우선권 주장하고 그 출원일의 이익을 주장한다.

배경 기술

[0003] 수술 과정이 원격 조작 의료 시스템(teleoperational medical system)을 사용하여 최소 침습 방식으로 수행될 수 있다. 최소 침습 수술의 이점은 널리 알려져 있으며, 종래의 개복 절개 수술과 비교할 때 보다 적은 환자 외상(patient trauma), 보다 적은 출혈, 및 보다 빠른 회복 시간을 포함한다. 그에 부가하여, 미국 캘리포니아 주 서니베일 소재의 Intuitive Surgical, Inc.에 의해 상업화된 DA VINCI[®] Surgical System과 같은, 원격 조작 의료 시스템의 사용이 공지되어 있다. 이러한 원격 조작 의료 시스템은 수동 최소 침습 수술과 비교할 때 외과 의사가 직관적 제어 및 증가된 정밀도로 수술을 할 수 있게 한다.

[0004] 원격 조작 의료 시스템은 하나 이상의 로봇 아암들에 결합되는 하나 이상의 기구들을 포함할 수 있다. 본 시스템이 최소 침습 수술을 수행하는 데 사용되는 경우, 기구들은, 작은 절개부 또는, 예를 들어, 입, 요도 또는 항문과 같은 자연적 구멍(natural orifice) 등의, 환자의 하나 이상의 작은 개구(opening)들을 통해 수술 부위(surgical area)에 접근할 수 있다. 어떤 경우에, 기구(들)를 개구(들)를 통해 직접 삽입하기보다는, 캐놀라(cannula) 또는 다른 안내 요소가 각각의 개구 내로 삽입될 수 있고, 기구가 수술 부위에 접근하기 위해 캐놀라를 통해 삽입될 수 있다. 내시경과 같은 영상 도구(imaging tool)가 수술 부위를 보기 위해 사용될 수 있고, 영상 도구에 의해 포착된 영상이 수술 동안 외과의사가 보게 될 영상 디스플레이 상에 디스플레이될 수 있다.

[0005] 최소 침습 의료 시술 동안 다양한 적용 분야들을 위해 효과적으로 제어되고 모니터링될 수 있는 원격 조작 의료 시스템을 제공하는 것이 바람직하다. 본원에 개시되는 시스템 및 방법은 종래 기술의 단점들 중 하나 이상을 극복한다.

발명의 내용

[0006] 하나의 예시적인 양태에서, 본 개시 내용은 눈 추적 유닛 및 제어 유닛을 포함하는 원격 조작 의료 시스템에 관

한 것이다. 일 양태에서, 눈 추적 유닛은 수술 부위(surgical field)의 영상을 사용자에게 디스플레이하도록 구성되는 영상 디스플레이, 및 사용자의 주시점(gaze point)에 관한 데이터를 측정하도록 구성되는 적어도 하나의 눈 추적기(eye tracker)를 포함한다. 일 양태에서, 눈 추적 유닛은 사용자의 주시점이 향해 있는 디스플레이된 영상에서의 관찰 위치를 결정하기 위해 데이터를 처리하도록 구성되는 프로세서를 포함한다. 일 양태에서, 제어 유닛은 결정된 관찰 위치에 기초하여 원격 조작 의료 시스템의 적어도 하나의 기능을 제어하도록 구성된다.

[0007] 다른 예시적인 양태에서, 본 개시 내용은 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 방법에 관한 것이다. 일 양태에서, 본 방법은, 수술 부위 영상을 비롯한 영상을 영상 디스플레이 상에 디스플레이하는 단계를 포함한다. 일 양태에서, 본 방법은 영상 디스플레이에서의 사용자의 주시점을 측정하는 단계를 포함한다. 일 양태에서, 본 방법은 사용자의 주시점이 향해 있는 디스플레이된 영상에서의 관찰 위치를 결정하는 단계를 포함한다. 일 양태에서, 본 방법은 결정된 관찰 위치에 기초하여 원격 조작 의료 시스템의 적어도 하나의 기능을 제어하는 단계를 포함한다.

[0008] 다른 예시적인 양태에서, 본 개시 내용은 제1 눈 추적 유닛 및 제2 눈 추적 유닛을 포함하는 원격 조작 의료 시스템에 관한 것이다. 일 양태에서, 제1 눈 추적 유닛은 하나 이상의 제1 영상 디스플레이들, 하나 이상의 제1 눈 추적기들, 및 하나 이상의 제1 눈 추적기들에 결합되고, 제1 사용자가 하나 이상의 제1 영상 디스플레이들에 의해 디스플레이되는 제1 영상을 쳐다볼 때 제1 사용자의 제1 주시점을 계산하도록 구성되는 제1 프로세서를 포함한다. 일 양태에서, 제2 눈 추적 유닛은 하나 이상의 제2 영상 디스플레이들, 하나 이상의 제2 눈 추적기들, 및 하나 이상의 제2 눈 추적기들에 결합되고, 제2 사용자가 하나 이상의 제2 영상 디스플레이들에 의해 디스플레이되는 제2 영상을 쳐다볼 때 제2 사용자의 제2 주시점을 계산하도록 구성되는 제2 프로세서를 포함한다. 일 양태에서, 하나 이상의 제1 영상 디스플레이들은 제2 프로세서에 결합되어 있다. 일 양태에서, 하나 이상의 제2 영상 디스플레이들은 제1 프로세서에 결합되어 있다.

[0009] 다른 예시적인 양태에서, 본 개시 내용은 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 방법에 관한 것이다. 일 양태에서, 본 방법은 수술 부위(surgical site)의 3D 영상 디스플레이에서 눈 시선 동태(eye gaze dynamics)를 추적하는 단계를 포함한다. 일 양태에서, 본 방법은 사용자가 3D 영상 디스플레이를 쳐다볼 때의 사용자의 상태(condition)를 결정하는 단계를 포함한다.

[0010] 다른 예시적인 양태에서, 본 개시 내용은 수술 시스템을 작동시키는 방법에 관한 것이다. 일 양태에서, 본 방법은 제1 디스플레이에서의 3D 영상을 보고 있는 제1 사용자에게 대한 3D 주시점을 결정하는 단계 및 3D 주시점을 제2 디스플레이에서의 3D 영상에 디스플레이하는 단계를 포함한다. 일 양태에서, 본 방법은 제2 디스플레이 상에서 제1 사용자의 3D 주시점을 보고 있는 제2 사용자로부터 지시를 수신하는 단계를 포함한다.

[0011] 다른 예시적인 양태에서, 본 개시 내용은 기구 및 3D 디스플레이를 포함하는 수술 시스템을 작동시키는 방법에 관한 것이다. 일 양태에서, 본 방법은 3D 영상을 3D 디스플레이 상에 디스플레이하는 단계 및 3D 영상을 보고 있는 사용자에게 대한 3D 주시점의 위치를 결정하는 단계를 포함한다. 일 양태에서, 본 방법은 3D 영상과 3D 주시점의 위치를 비교하는 단계를 포함한다.

[0012] 이 실시예들 및 다른 실시예들이 이하의 도면들과 관련하여 이하에서 더 논의된다.

도면의 간단한 설명

[0013] 본 개시 내용의 양태들은 첨부 도면과 함께 읽을 때 이하의 상세한 설명으로부터 가장 잘 이해된다. 강조할 점은, 산업계에서의 표준 실무에 따라, 다양한 특징들이 축척에 따라 그려져 있지 않다는 것이다. 실제로, 다양한 특징들의 치수가 논의의 명확함을 위해 임의로 확대 또는 축소되어 있을 수 있다. 그에 부가하여, 본 개시 내용은 다양한 예들에서 참조 번호 및/또는 문자를 반복할 수 있다. 이 반복은 간단함 및 명확함을 위한 것이며, 그 자체로 논의되는 다양한 실시예들 및/또는 구성들 간의 관계에 영향을 미치지 않는다.

도 1a는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른 예시적인 원격 조작 의료 시스템을 나타낸 도면.

도 1b, 도 1c, 및 도 1d는 본 개시 내용의 다양한 실시예들에 따른 원격 조작 의료 시스템의 예시적인 컴포넌트들을 나타낸 도면. 상세하게는, 도 1b는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른 예시적인 원격 조작 어셈블리의 정면 입면도. 도 1c는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른 예시적인 조작자 입력 시스템의 정면 입면도. 도 1d는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른 예시적인 비전 카트 컴포넌트(vision cart component)의 정면도.

도 2a는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 예시적인 영상 디스플레이 및 수술 부위에 상대적인 사용자의 3D 좌

표 프레임(3D coordinate frame)의 블록도.

도 2b는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 도 1a, 도 1b, 및 도 1c의 원격 조작 의료 시스템에 의해 사용되는 예시적인 눈 추적 유닛을 나타낸 도면.

도 2c는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 원격 조작 의료 시스템 및/또는 수술 기구를 제어하고 그에 영향을 미치기 위해 눈 추적 유닛을 사용하는 예시적인 방법을 나타낸 플로우차트.

도 2d는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 예시적인 감독관의 눈 추적 유닛이 수련 중인 외과의사의 예시적인 눈 추적 유닛에 결합되어 있는 것을 나타낸 도면.

도 3a는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 도 2b의 눈 추적 유닛(200)을 사용하여 외과의사의 3D 주시점을 결정하고 디스플레이하는 예시적인 방법을 나타낸 도면.

도 3b는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 도 2d의 듀얼 눈 추적 유닛을 사용하는 예시적인 수련/감독 방법을 나타낸 도면.

도 3c는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 수술에서 사용될 미리 결정된 수술 기구를 전달하기 위해 대응하는 제어 인터페이스를 확인하고 활성화시키기 위한 예시적인 주시점 확인 방법을 나타낸 도면.

도 4는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 도 2b의 눈 추적 유닛을 사용하여 수술 동안의 외과의사의 수행을 평가하는 예시적인 방법을 나타낸 도면.

도 5는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 수술 부위의 3D 영상을 3D 좌표 시스템과 함께 보여주는 외과의사의 콘솔의 3D 영상 디스플레이의 일 예를 나타낸 도면.

도 6a 및 도 6b는 본 개시 내용에 따른, 도 1a 내지 도 1c의 원격 조작 의료 시스템에서 사용될 수 있는 내시경의 다양한 실시예들을 나타낸 도면.

도 6c는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 도 6a 및 도 6b의 내시경의 영상 모듈로서 사용될 수 있는 입체 카메라(stereo camera)의 개략도.

도 7a는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 내시경 시스템의 블록도. 내시경 시스템은 도 6a 및 도 6b에 도시된 예시적인 내시경을 포함한다.

도 7b는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 영상 수정을 적용하기 위해 원격 조작 의료 시스템을 사용하는 방법을 나타낸 플로우차트.

도 8a는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 1차 영상에 오버레이되는 확대된 영상을 디스플레이하기 위해 내시경 시스템을 사용하여 원격 조작 의료 시스템의 하나 이상의 내시경들을 제어하는 방법을 나타낸 플로우차트.

도 8b는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 가상적으로 확대된 영역 내에 디스플레이되는 미리 결정된 눈 추적 정확도 문턱값을 나타낸 도면.

도 8c는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 1차 영상에 오버레이되는 확대된 영상을 디스플레이하는 것의 일 예를 나타낸 도면.

도 8d는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 도 8c에 도시된 바와 같은 1차 영상 및 확대된 영상을 포착하고 발생시키기 위해 도 6a의 내시경을 사용하는 것을 나타낸 개략도.

도 8e는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 도 8c에 도시된 바와 같은 1차 영상 및 확대된 영상을 포착하고 발생시키기 위해 도 6b의 2개의 내시경을 사용하는 것을 나타낸 개략도.

도 9는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 상이한 영상 모달리티(imaging modality)들을 포착하고 디스플레이하기 위해 제어 시스템을 사용하여 원격 조작 의료 시스템의 하나 이상의 내시경들을 제어하는 방법을 나타낸 플로우차트.

도 10a는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 내시경이 디스플레이 상의 1차 영상을 가로질러 스캔하는 외과의사의 눈 시선을 따라갈 때 포착되는 복수의 영상들을 디스플레이하는 방법을 나타낸 플로우차트.

도 10b 및 도 10c는 본 개시 내용의 다양한 실시예들에 따른, 내시경이 영상 디스플레이 상의 1차 영상을 가로질러 스캔하는 외과의사의 눈 시선을 따라갈 때 포착되고 디스플레이되는 복수의 영상들의 예를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 본 개시 내용의 원리들의 이해를 돕기 위해, 도면들에 예시된 실시예들이 이제부터 참조될 것이고, 실시예들을 기술하기 위해 특정 표현이 사용될 것이다. 그럼에도 불구하고 본 개시 내용의 범주를 제한하는 것으로 의도되어 있지 않다는 것을 잘 알 것이다. 이하의 상세한 설명에서, 개시된 실시예들의 완전한 이해를 제공하기 위해 많은 구체적인 상세가 기재되어 있다. 그렇지만, 본 개시 내용의 실시예들이 이 구체적인 상세가 없어도 실시될 수 있다는 것이 본 기술 분야의 통상의 기술자에게는 명백할 것이다. 다른 경우에, 본 개시 내용의 실시예들의 양태들을 불필요하게 모호하게 하지 않기 위해 널리 공지된 방법들, 절차들, 컴포넌트들 및 회로들이 상세히 기술되지 않았다.
- [0015] 본 개시 내용의 원리들의 기술된 디바이스들, 기구들, 방법들, 및 임의의 추가 적용 분야에 대한 임의의 대안들 및 추가의 수정들이 본 개시 내용에 관련되어 있는 기술 분야의 통상의 기술자에게는 통상적으로 안출될 것으로 충분히 생각되고 있다. 상세하게는, 일 실시예와 관련하여 기술되는 특징들, 컴포넌트들, 및/또는 단계들이 본 개시 내용의 다른 실시예들과 관련하여 기술되는 특징들, 컴포넌트들, 및/또는 단계들과 결합될 수 있다는 것이 충분히 생각되고 있다. 이 조합들의 수많은 반복들이 개별적으로 기술되지 않을 것이다. 그에 부가하여, 본원에 제공되는 치수들은 특정의 예에 대한 것이며, 본 개시 내용의 개념들을 구현하기 위해 상이한 크기들, 치수들, 및/또는 비율들이 이용될 수 있다는 것이 생각되고 있다. 불필요한 설명 반복을 피하기 위해, 하나의 예시적인 실시예에 따라 기술되는 하나 이상의 컴포넌트들 또는 동작들이 적용가능한 경우 다른 예시적인 실시예들로부터 사용되거나 생략될 수 있다. 간단함을 위해, 어떤 경우에, 도면들 전체에 걸쳐 동일하거나 유사한 부분들을 지칭하기 위해 동일한 참조 번호가 사용된다.
- [0016] 이하의 실시예들은 다양한 기구들 및 기구들의 부분들을 3차원 공간에서의 그들의 상태의 면에서 기술할 것이다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "위치(position)"는 3차원 공간에서의 물체 또는 물체의 일부분의 위치를 지칭한다(예컨대, X, Y, Z 직교 좌표를 따라 3 개의 평행 이동 자유도(degree of translational freedom)). 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "배향(orientation)"은 물체 또는 물체의 일부분의 회전 배치(rotational placement)를 지칭한다(3 개의 회전 자유도(degree of rotational freedom) - 예컨대, 롤(roll), 피치(pitch) 및 요(yaw) -). 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "자세(pose)"는 적어도 하나의 평행 이동 자유도에서의 물체 또는 물체의 일부분의 위치 및 적어도 하나의 회전 자유도에서의 그 물체 또는 물체의 일부분의 배향을 지칭한다(최대 6 개의 총 자유도(total degree of freedom)). 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "형상"은 가늘고 긴 물체를 따라 측정되는 자세들, 위치들, 또는 배향들의 세트를 지칭한다.
- [0017] 용어 "근위(proximal)" 및 "원위(distal)"가 임상사(clinician)로부터 수술 부위까지 연장되는 기구의 단부를 조작하는 임상사와 관련하여 본원에서 사용된다는 것을 잘 알 것이다. 용어 "근위"는 임상사에 보다 가까운 기구의 부분을 지칭하고, 용어 "원위"는 임상사로부터 보다 멀리 떨어지고 수술 부위에 보다 가까운 기구의 부분을 지칭한다. 간결함 및 명확함을 위해, "수평", "수직", "위쪽" 및 "아래쪽"과 같은 공간 용어들이 도면들과 관련하여 본원에서 사용될 수 있다. 그렇지만, 수술 기구들이 많은 배향들 및 위치들에서 사용되고, 그 용어들은 제한하는 것으로 그리고 절대적인 것으로 의도되어 있지 않다.
- [0018] 본 개시 내용은 일반적으로, 진단, 수술, 및/또는 치료 과정(이들로 제한되지 않음)을 비롯한, 각종의 의료 시술에서 사용되는 원격 조작 의료 시스템 및/또는 기구의 사용 동안 사용자의 눈의 특성들을 관찰하고 측정하기 위해 눈 추적 시스템을 사용하는 것(예컨대, 눈 시선 추적)에 관한 것이다. 상세하게는, 일부 실시예에서, 본원에 개시되는 눈 추적 시스템은 수술 콘솔(surgical console), 디스플레이 시스템, 또는 다른 의료 또는 수술 시스템 컴포넌트 상에서의 사용자의 눈 시선의 정확한 위치(예컨대, 2D 또는 3D 위치)를 추적할 수 있는 것에 의존한다. 일부 실시예에서, 눈 추적 시스템은 시스템 기구들을 직접 조작하는 것에 의해 그리고/또는 시스템 전체에 걸친 변경을 실시하기 위해 시스템 특성들에 영향을 미치는 것에 의해 원격 조작 시스템을 제어하는 데 사용될 수 있다. 상세하게는, 본 개시 내용의 일부 실시예는 시스템 및 기구 제어에 관한 것으로서, 특히 조작자가 최소 침습 시술 중에 원격 조작 의료 시스템을 사용하는 동안 조작자의 눈 시선을 추적하는 것에 의한 시스템 및 기구 제어에 관한 것이다. 일부 실시예에서, 주어진 시술을 통해 감독 및 수련을 가능하게 하기 위해(예컨대, 교관/감독관은 물론 학생에 대한) 다수의 눈 추적 시스템들이 함께 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 주어진 시술 동안 원격 조작 시스템을 조작하는 데 있어서의 수행 메트릭(performance metric)을 획득하거나 사용자 숙련도를 평가하기 위해 눈 추적 시스템이 사용될 수 있다. 상세하게는, 일부 실시예에서, 원격 조작 의료 시스템에 포함된 눈 추적 시스템은 수술 동안 외과의사의 숙련도 레벨, 일관성, 신체적 상태, 및/또는 임의의 다른 수행 척도(performance measure)를 평가하기 위해 외과의사의 눈 시선을 추적할 수 있다.

본 기술 분야의 통상의 기술자는 본원에 개시되는 눈 추적 시스템이 시스템/기구 제어, 수련/감독, 및/또는 수행 평가로부터 이득을 보는 유사한(예컨대, 비원격 조작) 구현들에서 이용될 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 본원에 개시되는 눈 추적 시스템 및 방법을 이용하는 것에 의해, 사용자는 원격 조작 의료 시스템과의 보다 직관적이고 보다 효율적인 상호작용을 경험할 수 있다.

[0019] 다양한 실시예에 따르면, 기구 전달 및 조작을 안내하기 위해 원격 조작 시스템을 사용하여 최소 침습 의료 시술이 수행될 수 있다. 도면들 중 도 1a를 참조하면, 예를 들어, 진단, 치료, 또는 수술 과정을 비롯한 의료 시술에서 사용하기 위한 원격 조작 의료 시스템은 전체적으로 참조 번호(10)로 표시되어 있다. 기술될 것인 바와 같이 본 개시 내용의 원격 조작 의료 시스템은 외과의사의 원격 조작 제어 하에 있다. 대안의 실시예에서, 원격 조작 의료 시스템은 시술 또는 하위 시술(sub-procedure)을 수행하도록 프로그램된 컴퓨터의 부분적 제어 하에 있을 수 있다. 또 다른 대안의 실시예에서, 완전 자동 의료 시스템은, 시술 또는 하위 시술을 수행하도록 프로그램된 컴퓨터의 전면적 제어 하에서, 시술 또는 하위 시술을 수행하는 데 사용될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 원격 조작 의료 시스템(10)은 일반적으로 환자(P)가 위치되어 있는 수술대(O) 근방에 있거나 그에 장착된 원격 조작 어셈블리(12)를 포함한다. 원격 조작 어셈블리(12)는 PSM(patient-side manipulator)이라고 지칭될 수 있다. 의료 기구 시스템(14)은 원격 조작 어셈블리(12)에 동작가능하게 결합되어 있다. 조작자 입력 시스템(16)은 외과의사 또는 다른 유형의 임상의(S)가 수술 부위의 영상 또는 수술 부위를 나타내는 영상을 볼 수 있게 하고 의료 기구 시스템(14)의 동작을 제어할 수 있게 한다. 조작자 입력 시스템(16)은 마스터 또는 외과의사의 콘솔이라고 지칭될 수 있다. 본 개시 내용에 기술되는 시스템들 및 기법들을 구현하는 데 사용될 수 있는 원격 조작 수술 시스템의 일 예는 미국 캘리포니아주 서니베일 소재의 Intuitive Surgical, Inc.에 의해 제조되는 da Vinci® Surgical System이다.

[0020] 원격 조작 어셈블리(12)는 의료 기구 시스템(14)을 지지하고, 하나 이상의 비서보 제어 링크(non-servo controlled link)들(예컨대, 일반적으로 셋업 구조(set-up structure)라고 지칭되는, 제자리에 수동으로 위치되고 잠금될 수 있는 하나 이상의 링크들)의 운동학적 구조(kinematic structure) 및 원격 조작 매니퓰레이터(teleoperational manipulator)를 포함할 수 있다. (예컨대, 도 2를 참조) 원격 조작 어셈블리(12)는 의료 기구 시스템(14) 상에서의 입력들을 구동하는 복수의 모터들을 포함한다. 그 모터들은 제어 시스템(22)으로부터의 명령들에 응답하여 움직인다. 모터들은, 의료 기구 시스템(14)에 결합될 때, 의료 기구를 자연적으로 또는 외과적으로 생성된 해부학적 구멍 내로 전진시킬 수 있는 구동 시스템을 포함한다. 다른 모터 구동 시스템(motorized drive system)은, 3 개의 직선 운동 자유도(예컨대, X, Y, Z 직교좌표 축을 따른 직선 운동) 및 3 개의 회전 운동 자유도(예컨대, X, Y, Z 직교좌표 축을 중심으로 한 회전)를 포함할 수 있는, 다수의 자유도로 의료 기구의 원위 단부를 움직일 수 있다. 그에 부가하여, 모터가 기구의 관절운동가능 엔드 이펙터(articulable end effector)를 작동(actuate)시키는 데 사용될 수 있다.

[0021] 원격 조작 의료 시스템(10)은 또한 내시경과 같은 영상 포착 디바이스, 및 연관된 영상 처리 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하는 영상 포착 시스템(18)을 포함한다. 원격 조작 의료 시스템(10)은 또한 원격 조작 어셈블리(12)의 센서들, 모터들, 액추에이터들, 및 다른 컴포넌트들, 조작자 입력 시스템(16), 및 영상 포착 시스템(18)에 동작가능하게 연결되는 제어 시스템(22)을 포함한다.

[0022] 조작자 입력 시스템(16)은, 수술대(O)와 동일한 방에 보통 위치되는, 외과의사의 콘솔에 위치될 수 있다. 그렇지만, 외과의사(S)가 환자(P)와 상이한 방 또는 완전히 상이한 건물에 위치될 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 조작자 입력 시스템(16)은 일반적으로 의료 기구 시스템(14)을 제어하기 위한 하나 이상의 제어 디바이스(들)를 포함한다. 보다 구체적으로는, 외과의사의 입력 명령들에 응답하여, 제어 시스템(22)은 의료 기구 시스템(14)의 서보 기계식 움직임(servomechanical movement)을 달성한다. 제어 디바이스(들)는 손잡이, 조이스틱, 트랙볼, 데이터 글러브(data glove), 트리거 건(trigger-gun), 손 조작 제어기(hand-operated controller), 발 조작 제어기(foot-operated controller), 음성 인식 디바이스, 터치 스크린, 신체 동작 또는 프레즌스(presence) 센서 등과 같은, 임의의 수의 각종의 입력 디바이스들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 디바이스(들)는, 외과의사가 수술 현장에 있는 것처럼 기구들을 직접 제어한다는 강한 느낌을 갖도록 제어 디바이스(들)가 기구들과 일체로 되어 있다는 인지(perception)인, 텔레프레즌스(telepresence)를 외과의사에게 제공하기 위해 원격 조작 어셈블리의 의료 기구들과 동일한 자유도를 제공받을 것이다. 다른 실시예에서, 제어 디바이스(들)는 연관된 의료 기구들보다 많거나 적은 자유도를 가지며 텔레프레즌스를 외과의사에게 여전히 제공할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 디바이스(들)는 6 자유도로 움직이고 또한 기구들을 작동시키기 위한(예를 들어, 파지 조(grasping jaw)를 오픈하는 것, 전극에 전위를 가하는 것, 약물 치료제를 전달하는 것 등을 위한) 작동가능 핸들(actuable handle)을 포함할 수 있는 수동 입력 디바이스이다.

- [0023] 시스템 조작자는 조작자 입력 시스템(16)에 동작가능하게 결합되거나 그 내에 포함되는 디스플레이 시스템(20) 상에서 보도록 제시되는, 영상 포착 시스템(18)에 의해 포착된, 영상을 본다. 디스플레이 시스템(20)은 영상 포착 시스템(18)의 서브시스템들에 의해 발생하는 바와 같은 수술 부위 및 의료 기구 시스템(들)(14)의 영상 또는 표현을 디스플레이한다. 디스플레이 시스템(20) 및 조작자 입력 시스템(16)은 조작자가 텔레프레즌스의 인지와 함께 의료 기구 시스템(14) 및 조작자 입력 시스템(16)을 제어할 수 있도록 배향될 수 있다. 디스플레이 시스템(20)은, 조작자의 각각의 눈에 개별적인 영상을 제시하고 따라서 조작자가 입체 영상을 볼 수 있게 하기 위해, 개별적인 좌 디스플레이 및 우 디스플레이와 같은, 다수의 디스플레이들을 포함할 수 있다.
- [0024] 대안적으로 또는 그에 부가하여, 디스플레이 시스템(20)은 CT(computerized tomography), MRI(magnetic resonance imaging), 형광 투시(fluoroscopy), 서모그래피(thermography), 초음파, OCT(optical coherence tomography), 열 영상(thermal imaging), 임피던스 영상(impedance imaging), 레이저 영상(laser imaging), 나노튜브 X-선 영상(nanotube X-ray imaging) 등과 같은 영상 기술을 사용하여 수술 전에 또는 수술 중에 기록 및/또는 촬영된 수술 부위의 영상을 제시할 수 있다. 제시되는 수술 전 또는 수술 중 영상들은 2차원, 3차원, 또는 4차원(예컨대, 시간 기반 또는 속도 기반 정보를 포함함) 영상 및 영상을 재생하기 위한 연관된 영상 데이터 세트를 포함할 수 있다.
- [0025] 제어 시스템(22)은 적어도 하나의 메모리 및 적어도 하나의 프로세서(도시되지 않음), 그리고 원격 조작 시스템(12), 의료 기구 시스템(14), 조작자 입력 시스템(16), 영상 포착 시스템(18), 및 디스플레이 시스템(20) 사이의 제어를 수행하기 위한 전형적으로 복수의 프로세서들을 포함한다. 제어 시스템(22)은 또한 본원에 개시되는 양태들에 따라 기술된 방법들의 일부 또는 전부를 구현하기 위해 프로그램된 명령어들(예컨대, 명령어들을 저장하는 컴퓨터 판독가능 매체)을 포함한다. 제어 시스템(22)이 도 1의 간략화된 개략도에 단일 블록으로 도시되어 있지만, 이 시스템은 2개 이상의 데이터 처리 회로들을 포함할 수 있고, 처리의 한 부분은 임의로 원격 조작 어셈블리(12) 상에서 또는 그에 인접하여 수행되고, 처리의 다른 부분은 조작자 입력 시스템(16)에서 수행되며, 기타 등등이다. 아주 다양한 중앙집중형 또는 분산형 데이터 처리 아키텍처들 중 임의의 것이 이용될 수 있다. 이와 유사하게, 프로그램된 명령어들은 다수의 개별적인 프로그램들 또는 서브루틴들로서 구현될 수 있거나, 본 명세서에 기술되는 원격 조작 시스템들의 다수의 다른 양태들에 통합될 수 있다. 일 실시예에서, 제어 시스템(22)은, 블루투스, IrDA, HomeRF, IEEE 802.11, DECT, 및 무선 원격검침(Wireless Telemetry)과 같은, 무선 통신 프로토콜들을 지원한다.
- [0026] 일부 실시예에서, 제어 시스템(22)은 의료 기구 시스템(104)으로부터 힘 및/또는 토크 피드백을 수신하는 하나 이상의 서보 제어기들을 포함할 수 있다. 피드백에 응답하여, 서보 제어기들은 신호들을 조작자 입력 시스템(16)으로 전송한다. 서보 제어기(들)는 또한 환자 신체에서의 개구들을 통해 신체 내의 내부 수술 부위 내로 연장되는 의료 기구 시스템(들)(14)을 움직이라고 원격 조작 어셈블리(12)에 지시하는 신호들을 전송할 수 있다. 임의의 적당한 종래의 또는 특수 서보 제어기가 사용될 수 있다. 서보 제어기는 원격 조작 어셈블리(12)로부터 분리되어 있거나 그와 통합되어 있을 수 있다. 일부 실시예에서, 서보 제어기 및 원격 조작 어셈블리는 환자의 신체에 인접하여 위치되는 원격 조작 아암 카트(teleoperational arm cart)의 일부로서 제공된다.
- [0027] 이 실시예에서, 원격 조작 의료 시스템(10)은 또한 조작자 입력 시스템(16)에 동작가능하게 결합되거나 그에 포함될 수 있는 눈 추적 유닛(24)을 포함한다. 눈 추적 유닛(24)은 조작자가 디스플레이(20)를 보고 있고 그리고/또는 조작자 입력 시스템(16)에서 조작자 제어들을 조작하고 있는 동안 조작자의 양눈에 관련된 정보를 감지, 측정, 기록, 및 전달하기 위해 제어 시스템(22)에 동작가능하게 결합된다.
- [0028] 원격 조작 의료 시스템(10)은, 조명 시스템, 조향 제어(steering control) 시스템, 관주(irrigation) 시스템 및/또는 석션(suction) 시스템과 같은 유체 관리 시스템과 같은, 임의적인 조작 및 지원 시스템들(도시되지 않음)을 추가로 포함할 수 있다. 대안의 실시예에서, 원격 조작 시스템은 하나 초과와 원격 조작 어셈블리 및/또는 하나 초과와 조작자 입력 시스템을 포함할 수 있다. 매니퓰레이터 어셈블리들의 정확한 개수는, 인자들 중에서도 특히, 수술 과정 및 수술실 내에서의 공간 제약조건들에 의존할 것이다. 조작자 입력 시스템들이 나란히 배치될 수 있거나, 개별적인 장소들에 위치될 수 있다. 다수의 조작자 입력 시스템들은 한 명 초과와 조작자가 하나 이상의 매니퓰레이터 어셈블리들을 다양한 조합으로 제어할 수 있게 한다.
- [0029] 도 1b는 일 실시예에 따른, 원격 조작 어셈블리(100)(예컨대, 도 1a에 도시된 원격 조작 어셈블리(12))의 정면 입면도이다. 어셈블리(100)는 바닥 위에 놓여 있는 베이스(102), 베이스(102) 상에 장착되어 있는 지지 타워(104), 및 수술 도구(surgical tool)들(영상 포착 시스템(18)의 부분들을 포함함)을 지지하는 몇 개의 아암들을 포함한다. 도 1b에 도시된 바와 같이, 아암들(106a, 106b, 106c)은 조직을 다루는 데 사용되는 수술 기구들을

지지하고 움직이는 기구 아암(instrument arm)이고, 아암(108)은 내시경을 지지하고 움직이는 카메라 아암이다. 도 1b는 기구 아암들(106a, 106b, 106c) 상에, 각각, 장착되는 교체가능한 수술 기구들(110a, 110b, 110c)을 추가로 나타내고 있고, 카메라 아암(108) 상에 장착된 내시경(112)을 나타내고 있다. 내시경(112)은 수술 부위의 입체 영상들을 포착하여 개별적인 입체 영상들을 디스플레이 시스템(20)에 제공하기 위한 입체 내시경일 수 있다. 정통한 자는 기구들 및 카메라를 지지하는 아암들이 또한 천장 또는 벽에 또는 어떤 경우에 수술실에 있는 다른 장비(예컨대, 수술대)에 장착된 베이스 플랫폼(고정되거나 이동가능함)에 의해 지지될 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 마찬가지로, 정통한 자는 2개 이상의 개별적인 베이스들이 사용될 수 있다(예컨대, 하나의 베이스가 각각의 아암을 지지함)는 것을 잘 알 것이다.

[0030] 도 1b에 추가로 예시된 바와 같이, 기구들(110a, 110b, 110c) 및 내시경(112)은 기구 인터페이스들(각각, 150a, 150b, 150c, 및 150d) 및 기구 샤프트들(각각, 152a, 152b, 152c, 및 152d)을 포함한다. 일부 실시예에서, 원격 조작 어셈블리(100)는 기구들(110a, 110b, 110c) 및 내시경(112)을 캐놀라에 대해 고정시키는 캐놀라에 대한 지지체를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 기구 아암들(106a, 106b, 106c, 및 108) 각각의 부분들은 기구들(110a, 110b, 110c) 및 내시경(112)을 환자에 대해 위치시키기 위해 수술실에 있는 직원에 의해 조절가능할 수 있다. 아암들의 다른 부분들(106a, 106b, 106c, 및 108)은 (도 1c에 도시된 바와 같은) 조작자 입력 시스템(120)에서 조작자에 의해 작동되고 제어될 수 있다. 수술 기구들(110a, 110b, 110c) 및 내시경(112)이 또한 조작자 입력 시스템(120)에서 조작자에 의해 제어될 수 있다.

[0031] 도 1c는 조작자 입력 시스템(120)(예컨대, 도 1a에 도시된 조작자 입력 시스템(16))의 정면 입면도이다. 조작자 입력 시스템(120)은, 수술 기구들(110a, 110b, 110c) 및 내시경(112)을 제어하는 데 사용되는 운동학적 연쇄(kinematic chain)인, 좌 및 우 다중 DOF(degree-of-freedom) 제어 인터페이스(122a 및 122b)를 갖춘 콘솔(121)을 포함한다. 외과의사는 제어 인터페이스들(122) 각각 상의 핀치 어셈블리(pincher assembly)(124a, 124b)를, 전형적으로 엄지손가락과 집게손가락으로, 파지하고, 핀치 어셈블리를 다양한 위치 및 배향으로 움직일 수 있다. 도구 제어 모델이 선택될 때, 제어 인터페이스들(122) 각각은 대응하는 수술 기구 및 기구 아암(106)을 제어하도록 구성된다. 예를 들어, 좌 제어 인터페이스(122a)는 기구 아암(106a) 및 수술 기구(110a)에 결합될 수 있고, 우 제어 인터페이스(122b)는 기구 아암(106b) 및 수술 기구(110b)에 결합될 수 있다. 제3 기구 아암(106c)이 수술 과정 동안 사용되고 좌측에 위치되면, 좌 제어 인터페이스(122a)는 아암(106a) 및 수술 기구(110a)를 제어하는 것으로부터 아암(106c) 및 수술 기구(110c)를 제어하는 것으로 전환될 수 있다. 마찬가지로, 제3 기구 아암(106c)이 수술 과정 동안 사용되고 우측에 위치되면, 우 제어 인터페이스(122b)는 아암(106b) 및 수술 기구(110b)를 제어하는 것으로부터 아암(106c) 및 수술 기구(110c)를 제어하는 것으로 전환될 수 있다. 어떤 경우에, 제어 인터페이스들(122a, 122b)과 아암(106a)/수술 기구(110a)의 조합 및 아암(106b)/수술 기구(110b)의 조합 사이의 제어 할당이 또한 교환될 수 있다. 이것은, 예를 들어, 내시경이 180도 롤링되는 경우, 내시경의 시야에서 움직이는 기구가 외과의사가 움직이고 있는 제어 인터페이스와 동일한 측면에 나타나도록, 행해질 수 있다. 핀치 어셈블리는 전형적으로 수술 기구(110)의 원위 단부에 있는 조를 갖는 수술용 엔드 이펙터(jawed surgical end effector)(예컨대, 가위, 파지 견인기(grasping retractor) 등)를 조작하는 데 사용된다.

[0032] 부가의 제어들은 풋 페달(foot pedal)들(128)을 구비하고 있다. 풋 페달들(128) 각각은 기구들(110) 중 선택된 기구 상의 특정 기능을 활성화시킬 수 있다. 예를 들어, 풋 페달들(128)은 드릴 또는 소작 도구(cautery tool)를 활성화시킬 수 있거나, 관주, 석션, 또는 다른 기능들을 조작할 수 있다. 다수의 기구들이 페달들(128) 중 다수의 페달들을 누르는 것에 의해 활성화될 수 있다. 기구들(110)의 특정 기능이 다른 제어들에 의해 활성화될 수 있다.

[0033] 외과의사의 콘솔(120)은 또한 입체 영상 뷰어 시스템(126)(예컨대, 도 1a에 도시된 디스플레이 시스템(20))을 포함한다. 입체 영상 뷰어 시스템(126)은 좌 접안경(125a) 및 우 접안경(125b)을 포함하고, 따라서 외과의사는 입체 영상 뷰어 시스템(126) 내에서 외과의사의 좌안과 우안을 사용하여, 각각, 좌 입체 영상과 우 입체 영상을 볼 수 있다. 외과의사가 디스플레이 시스템(예컨대, 도 1a에 도시된 디스플레이 시스템(20)) 상에서 3차원 영상으로서 인지하는 내시경(112)에 의해 포착된 좌측 영상과 우측 영상이 대응하는 좌 영상 디스플레이와 우 영상 디스플레이 상에 출력된다. 유리한 구성에서, 제어 인터페이스들(122)은, 디스플레이에 보여지는 수술 도구들의 영상들이 디스플레이 아래쪽에서 외과의사의 양손 근방에 위치되는 것처럼 보이도록, 입체 영상 뷰어 시스템(126) 아래쪽에 위치된다. 이 특징은 외과의사가 양손을 직접 보는 것처럼 3차원 디스플레이에서 다양한 수술 기구들을 직관적으로 제어할 수 있게 한다. 그에 따라, 연관된 기구 아암 및 기구의 서보 제어가 내시경 영상 기준 프레임(endoscopic image reference frame)에 기초한다.

- [0034] 내시경 영상 기준 프레임은 또한 제어 인터페이스들(122)이 카메라 제어 모드로 전환되는 경우에도 사용된다. 어떤 경우에, 카메라 제어 모드가 선택되면, 외과의사는 제어 인터페이스들(122) 중 하나 또는 둘 다를 한꺼번에 움직이는 것에 의해 내시경(112)의 원위 단부를 움직일 수 있다. 외과의사는 이어서, 영상을 자신의 양손으로 잡고 있는 것처럼 제어 인터페이스들(122)을 움직이는 것에 의해, 디스플레이된 입체 영상을 직관적으로 움직일 수 있다(예컨대, 패닝(pan), 틸팅(tilt), 줌잉(zoom)할 수 있다).
- [0035] 도 1c에 추가로 도시된 바와 같이, 헤드레스트(headrest)(130)가 입체 영상 뷰어 시스템(126) 위쪽에 위치되어 있다. 외과의사가 입체 영상 뷰어 시스템(126)을 통해 쳐다보고 있을 때, 외과의사의 이마는 헤드레스트(130)와 맞닿게 위치된다. 본 개시 내용의 일부 실시예에서, 내시경(112) 또는 다른 수술 기구들의 조작이 제어 인터페이스들(122)을 이용하는 대신에 헤드레스트(130)의 조작을 통해 달성될 수 있다. 일부 실시예에서, 헤드레스트(130)는, 예를 들어, 압력 센서, 로커 플레이트(rocker plate), 광학적으로 모니터링되는 슬립 플레이트(slip plate), 또는 외과의사의 머리의 움직임을 검출할 수 있는 다른 센서들을 포함할 수 있다. 내시경 카메라를 제어하기 위해 헤드레스트를 조작하는 데 감지 방법을 사용하는 것에 관한 추가 상세는, 예를 들어, 발명의 명칭이 "ENDOSCOPE CONTROL SYSTEM"인 미국 출원 제61/865,996호 - 참고로 본원에 포함됨 - 에서 찾아볼 수 있다.
- [0036] 도 1d는 수술 시스템의 비전 카트 컴포넌트(140)의 정면도이다. 예를 들어, 일 실시예에서, 비전 카트 컴포넌트(140)는 도 1a에 도시된 의료 시스템(10)의 일부이다. 비전 카트(140)는 수술 시스템의 중앙 전자 데이터 처리 유닛(142)(예컨대, 도 1a에 도시된 제어 시스템(22)의 전부 또는 부분들) 및 비전 장비(vision equipment)(144)(예컨대, 도 1a에 도시된 영상 포착 시스템(18)의 부분들)를 하우징하고 있다. 중앙 전자 데이터 처리 유닛(142)은 수술 시스템을 조작하는 데 사용되는 데이터 처리의 상당 부분을 포함한다. 그렇지만, 다양한 구현에서, 전자 데이터 처리가 외과의사 콘솔(120)과 원격 조작 어셈블리(100)에 분산될 수 있다. 비전 장비(144)는 내시경(112)의 좌 및 우 영상 포착 기능을 위한 카메라 제어 유닛들을 포함할 수 있다. 비전 장비(144)는 또한 수술 부위를 촬영하기 위한 조명을 제공하는 조명 장비(예컨대, 크세논 램프)를 포함할 수 있다. 도 1d에 도시된 바와 같이, 비전 카트(140)는, 어셈블리(100) 상에 또는 환자측 카트(patient side cart) 상에와 같은, 다른 곳에 장착될 수 있는 임의적인 터치 스크린 모니터(146)(예를 들어, 24-인치 모니터)를 포함한다. 비전 카트(140)는, 전기 수술 유닛(electrosurgical unit), 취입기(insufflator), 석션 관주 기구(suction irrigation instrument), 또는 써드파티 소작 장비(cautery equipment)와 같은, 임의적인 보조 수술 장비를 위한 공간(148)을 추가로 포함한다. 원격 조작 어셈블리(100) 및 외과의사의 콘솔(120)은, 예를 들어, 광섬유 통신 링크를 통해, 비전 카트(140)에 결합됨으로써, 3 개의 컴포넌트들이 함께 외과의사에게 직관적 텔레프레즌스를 제공하는 단일의 원격 조작 최소 침습 수술 시스템으로서 기능한다.
- [0037] 유의할 점은, 일부 실시예에서, 원격 조작 수술 시스템의 어셈블리(100)의 일부 또는 전부가 가상(시물레이팅된) 환경에서 구현될 수 있고, 여기서 외과의사의 콘솔(120)에서 외과의사가 보게 되는 영상의 일부 또는 전부가 기구들 및/또는 해부 구조(anatomy)의 합성 영상일 수 있다는 것이다. 일부 실시예에서, 이러한 합성 영상이 비전 카트 컴포넌트(140)에 의해 제공되고 그리고/또는 외과의사의 콘솔(120)에서 (예컨대, 시뮬레이션 모듈을 통해) 직접 발생될 수 있다.
- [0038] 도 1a 내지 도 1d를 참조하여 기술되는 원격 조작 수술 시스템에 의한 전형적인 최소 침습 수술 과정 동안, 적어도 2 번의 절개가 환자의 신체에 (보통 연관된 캐놀라를 위치시키기 위해 투관침(trocar)을 사용하여) 행해진다. 하나의 절개는 내시경 카메라 장비를 위한 것이고, 다른 절개들은 수술 기구들을 위한 것이다. 일부 수술 과정에서, 수술 부위에 대한 접근 및 촬영을 제공하기 위해 몇 개의 기구 및/또는 카메라 포트들이 사용된다. 절개가 종래의 개복 수술을 위해 사용되는 보다 큰 절개와 비교하여 비교적 작지만, 환자 외상을 추가로 감소시키기 위해 그리고 개선된 미용술을 위해 최소 횟수의 절개가 요망된다. 다른 실시예에서, 원격 조작 의료 시스템(10)은 환자 해부 구조에의 단일 절개 접근으로 또는 코, 입, 항문, 질(vagina) 등과 같은 자연적인 구멍을 통한 접근으로 사용될 수 있다.
- [0039] 전형적인 원격 조작 수술 동안, 외과의사가 수술 시스템, 영상 디바이스들, 및/또는 시스템과 연관된 다른 수술 기구들을 제어하기 위해 다양한 제어들을 물리적으로 조작하는 것이 종종 필요하다. 예를 들어, 외과의사는 디바이스를 안내하고 그에 영향을 미치기 위해 제어들을 물리적으로 조작하는 것에 의해 영상 디바이스의 시야를 조절할 필요가 있을 수 있다. 외과의사는, 수술 시스템에 로그인하기 위해, 내시경의 뷰 내에서 목표 수술 부위를 탐색하기 위해, 클램프(clamp)와 같은 수술 기구의 움직임을 조작하기 위해, 그리고/또는 시스템 설정 또는 디스플레이 설정을 조절하기 위해, 조이스틱 또는 마우스를 수동으로 제어하는 데 자신의 손을 사용하거나, 외과의사의 콘솔에서 풋 페달을 태핑(tap)하는 데 자신의 발을 사용할 수 있다. 종래의 방법들은 외과의사가

한쪽 손을 수술로부터 자유롭게 하는 것 또는 풋 페달을 태핑하기 위해 한쪽 발을 사용하는 것을 요구하고, 그 둘 다는 수술을 불필요하게 지연시키거나 방해할 수 있다. 예를 들어, 손 또는 발 동작이 외과의사의 시선 및 주의를 목표 수술 부위로부터 외과의사의 콘솔로 돌릴 수 있고, 이는 수술을 지연시키거나 방해할 수 있을 것이다. 요구된 수동 조절을 수행한 후에, 외과의사는 자신의 주의를 재집중하고 주시점을 목표 수술 부위에 재포커싱하는 데 부가 시간을 소비할 필요가 있을 수 있다.

[0040] 본원에 개시되는 실시예들은 한 명 이상의 사용자들(예컨대, 외과의사 및/또는 교관)이 수술 시스템과 인터페이스하는 방식을 향상시키기 위해 시선 검출을 이용한다. 사용자의 눈 시선(예컨대, 수술 콘솔, 디스플레이 시스템, 또는 다른 의료 또는 수술 시스템 컴포넌트에 상대적인 사용자의 눈 시선의 3D 위치)을 수술 시스템으로 보내지는 명령들로 변환하는 것에 의해, 본원에 개시되는 실시예들은 종래의 제어 방법에 의해 제공되는 것보다 원격 조작 의료 시스템(10)에 대한 보다 빠르고 보다 효율적인 제어를 가능하게 할 수 있다. 눈 추적 또는 눈 시선 추적은 POG(point-of-gaze: 주시점)(즉, 전형적으로 3D 공간에서 사용자가 쳐다보고 있는 곳), 또는 머리에 상대적인 눈의 움직임 중 어느 하나를 측정하는 프로세스이다. 환언하면, POG는 사람의 시선이 향해 있는 공간에서의 지점이며, 또한 각각의 눈의 망막(즉, 중심와(fovea))의 최고 시력 영역(highest acuity region)의 중심에 결상되는 공간에서의 지점으로도 정의되었다.

[0041] 도 2a는 영상 디스플레이(151)(예컨대, 도 1a의 영상 디스플레이 시스템(20)) 및 수술 부위(155)(예컨대, 환자(P)의 내부 해부 구조(interior anatomy)의 영역)에 상대적인 사용자(U)(예컨대, 외과의사(S) 또는 감독관)를 개략적으로 나타낸 것이다. 사용자(및 사용자의 양눈)은 사용자 3D 직교 좌표 기준 시스템(user 3D Cartesian coordinate reference system)(160)(즉, 사용자 프레임(user frame))에 존재한다. 단어의 이해의 편의 및 절약을 위해, 용어 "직교 좌표 기준 시스템"은 본 명세서의 나머지에서 간단히 "프레임(frame)"이라고 지칭될 것이다. 영상 디스플레이(151)는 2차원 또는 3차원 영상 프레임(image frame)(165)에 존재하고, 수술 부위는 수술 프레임(surgical frame)(170)에 존재한다. 각각의 프레임(160, 165, 170)은 다른 것들과 상이한 차원들 및 특성들을 포함한다. 사용자가 제1 프레임(160)에서의 자신의 시선을 제2 프레임(165)에서의 영상 디스플레이(165)에 상대적으로 이동시킬 때, 본원에 개시되는 실시예들은 그 눈 움직임을, 디스플레이의 프레임(165)에서 보이고 수술 부위의 프레임(170)에 존재하는 수술 기구를 포함하는 원격 조작 의료 시스템(10)에 그에 대응하여 영향을 미치기 위해, 제어 신호로 변환할 수 있다.

[0042] 일 양태에서, 눈 시선 추적 및 다른 눈 특성들의 관찰이 원격 조작 의료 시스템(10)과 통신하고 그리고/또는 그 전체의 거동에 영향을 미치기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 1a에 도시된 눈 추적 유닛(24)에 의해 관찰된 눈 특성들 및 통태가 (예컨대, 망막 스캔과 유사한 방식으로) 외과의사 인식 및 로그인을 위해 사용될 수 있다. 이 특징은 도 4a 및 도 4b와 관련하여 이하에서 더욱 상세히 기술된다. 어떤 경우에, 사용자의 눈 시선이 수술 부위 프레임(170)에서의 수술 기구들의 3D 위치들을 교정하고 원격 로봇 아암 운동학적 연쇄의 가능한 부정확성을 고려하는 데 사용될 수 있다. 어떤 경우에, 원격 조작 의료 시스템(10)은, 사용자의 시선이 영상 디스플레이 프레임(165) 쪽으로 또는 프레임(165) 내의 특정 관찰 위치로 향해 있지 않은 경우, 수술 프레임(170)에서의 수술 기구들의 움직임을 방지하도록(즉, 사용자를 로크 아웃(lock out)시키도록) 구성될 수 있다. 어떤 경우에, 원격 조작 의료 시스템(10)은, 사용자의 양눈이 눈 추적기들에 의해 검출되지 않는 경우, 수술 프레임(170)에서의 수술 기구들의 움직임을 방지하도록(즉, 사용자를 로크 아웃시키도록) 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 사용자 인터페이스(예컨대, 메뉴)가 영상 디스플레이 상에 보여지는 수술 부위의 영상 위에 오버레이될 수 있다. 사용자 프레임(160)에서의 사용자의 눈 시선은 영상 프레임(165)에서 영상 디스플레이(151) 상에 디스플레이되는 영상에서의 관찰 위치를 결정하는 데 사용될 수 있고, 결정된 관찰 위치에 대응하는 사용자 인터페이스의 사용자 선택가능 옵션들 중에서의 사용자의 선택을 식별해줄 수 있다. 어떤 경우에, 영상 디스플레이의 영상 프레임(165)에 상대적인 사용자의 시선의 3D 위치는 영상 디스플레이(151) 상의 디스플레이된 사용자 인터페이스의 깊이, 위치, 및 크기를 결정할 수 있다. 예를 들어, 사용자 인터페이스가 사용자의 시선의 현재 3D 위치에 가장 잘 대응하는 깊이, 위치, 및 크기로 자동으로 디스플레이될 수 있고, 그로써 사용자가 사용자 인터페이스와 상호작용하기 위해 자신의 양눈을 재포커싱할 필요를 최소화할 수 있다. 어떤 경우에, 사용자의 시선의 3D 위치는 양눈 사이의 관찰된 동태에 기초하여 사용자가 입체 영상을 보고 있는지를 정량화하는 데 사용될 수 있다. 어떤 경우에, 사용자의 시선의 3D 위치는 사용자가 디스플레이 전체를 볼 수 있도록(그리고 반대로 화면 전체에 걸쳐 사용자의 시선이 결정될 수 있도록) 입체 뷰어의 인간공학적 설정(ergonomic settings)(예컨대, 신장, 배향 등)을 조절하는 데, 또는 사용자의 시선의 중심을 화면의 가운데에 오도록 하는 데 사용될 수 있다.

[0043] 다른 양태에서, 비제한적인 예로서, 영상 디바이스 및/또는 에너지 전달 디바이스와 같은, 원격 조작 의료 시스

템(10)에 결합되어 있는 수술 프레임(170)에서의 개별 수술 기구들을 활성화, 비활성화, 그리고 다른 방식으로 제어하기 위해 실시간 눈 시선 추적이 사용될 수 있다. 예를 들어, 시스템(10)은, 프로세서가 영상 디스플레이 상의 영상에 상대적인 관찰 위치가 미리 결정된 길이의 시간 동안 수술 기구의 위치와 일치하는 것으로 결정하면, 수술 기구를 활성화시키도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 사용자가 시야를 정의하기 위해 영상 디바이스를 안내하고자 하는 곳을 정의하는 데 시선 검출이 사용될 수 있다. 본원에 개시되는 실시예들은, 사용자가 영상 디바이스의 위치 또는 시야각을 수동으로 변경할 필요 없이, 디스플레이 상에서의 사용자의 원하는 시야(예컨대, 목표 수술 부위)를 계속하여 유지하기 위해 영상 디바이스를 사용자의 눈 시선의 방향으로 자동으로 움직이도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 사용자의 눈 시선이 영상 디바이스의 뷰를 사용자의 눈 시선의 방향에 대응하도록 자동으로 중심에 오게 하는 데 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 사용자의 눈 시선이 기구를 하나의 모달리티로부터 다른 모달리티로 전환하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 한 경우에, 영상 디바이스의 동작 모드를 변경하기 위해(예컨대, 컬러 영상, 흑백 영상, 형광 영상, 초음파 영상, 및/또는 임의의 다른 영상 모달리티와 같은 영상 모드들 간에 전환하기 위해) 사용자의 눈 시선이 해석될 수 있다. 이와 유사하게, 다른 경우에, 사용자는 영상 디바이스의 동작 모드를 변경하기 위해(예컨대, 컬러 영상, 흑백 영상, 형광 영상, 초음파 영상, 및/또는 임의의 다른 영상 모달리티와 같은 영상 모드들 간에 전환하기 위해) 특정의 깜빡임 패턴 또는 다른 눈 움직임을 실행할 수 있다.

[0044] 다른 경우에, 시선 검출은 사용자가 수술 부위의 실시간 디스플레이된 영상에 라벨을 부착하거나 다른 방식으로 마킹하는 데 도움을 줄 수 있다. 외과의사는, 해부학적 관심 영역을 식별할 목적으로 수술 부위에 그리고/또는 디스플레이된 영상(150) 상에 가상 라벨을 부착하기 위해, 수술 부위에서의 3D 위치를 쳐다보고 2차 동작(secondary action)으로(예컨대, 비제한적인 예로서, 개별 버튼을 누르는 것, 연장된 시선을 유지하는 것, 또는 특정의 패턴으로 깜빡이는 것에 의해) 확인할 수 있다.

[0045] 다른 경우에, 특정의 수술 기구는 눈 추적 유닛이 외과의사의 눈 시선이 미리 결정된 길이의 시간 동안 그 특정의 기구에 포커싱되어 있다는 것을 확인할 때에만 활성화될 수 있다. 예를 들어, 원격 조작 의료 시스템(10)은 스테이플러 기구(stapler instrument)가 스테이플(staple)을 전달하도록 허용되기 전에 외과의사의 눈 시선이 명시된 기간 동안 스테이플러 기구 상에 포커싱되어 있을 것을 요구하도록 구성될 수 있다. 이것은 외과의사의 시야 내의 기구들의 의도적 활성화를 용이하게 하고, 시야를 벗어나 있던 그리고/또는 신경쓰고 있지 않았던 기구의 의도하지 않은 활성화를 방지할 수 있다. 외과의사의 눈 시선이 명시된 기간 동안 다른 곳으로 향해 있었을 때, 수술 기구가 비활성화될 수 있다. 다른 실시예에서, 특정의 수술 기구에 대한 제어는, 눈 추적 유닛이 제2 사용자의 눈 시선이 미리 결정된 길이의 시간 동안 그 특정의 기구에 포커싱되어 있거나 특정 방식으로 그 특정의 기구에 포커싱되어 있다는 것을 확인할 때, 제1 사용자로부터 제2 사용자로 넘어갈 수 있다. 이 실시예들 중 일부는 도 3c를 참조하여 이하에서 추가로 기술된다.

[0046] 다른 양태에서, 시술 동안 외과의사의 수련 또는 감독을 용이하게 하기 위해 실시간 눈 시선 추적이 사용될 수 있다. 한 경우에, 도 2d에 도시된 바와 같이, 원격 조작 의료 시스템(10)은 외과의사와 감독관을 위한 개별 수술 콘솔들 및 개별 눈 추적 유닛 세트들을 포함할 수 있고, 각각의 눈 추적 유닛 세트는 원격 조작 의료 시스템(10) 및/또는 수술 기구들의 조작에 영향을 미치기 위해 외과의사 또는 감독관 중 어느 하나의 눈 시선 움직임을 인식하고 전달하도록 구성된다. 예시적인 감독 또는 수련 방법이 도 3a 및 도 3b를 참조하여 이하에서 기술된다. 감독관(예컨대, 감독하는 외과의사)이 피드백 및 안내를 실시간으로 제공할 목적으로 보고 평가하기 위해 외과의사의 눈 시선의 3D 위치가 외부 3D 영상 디스플레이 상에 디스플레이될 수 있다. 이와 유사하게, 외과의사가 실시간으로 보고 안내받기 위해 감독관의 눈 시선의 3D 위치가 수술 콘솔 상의 외부 3D 영상 디스플레이 상에 디스플레이될 수 있다. 예를 들어, 원격 조작 의료 시스템(10)의 조작 동안(예컨대, 수련 동안 또는 실제 수술 동안), 외과의사가 수술 부위의 올바른 부분에 포커싱하고 있도록 보장하는 것이 바람직할 수 있다. 수술 콘솔 내의 영상 디스플레이 상에서 감독관의 시야의 3D 위치를 보는 것에 의해, 외과의사는(예컨대, 감독관이 수술 부위 내에서 어디를 쳐다보고 있는 것을 아는 것에 의해) 수술 부위 내에서 어디를 쳐다보아야 하는지를 알 수 있다. 어떤 경우에, 감독관의 눈 시선이, 비제한적인 예로서, 비전 카트(140), 수술 콘솔(120), 듀얼 또는 공유 콘솔, 터치스크린 디스플레이, 및/또는 태블릿 디바이스와 같은 원격 디바이스를 비롯한, 각종의 가능한 디바이스들 상의 영상 디스플레이로부터 포착될 수 있다.

[0047] 어떤 경우에, 외과의사의 영상 디스플레이가 감독관의 시선의 3D 위치를 반영하기 위해 실시간으로 변경될 수 있다. 일 실시예에서, 시스템(10)이 감독관이 수술 프레임(170) 내의 특정의 3D 위치에 대응하는 감독관의 영상 디스플레이의 특정의 영역을 쳐다보고 있다는 것을 검출할 때, 시스템(10)은 외과의사의 영상 디스플레이의 대응하는 영역(예컨대, 수술 프레임(170) 내의 동일한 3D 위치에 대응하는 외과의사의 영상 디스플레이 상의 영

역)을 하이라이트하거나 다른 방식으로 표시할 수 있다. 예를 들어, 외과의사의 영상 디스플레이(151)는 감독관의 시선의 3D 위치에 대응하는 영상 디스플레이의 영역들에서 선명해지거나(예컨대, 해상도를 증가시키거나) 보다 밝아질 수 있다. 부가의 또는 대안의 실시예에서, 외과의사의 영상 디스플레이는 감독관의 시선이 향해 있지 않는 3D 위치들에 대응하는 영상 디스플레이의 영역들에서 어둡해지거나 보다 흐릿해질 수 있다.

[0048] 다른 양태에서, 시술 동안 그리고/또는 시술 후에 외과의사의 수행을 평가하고 채점하기 위해 실시간 눈 시선 추적이 사용될 수 있다. 본원에 개시되는 눈 시선 추적 실시예들은, 눈 시선 고정(eye gaze fixation), 단속적 운동(saccade), 및/또는 눈 시선이 화면의 어느 영역을 차지하고 있는지(이들로 제한되지 않음)를 비롯한, 다양한 눈 특성들에 기초하여 원격 조작 의료 시스템(10)을 조작하는 외과의사의 숙련도 레벨을 측정하고 정량화하는 데 사용될 수 있다. 그에 부가하여, 외과의사의 눈 시선 동태 및/또는 동공 직경 변동을 실시간으로 추적하는 것은 외과의사의 상태(예컨대, 스트레스 레벨 및/또는 작업 부하)를 모니터링하는 데 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 시스템(10)은 눈 시선의 검출된 변화 또는 패턴에 기초하여 그 상태의 저하가 결정되면 경고를 제공하도록 구성될 수 있다. 이 특징은 도 4a 및 도 4b와 관련하여 이하에서 더욱 상세히 기술된다.

[0049] 도 2b는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른, 도 1a, 도 1b, 및 도 1c의 원격 조작 의료 시스템(10)에 의해 사용될 수 있는 눈 추적 유닛(200)을 일부 예를 나타낸 도면이다. 앞서 언급된 바와 같이, 눈 시선 추적 또는 눈 추적은 POG(예컨대, "사용자가 쳐다보고 있는 곳"), 또는 머리에 상대적인 눈의 움직임 중 어느 하나를 측정하는 프로세스이다. 이와 같이, 눈 추적 유닛(200)은 눈 위치 및 눈 움직임과 같은 사용자의 눈 특성들을 측정하기 위한 디바이스를 포함한다. 눈 움직임 및 시선 방향을 측정하기 위한 다수의 방법들이 있다. 일부 방법들은 비디오 영상 - 이로부터 눈 위치가 추출됨 - 을 사용하고, 다른 방법들은 탐색 코일(search coil)을 사용하거나 전기 안구도(electrooculogram)에 기초한다. 또 다른 방법에서, 적외선 광이 적외선 카메라 또는 검출기를 갖거나 그와 통신하는 디바이스에 의해 방출된다. 적외선 광이 사용자의 망막으로부터 다시 적외선 카메라 또는 검출기 상으로 반사되고, 반사된 적외선 광의 양은 방출기에 상대적인 사람의 시선의 방향에 기초한다. 반사된 적외선 광이 특정 양의 시간 동안 특정의 문턱값에 도달하면 3D 공간에서의 사용자의 주시점이 결정될 수 있다. 시선의 짧은 소멸(small lapse)은 깜빡임으로서 해석될 수 있고, 전형적으로 무시된다.

[0050] 도시된 실시예에서, 눈 추적 유닛(200)은 좌 및 우 접안경(125a 및 125b), 좌 및 우 영상 디스플레이(202a 및 202b), 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b), 및 프로세서(206)를 포함한다. 다른 실시예에서, 눈 추적 유닛(200)은 (예컨대, 좌안과 우안이 독립적인 영상 디스플레이(202a, 202b)를 가지고 있더라도) 좌안과 우안 둘 다를 동시에 추적하도록 구성되는 단일의 눈 추적기를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 눈 추적 유닛(200)은 눈 추적기가 주시점을 추적하도록 외과의사의 양눈을 조명하기 위해 반사 시스템 및/또는 광 방출기를 추가로 포함한다. 일부 실시예에서, 반사 시스템은 광 방출기로부터의 광을 외과의사의 양눈 내로 반사시키도록 그리고 외과의사의 양눈의 주시점을 눈 추적기 내로 반사시키도록 배열되어 있는 복수의 거울들을 포함할 수 있다. 입체 뷰어(126)의 다양한 실시예들에 대한 부가 상세는, 예를 들어, 2014년 3월 19일자로 출원된, 발명의 명칭이 "MEDICAL DEVICES, SYSTEMS, AND METHODS INTEGRATING EYE GAZE TRACKING FOR STEREO VIEWER"인 미국 가출원 제61/955,334호 - 참고로 그 전체가 본원에 포함됨 - 에서 찾아볼 수 있다.

[0051] 일부 실시예에서, 수술 동안 수술 부위의 영상들을 포착하기 위해 원격 조작 어셈블리(100)에 위치한 내시경(112)이 조작될 수 있고, 이 영상들이 좌 및 우 영상 디스플레이(202a 및 202b) 상에 보여진다. 내시경(112)에 의해 포착된 영상들은 이어서 좌 및 우 입체 영상을 발생시키기 위해 프로세서(206)에 의해 처리될 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세서(206)는, 예를 들어, 중앙 전자 데이터 처리 유닛(142)의 일부로서 비전 카트(140)에 위치될 수 있다. 대안적으로, 프로세서(206)는 원격 조작 어셈블리(100) 및/또는 외과의사의 콘솔(120)에 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 눈 추적 유닛(200)은 또한 시뮬레이션 모듈, 예컨대, da Vinci[®] Skills Simulator[™] 와 통합된 외과의사의 콘솔에서 사용될 수 있고, 여기서 가상 영상들이 좌 및 우 영상 디스플레이(202a 및 202b) 상에 보여질 수 있다.

[0052] 도 2b를 참조하면, 발생된 좌 및 우 입체 영상은, 각각, 좌 및 우 영상 디스플레이(202a 및 202b) 상에 보여질 수 있다. 좌 및 우 접안경(125a 및 125b)은 렌즈를 포함하고, 외과의사는 외과의사의 좌안과 우안으로, 각각, 좌 및 우 접안경(125a 및 125b)을 통해 좌 및 우 영상 디스플레이(202a 및 202b)를 볼 수 있다. 수술 부위의 3D 입체 영상이 눈 추적 유닛(200)을 통해 외과의사에 의해 인지될 수 있다. 일부 실시예에서, 상이한 사용자들의 상이한 동공간 거리(interpupillary distance)를 참작하기 위해 좌 접안경(125a)과 우 접안경(125b) 사이의 거리가 조절가능하다. 일부 실시예에서, 좌 및 우 접안경(125a 및 125b)은, 각각, 외과의사의 좌 및 우 시력의 요구에 기초하여 독립적으로 조절될 수 있다. 좌안 및 우안 영상 디스플레이는 2D 또는 3D 디스플레이 화

면일 수 있다. 일부 실시예에서, 좌안 및 우안 영상 디스플레이는 LCD(liquid crystal display) 화면이다.

[0053] 도 2b를 여전히 참조하면, 좌 눈 추적기(204a)는 외과의사의 좌안의 주시점을 추적하는 데 사용될 수 있고, 우 눈 추적기(204b)는 외과의사의 우안의 주시점을 추적하는 데 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 눈 추적 유닛(200)은 또한, 외과의사의 좌안과 우안의 주시점이, 각각, 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)에 의해 포착될 수 있도록, 외과의사의 양눈을 조명하기 위해 광을 방출할 수 있는 광 방출기를 포함할 수 있다. 광 방출기는 좌안 및/또는 우 눈 추적기(204a 및 204b)와 서로 통합될 수 있거나 그렇지 않을 수 있다. 일부 실시예에서, 광 방출기는, IR LED(infrared light emitting diode)와 같은, IR(infrared) 광 방출기일 수 있다. 일부 실시예에서, 좌 및 우 접안경(125a 및 125b)은 광 방출기 및/또는 좌안 및 우안 영상 디스플레이(202a 및 202b)로부터의 광의 반사를 최소화하고 투과를 최대화하도록 구성되는 적당한 광학 코팅을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)는 입체 카메라를 포함한다. 일부 실시예에서, 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)는 CCD(Charged Coupled Device) 카메라이다. 일부 실시예에서, 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)는 IR 광에 민감하고 IR 광 방출기로부터 방출된 IR 광을 포착할 수 있는 IR(infrared) 카메라이다. 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)는 입체 영상 뷰어 시스템(126)에 위치될 수 있고, 좌 및 우 영상 디스플레이(202a 및 202b)의 베이스에 장착될 수 있다. 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)와 좌 및 우 영상 디스플레이(202a 및 202b)는, 미국 가출원 제61/955,334호에서 논의된 바와 같이, 임의의 적당한 배열로 배열될 수 있다.

[0054] 일부 실시예에서, 프로세서(206)는 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)에 결합되고, 영상 디스플레이(151)의 영상 프레임(165)과 관련한 외과의사의 주시점의 3D 위치를 계산하고 그 3D 위치를 수술 부위(155)의 수술 프레임(170)에서의 대응하는 3D 위치로 변환하도록(도 2a에 도시됨) 구성되어 있다. 예를 들어, 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)에 의해 포착된 주시점이 정정(rectify)될 수 있고, 외과의사의 좌안과 우안의 주시점 사이의 시차(disparity)가 결정될 수 있다. 외과의사의 주시점의 3D 위치가 이어서 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b) 사이의 거리, 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b) 각각의 초점 거리에 관련된 파라미터들, 및 결정된 시차를 사용하여 계산될 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세서(206)는 외과의사의 콘솔(120)에 있는 눈 추적 영상 시스템(200)에 포함되어 있다. 일부 실시예에서, 프로세서(206)는, 예를 들어, 중앙 전자 데이터 처리 유닛(142)의 일부로서, 도 1d에 도시된 비전 카트(140)에 포함되어 있다. 일부 실시예에서, 프로세서는 제어 시스템(22)의 일부이다. 일부 실시예에서, 프로세서(206)는 또한 3D 주시점 측정, 위치 맞춤(registration), 및 교정 데이터를 저장하기 위해 메모리에 결합될 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세서(206)는 외과의사의 주시점의 2D 위치를 계산하는 데 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사의 주시점의 계산된 2D 또는 3D 위치는, 외과의사의 주시점의 변화를 보여주는 점, 깃발, 또는 벡터와 같은, 각종의 적당한 표현들 중 임의의 것으로 디스플레이될 수 있고, 외과의사의 주시점이 좌 및 우 영상 디스플레이(202a 및 202b) 상에 수술 부위(155)의 영상과 결합하여 디스플레이될 수 있다.

[0055] 일부 실시예에서, 수술 동안 외과의사의 머리/얼굴 움직임이 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)를 사용하여 추적될 수 있다. 2D 또는 3D 주시점 위치에 위치될 수 있는 계산된 관찰 위치가 외과의사의 추적된 머리/얼굴 움직임에 기초하여 추가로 조절되거나 보상될 수 있다. 머리/얼굴 움직임 추적 및 보상의 프로세스에 관한 부가상세는, 예를 들어, 미국 가출원 제61/955,334호에서 그리고 발명의 명칭이 "ENDOSCOPE CONTROL SYSTEM"인 미국 출원 제61/865,996호 - 이는 참고로 그 전체가 본원에 포함됨 - 에서 찾아볼 수 있다.

[0056] 눈 추적 유닛(200)은 영상 디스플레이 또는 도 2b에 도시된 바와 같은 주시점 디스플레이(210)에 결합될 수 있다. 일부 실시예에서, 주시점 디스플레이(210)는 3D 주시점 디스플레이이다. 일부 실시예에서, 주시점 디스플레이(210)는 도 2a에 도시된 영상 디스플레이(151)와 동일하다. 외과의사의 주시점의 발생된 2D 또는 3D 위치는, 외과의사의 주시점의 변화를 보여주는 점, 깃발, 또는 벡터와 같은, 임의의 적당한 표현으로서 주시점 디스플레이(210)에 출력될 수 있다. 수술 부위(155)의 영상이 외과의사의 주시점의 3D 위치와 결합하여 주시점 디스플레이(210) 상에 디스플레이될 수 있다. 일부 실시예에서, 주시점 디스플레이(210)는 외부 3D 영상 디스플레이일 수 있다. 예를 들어, 주시점 디스플레이(210)는 도 1d에 도시된 비전 카트(140)에 위치되는 3D 터치 스크린 모니터(146)일 수 있다. 일부 예에서, 주시점 디스플레이(210)는 도 1b에 도시된 원격 조작 어셈블리(100) 상에 장착될 수 있다. 일부 예에서, 주시점 디스플레이(210)는, 태블릿과 같은, 휴대용 디스플레이 디바이스일 수 있다. 어떤 경우에, 주시점 디스플레이(210)가 다수의 디스플레이 화면들 또는 디바이스들 상에 동시에 제시될 수 있다.

[0057] 이와 같이, 눈 추적 유닛(200)은 영상을 사용자에게 디스플레이하도록 구성되는 주시점 디스플레이(210), 사용자의 주시점을 반영하는 데이터를 측정하도록 구성되는 적어도 하나의 눈 추적기, 및 사용자의 주시점이 향해 있는 주시점 디스플레이(210) 상의 영상에서의 관찰 위치를 결정하기 위해 그리고 결정된 관찰 위치에 기초하여

원격 조작 의료 시스템(10)의 적어도 하나의 기능을 제어하기 위해 데이터를 처리하도록 구성되는 프로세서(206)를 포함한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 눈 추적 유닛(200)의 프로세서(206)는 적어도 하나의 수술 기구의 움직임 및 에너지 방출을 제어하도록 구성되는 기구 제어 유닛(212)에 결합될 수 있다. 기구 제어 유닛(212)은 제어 시스템(22)의 컴포넌트일 수 있다. 기구 제어 유닛(212)은 개별 프로세서 및 하나 이상의 수술 기구들의 기능들을 제어하는 하나 이상의 액추에이터들을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 기구 제어 유닛(212)은 하나 이상의 수술 기구들의 활성화, 비활성화, 및 움직임을 제어하도록 구성된다. 일부 실시예에서, 기구 제어 유닛(212)의 프로세서는 하나 이상의 모터들에 제어 신호들을 제공한다. 예를 들어, 일 실시예에서, 하나 이상의 모터들은 스테이플러와 같은 수술 기구를 해제(release)하거나 발사(fire)하도록 구성되는 발사 모터(firing motor)를 포함할 수 있다.

[0058] 일부 실시예에서, 눈 추적 유닛(200)의 프로세서(206)는 원격 조작 의료 시스템(100)의 다양한 시스템 파라미터들 및 특성들을 조절하도록 구성되는 시스템 제어 유닛(214)에 결합될 수 있다. 시스템 제어 유닛(214)은 제어 시스템(22)의 컴포넌트일 수 있다. 시스템 제어 유닛(214)은 하나 이상의 개별 프로세서들을 포함할 수 있다. 시스템 제어 유닛(214)은 외과의사와 원격 조작 의료 시스템(100) 사이의 상호작용을 제공하는 하나 이상의 사용자 인터페이스들을 포함할 수 있다. 일부 예에서, 사용자 인터페이스는 외과의사의 콘솔, 디스플레이, 키보드, 터치스크린, 또는 다른 적당한 입력 디바이스들을 포함한다. 사용자 인터페이스는 또한 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션들을 포함할 수 있다.

[0059] 도 2c는 원격 조작 의료 시스템(100) 및/또는 임의의 연관된 수술 기구들을 제어하고 그에 영향을 미치기 위해 눈 추적 유닛(200)을 사용하는 예시적인 방법을 기술하는 플로우차트(215)를 나타낸 것이다. 본 명세서에 기술되는 방법 단계들 중 임의의 방법 단계는, 적어도 부분적으로, 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행될 수 있는 비일시적, 유형적 머신 판독가능 매체 상에 저장된 실행가능 코드의 형태로 구현될 수 있다. 단계(216)에서, 도 2a에 도시된 사용자 프레임(160)에 있는, 사용자(U)는, 영상 프레임(165)에 있는, 영상 디스플레이(151) 상에 보여지는 영상에서의 특성의 관찰 위치(즉, 3D 위치)를 주시한다. 단계(218)에서, 눈 추적 유닛(200)의 좌 및 우 눈 추적기(204a, 204b)는 사용자(U)의 눈 특성(예컨대, 눈 시선을 반영하는 특성)을 관찰하고 측정한다. 일부 실시예에서, 눈 추적기(204a, 204b)는 영상 프레임(165)에 상대적인 사용자의 각각의 눈의 눈 시선을 측정한다. 단계(220)에서, 프로세서(206)는 사용자의 양눈이 향해 있는 (영상 프레임(165) 내에서의) 영상 디스플레이(151) 상의 영상에서의 3D 관찰 위치를 결정하기 위해 눈 추적기(204a, 204b)로부터의 측정된 눈 시선 데이터를 사용한다. 일부 실시예에서, 프로세서(206)는 양눈으로부터의 반사로부터 눈 추적기(204a, 204b)에 의해 수광되는 광의 입사각을 추적하는 것에 의해 관찰된 위치를 결정할 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세서(206)는 처음에 사용자가 영상 디스플레이(151) 상의 알려진 위치들에 디스플레이되는 목표 표식을 볼 때 기준 입사각(baseline incident angle)을 결정하기 위해 교정 프로세스(예컨대, 도 3a에 기술되는 교정 프로세스(302))를 수행하고, 검출된 각도와 영상 디스플레이(151) 상에서의 관찰된 위치 사이의 기능적 관계를 발생시킬 수 있다. 프로세서(206)는 이어서 사용자가 영상 디스플레이(151) 상의 다른 위치를 볼 때 입사각을 추적하고, 발생된 기능적 관계를 대응하는 관찰된 위치를 결정(예컨대, 교정된 각도 및 위치로부터 외삽)하는 데 사용할 수 있다.

[0060] 단계(222)에서, 프로세서(206)는 사용자가 영상 디스플레이(151) 상의 디스플레이된 표식들 중 하나(예컨대, 메뉴 옵션)를 그 표식의 선택을 위한 정의된 조건(예컨대, 표식이 관찰 위치에 있는 것 및/또는 미리 결정된 지속 기간 동안 관찰 위치에 있는 것)을 충족시키는 방식으로 보고 있는지를 결정한다. 그러한 경우, 단계(224)에서, 사용자가 표식을 선택하는 것은 프로세서(206)로 하여금 디스플레이된 표식에 대응하는 기능을 개시하게 한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 사용자의 시선은 원격 조작 의료 시스템(100)에의 로그인, 또는 영상 디스플레이(151)의 조명, 또는 다양한 다른 시스템 설정과 연관된 표식의 선택을 나타낼 수 있다.

[0061] 그렇지 않은 경우, 단계(226)에서, 프로세서(206)는 영상 프레임(165)에서의 보여진 3D 위치를 수술 프레임(170)에서의 수술 부위(155) 내의 대응하는 3D 위치에 서로 위치 맞춤(co-register)시킨다. 단계(228)에서, 프로세서는 사용자가 영상 디바이스 또는 영상 디스플레이(151) 상에 보이는 수술 부위에 있는 다른 수술 기구를 조작하기 위한 정의된 조건을 충족시키는 방식으로 수술 부위를 보고 있는지를 결정한다. 그러한 경우, 단계(230)에서, 사용자가 수술 부위의 특성의 영역 또는 수술 부위 내의 특성의 기구를 주시하는 것은 프로세서(206)로 하여금 사용자의 시선의 특성에 대응하는 방식으로 관련 기구에 영향을 미치게 한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 앞서 언급된 바와 같이, 사용자가 수술 부위(155)의 특성의 영역을 주시하면, 영상 디바이스는 사용자의 시선을 "따라가고" (예컨대, 영상 디바이스의 시야의 중앙을 사용자의 주시점에 위치시키기 위해) 영상 디바이스의 시야의 중앙을 재설정한다. 다른 실시예에서, 사용자가 특성의 수술 기구를 미리 정의된 길이의 시간 동안 주시하면, 수술 기구가 자동으로 또는 제2 사용자 이벤트에 의해(예컨대, 페달 누름, 풋 스위치(foot

switch), 손가락 스위치(finger switch) 등을 통해) 활성화될 수 있다. 그렇지 않은 경우, 단계(232)에서, 눈 추적기들은 가능한 지시들이 있는지 사용자의 시선을 계속하여 평가한다.

[0062] 일부 구현에서, 도 2d에 도시된 바와 같이, 2 명의 사용자가 동시에 수술 부위에 있는 도구들을 보고 제어할 수 있도록 2개 이상의 외과의사의 콘솔들(120)(동일 위치에 배치되거나 서로로부터 멀리 떨어져 있음)이 서로 네트워크로 연결될 수 있다. 일부 실시예에서, 2개의 상이한 외과의사의 콘솔들(120)은, 각각의 사용자가 2개의 개별적인 눈 추적 유닛들(200)(예컨대, 각각의 콘솔(120) 상의 하나의 눈 추적 유닛(200))로부터 획득된 눈 시선 데이터를 디스플레이하는 개별 입체 영상을 볼 수 있도록, 수련 프로세스 동안 감독관과 수련생에 의해 사용될 수 있다. 도 2c는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른, 수련생의 눈 추적 유닛(240)에 결합된 감독관의 눈 추적 유닛(200)을 포함하는 수련/감독 시스템을 나타낸 것이다. 수련생의 눈 추적 유닛(240)은 감독관의 눈 추적 유닛(200)과 실질적으로 동일한 설계 및 기능을 가질 수 있다. 도 2d에 도시된 바와 같이, 감독관의 눈 추적 유닛(200)의 프로세서(206)는 수련생의 눈 추적 유닛(240)의 좌 및 우 영상 디스플레이(244a 및 244b)에 결합되어 있다. 이와 유사하게, 수련생의 눈 추적 유닛(240)의 프로세서(248)는 감독관의 눈 추적 유닛(200)의 좌 및 우 영상 디스플레이(204a 및 204b)에 결합되어 있다. 이와 같이, 감독관의 주시점 디스플레이가 수련생에게 디스플레이될 수 있고, 감독관의 주시점 디스플레이가 감독관에게 디스플레이될 수 있다.

[0063] 예를 들어, 일부 실시예에서, 수련생이 시술 동안 실시간으로 감독관의 주시점을 직접 볼 수 있도록 감독관의 3D 눈 주시점이 수련생의 눈 추적 유닛(240)의 3D 주시점 디스플레이(250) 상에 보여질 수 있다. 일부 실시예에서, 수련생이 감독관의 주시점을 따라갈 시각적 안내로서 사용하여 수술을 완료하기 위해 실시간으로 도움을 받을 수 있도록, 감독관의 3D 눈 주시점이 수련생의 눈 추적 유닛(240)의 좌 및 우 영상 디스플레이(244a 및 244b) 상에 입체 영상으로서 보여질 수 있다. 일부 실시예에서, 수련 프로세스 동안, 외과의사의 수행이 감독관에 의해 실시간으로 모니터링되고 평가될 수 있도록, 수련생의 3D 주시점이 디스플레이(210) 또는 감독관의 눈 추적 유닛(200)의 좌 및 우 영상 디스플레이(202a 및 202b) 상에 보여질 수 있다. 다른 실시예에서, 감독관 주시점과 수련생 주시점 둘 다가 감독관 디스플레이 및 수련생 디스플레이 중 하나 또는 둘 다에 보여질 수 있음으로써, 한 명의 사용자 또는 양쪽 사용자가 그들의 주시점 사이의 임의의 시차를 볼 수 있게 한다. 이러한 방식으로, 감독관은 적시의 지시를 수련생에게 제공할 수 있고, 따라서 수련생은 올바른 수술 부위에 실시간으로 포커싱할 수 있고 잘못된 동작들을 피할 수 있다.

[0064] 일부 실시예에서, 내시경(112) 및/또는 다른 수술 기구들(110)의 제어가 감독관과 수련생 간에 전환될 수 있다. 대안적으로, 내시경(112) 및/또는 다른 수술 기구들(110)이 감독관과 수련생 둘 다에 의해 동시에 조작될 수 있다. 도 2d에서, 프로세서(206 및 248)가 눈 추적 유닛(200 및 240)에 개별적으로 포함되어 있지만, 본 기술 분야의 통상의 기술자라면 다른 변형들을 잘 알 것이다. 예를 들어, 수련/감독 시스템은 양쪽 사용자의 눈 추적 유닛들을 위한 하나의 프로세서를 포함할 수 있다.

[0065] 도 3a는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른, 도 2b의 눈 추적 유닛(200)을 사용하여 영상 프레임에서의 외과의사의 관찰 위치를 결정하는 방법(300)을 나타낸 것이다. 외과의사의 관찰 위치는 기술되는 바와 같은 3D 주시점일 수 있다. 그렇지만, 대안의 실시예에서, 2D 주시점이 사용될 수 있다. 방법(300)은 3 개의 프로세스 - 교정 프로세스(302), 측정 프로세스(304), 및 출력 프로세스(306) - 를 포함한다. 일부 실시예에서, 교정 프로세스(302)는, 영상 프레임의 3D 공간에서의 외과의사의 주시점이 알려진 3D 위치 파라미터들을 갖는 영상 프레임의 3D 공간에서의 미리 결정된 목표물과 비교되는, 3D 교정 프로세스이다.

[0066] 교정 프로세스(302)는 영상 프레임에서의 목표물을 보여주는 단계(312)로부터 시작된다. 일부 예에서, 목표물은 수술 도구 아이콘일 수 있다. 목표물은 움직이는 목표물, 또는 크기를 동적으로 변화시킬 수 있는 목표물일 수 있다. 대안적으로, 목표물은 또한 수술 부위에 있는 실제 수술 도구일 수 있고, 그의 위치는 임의의 적당한 도구 추적 기술을 사용하여 추적되고 식별될 수 있다. 예를 들어, 교정 프로세스(302)는 2005년 5월 16일자로 출원된, 발명의 명칭이 "Methods and system for performing 3D tool tracking by fusion of sensor and/or camera derived data during minimally invasive robotic surgery"인 미국 특허 공보 제2006/0258938호 - 이는 참고로 그 전체가 본원에 포함됨 - 에 개시된 특징들을 포함할 수 있다. 3D 영상 프레임에 보여지는 목표물의 영상이 좌 및 우 입체 영상으로 분리되고, 도 2b에 도시된 좌 및 우 영상 디스플레이(202a 및 202b) 상에, 각각, 디스플레이될 수 있다. 교정 프로세스 동안, 이하의 단계들에서 다양한 모델들을 결정하기 위해, 측정된 데이터가 목표물의 알려진 위치 파라미터들과 비교될 수 있도록, 목표물의 3D 위치가 미리 결정된다 - 예를 들어, 3D 영상 프레임에서 알려진 3D 위치 파라미터들을 가짐 -.

[0067] 도시된 실시예에서, 교정 프로세스(302)는 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)에 의해, 각각, 포착되는 좌안과

우안의 동공의 2D 위치 및 2D 각막 반사 데이터를 수신하는 단계(314)로 진행한다. 일부 실시예에서, 동공의 2D 위치 및 2D 각막 반사 데이터는 좌표 값, 변위, 및/또는 각도를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사의 머리/얼굴 움직임이 또한 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)에 의해 포착될 수 있다.

[0068] 교정 프로세스(304)는 외과의사의 좌안과 우안의 동공의 2D 위치 및 2D 각막 반사 데이터를 사용하여 외과의사의 동공의 위치 및 각막 반사 데이터를 결정하는 단계(316)로 진행한다. 일부 실시예에서, 좌 및 우 눈 추적기는 입체 카메라를 포함하고, 동공의 2D 위치 및 2D 각막 반사 데이터를 포함하는 입체 영상이 포착되고, 2개의 입체 영상 간의 시차를 계산하기 위해, 프로세서(206)에 의해 처리될 수 있다. 일부 실시예에서, 결정된 위치 데이터는 외과의사의 동공의 2D 위치 및 2D 각막 반사 데이터를 포함할 수 있다. 각각의 눈의 결정된 2D 위치 데이터는 이어서 외과의사의 3D 눈 시선 위치를 추정하기 위해 결합될 수 있다. 일부 실시예에서, 결정된 위치 데이터는 동공의 3D 위치 및 3D 각막 반사 데이터를 포함할 수 있다. 외과의사의 동공 및 각막 반사의 깊이를 비롯한 3D 데이터가 시차를 사용하여 추정될 수 있다. 예를 들어, 외과의사의 좌안의 3D 데이터가 좌 눈 추적기들(204a) 사이의 거리, 좌 눈 추적기들(204a) 각각의 초점 거리에 관련된 파라미터들, 및 계산된 시차를 사용하여 계산될 수 있다. 시차-깊이 변환 맵은 교정 프로세스 동안 이 방법을 사용하여 획득될 수 있다. 일부 실시예에서, 동공의 위치 및 각막 반사 데이터가 포착된 머리/얼굴 움직임에 대해 보상될 수 있다.

[0069] 교정 프로세스(302)의 단계(318)에서, 주시점 결정 모델을 결정하기 위해 동공의 결정된 3D 위치 및 3D 각막 반사 데이터가 미리 결정된 목표물의 미리 결정된 3D 위치 파라미터들과 비교된다. 일부 실시예에서, 주시점 결정 모델은 동공의 결정된 위치 및 각막 반사 데이터를 사용하여 3D 눈 시선 위치를 매핑하는 데 사용될 수 있는 함수를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 복수의 교정 목표물들이 교정 프로세스를 위해 사용되고, 함수에서의 파라미터들이 교정 프로세스로부터 수집된 동공의 위치 및 각막 반사 데이터를 사용하여 결정될 수 있다. 일부 예에서, 최소 제곱 최적화(least squares optimization), 또는 최대 우도 추정(maximum likelihood estimation)과 같은 방법들이 함수의 파라미터들을 결정하는 데 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 주시점 결정 모델은 또한 동공의 3D 위치 및 3D 각막 반사 데이터로부터 3D 공간에서의 좌표 시스템에서의 목표물의 3D 위치로의 변환을 나타내는 행렬을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 주시점 결정 모델이 프로세서(206)에 결합된 메모리에 저장될 수 있다. 동공의 3D 위치 및 3D 각막 반사 데이터를 어떻게 결정하는지에 관한 부가 상세 및 주시점 결정 모델에 관련된 상세는, 예를 들어, 2014년 3월 19일자로 출원된 미국 가출원 제61/955,334호 - 이는 참고로 그 전체가 본원에 포함됨 - 에서 찾아볼 수 있다.

[0070] 일부 실시예에서, 교정 프로세스(302)가 여러 번 반복될 수 있고, 따라서 주시점 결정 모델의 정확도가 미리 결정된 시스템 요구사항을 충족시키도록 개선될 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 주시점 결정 모델이 형성된 후에, 제1 주시점 결정 모델의 정확도를 추정하기 위해 실제 목표물이 사용될 수 있다. 예를 들어, 실제 목표물을 사용하여 매핑 최적화를 재실행함으로써, 제1 주시점 결정 모델이 제2 주시점 결정 모델을 형성하기 위해 업데이트될 수 있다. 보다 정확한 주시점 결정 모델이 형성될 수 있도록, 제1 모델과 제2 모델 간에 정확도가 비교되고 평가된다.

[0071] 교정 프로세스(302)가 완료된 후에, 방법(300)은 측정 프로세스(304)로 진행한다. 측정 프로세스(304)는 수술 또는 수련 프로세스 동안 내시경(112)이 수술 부위의 영상을 포착하고 있을 때 수행될 수 있다.

[0072] 측정 프로세스(304)는 외과의사가 좌 및 우 영상 디스플레이(202a 및 202b) 상에 디스플레이된 수술 부위를 쳐다보고 있을 때 외과의사의 좌안과 우안에 대한 동공의 2D 위치 및 2D 각막 반사 데이터를 수신하는 단계(320)에서 시작된다. 수술 부위의 영상은 내시경(112)에 의해 포착되고, 처리되며 좌 및 우 영상 디스플레이(202a 및 202b) 상에, 각각, 디스플레이되는 좌 및 우 입체 영상으로 분리될 수 있다. 외과의사의 좌안과 우안의 동공의 2D 위치 및 2D 각막 반사 데이터는 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)에 의해, 각각, 포착된다. 일부 실시예에서, 외과의사의 머리/얼굴 움직임이 또한 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)에 의해 포착될 수 있다.

[0073] 측정 프로세스(304)는 교정 프로세스(302) 동안 획득된 주시점 결정 모델을 사용하여 외과의사의 3D 주시점 위치를 결정하는 단계(322)로 진행한다. 방법(300)의 단계(316)과 관련하여 이전에 논의된 것과 실질적으로 유사한 방법을 사용하여, 동공의 3D 위치 및 3D 각막 반사 데이터가 먼저 동공의 2D 위치 및 2D 각막 반사 데이터를 사용하여 결정될 수 있다. 일부 실시예에서, 단계(320)에서 포착된 머리/얼굴 움직임이 또한 동공의 위치 및 각막 반사 데이터 또는 외과의사의 3D 주시점을 보상하는 데 사용될 수 있다. 일부 예에서, 교정 프로세스(302) 동안, 외과의사가 자신의 동공을 사용하여 교정 목표물에 포커싱하고 자신의 머리를 돌리는 동안 외과의사의 양눈의 코너가 추적될 수 있다. 교정 프로세스 동안 머리/얼굴 움직임과 눈 코너의 추적된 움직임 사이의 함수가 형성될 수 있다. 측정 프로세스(304) 동안, 눈 코너의 움직임이 또한 추적될 수 있고, 외과의사의 머리

/얼굴 움직임이 교정 프로세스(302)로부터 형성된 함수를 사용하여 추정될 수 있다. 동공의 3D 위치 및 3D 각막 반사 데이터가 이어서 단계(318)에서 획득된 주시점 결정 모델을 사용하여 프로세서(206)에 의해 외과의사의 3D 주시점 위치로 변환될 수 있다.

[0074] 출력 프로세스(306)의 단계(324)에서, 결정된 3D 주시점 위치가 도 2b에 도시된 주시점 디스플레이(210) 상에 보여질 수 있다. 3D 주시점 위치는 점, 선, 벡터, 화살표, 및 반투명 원(이들로 제한되지 않음)과 같은, 각종의 적당한 표현들 중 임의의 것으로 표현될 수 있다. 일부 실시예에서, 수련 중인 외과의사가 감독관의 주시점을 직접 볼 수 있도록, 감독관의 3D 눈 주시점(예컨대, 감독관의 눈 추적 유닛(200)의 프로세서(206)에 의해 결정됨)이 외과의사의 눈 추적 유닛(240)의 3D 주시점 디스플레이(250)(도 2d에 도시됨) 상에 보여질 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사가 감독관의 주시점을 직관적으로 사용하여 수술을 완료하기 위해 안내받을 수 있도록, 감독관의 3D 눈 주시점이 외과의사의 눈 추적 유닛(240)의 좌 및 우 영상 디스플레이(244a 및 244b) 상에 보여질 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사의 주시점이 수술 동안 실시간으로 감독관에 의해 모니터링될 수 있도록, 외과의사의 3D 눈 주시점(예컨대, 외과의사의 눈 추적 유닛(240)의 프로세서(248)에 의해 결정됨)이 감독관의 눈 추적 유닛(200)의 디스플레이(210) 상에 보여질 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이 원격 조작 의료 시스템(10)에 의해 측정된 주시점이 다양한 응용 분야에서 사용될 수 있다.

[0075] 도 3b는 도 2d의 듀얼 눈 추적 유닛(200 및 240)을 사용하는 수련/감독 방법(340)을 나타낸 것이다. 방법(340)은 수술 동안 제2 사용자가 3D 주시점 디스플레이 상에서 제1 사용자의 3D 주시점을 모니터링하는 단계(342)로부터 시작된다. 제1 사용자의 3D 주시점은, 도 3a에 도시된 방법(300)에 예시된 바와 같이, 제1 눈 추적 유닛(예컨대, 눈 추적 유닛(200))을 사용하여 결정될 수 있다. 결정된 3D 주시점이 제2 사용자에게 의해 모니터링되고 평가되기 위해 제2 눈 추적 유닛(예컨대, 눈 추적 유닛(240))의 3D 주시점 디스플레이(예컨대, 영상 디스플레이(244) 또는 주시점 디스플레이(250)) 상에 디스플레이될 수 있다. 방법(340)은 제2 사용자가 지시를 제1 사용자로 송신하는 단계(344)로 진행한다. 일부 실시예에서, 제1 사용자는 외과의사일 수 있고, 제2 사용자는 수술 동안 외과의사를 수련시키는 감독관일 수 있다. 예를 들어, 한 경우에, 감독관이 외과의사가 수술 부위 내의 목표 영역과 상이한 수술 부위 내의 영역을 쳐다보고 있다는 것 또는 외과의사가 잘못된 수술 기구를 선택했다는 것을 알아챌 때, 감독관은 외과의사의 행동 및/또는 관점을 실시간으로 정정하기 위해 지시를 외과의사로 송신할 수 있다. 예를 들어, 감독관은 눈 시선 활성화 방식 메뉴 선택, 버튼을 손으로 누르는 것, 또는 감독관의 콘솔 상의 풋 페달을 태핑하는 것에 의해 외과의사에 지시할 수 있다. 한 경우에, 감독관의 지시는 외과의사를 올바른 접근법으로 안내하기 위해 각종의 방식들 중 임의의 방식으로 외과의사의 영상 디스플레이 상에 나타난다. 일 실시예에서, 외과의사의 영상 디스플레이(예컨대, 눈 추적 유닛(200)의 좌 및 우 영상 디스플레이(202a 및 202b))가 어렵게 될 수 있다. 다른 실시예에서, 외과의사의 영상 디스플레이의 주시점 영역은 외과의사가 임의의 잘못된 수술을 계속하지 못하도록 경고하기 위해 시각적(예컨대, 적색을 깜빡거리는 것), 청각적(예컨대, 버저를 울리는 것), 또는 촉각적(예컨대, 수동 제어의 일부를 진동시키는 것) 경고를 제공할 수 있다. 일부 실시예에서, 감독관은 또한 텔레스트레이터(telestrator) 또는 터치 스크린 상의 비디오 마커(video marker) 또는 외과의사의 콘솔 또는 별개의 콘솔 상의 3D 포인터(3D pointer)를 사용하여 지시를 송신할 수 있다.

[0076] 앞서 기술된 바와 같이, 일부 실시예에서, 외과의사는 수술 부위를 라벨링하고 찾아내기 위해 외과의사의 3D 주시점을 사용할 수 있다. 예를 들어, 외과의사가 해부 구조에서의 위치를 라벨링하고자 할 때, 눈 추적 유닛(200)이 방법(300)을 사용하여 외과의사의 3D 주시점을 포착하고 3D 좌표 값을 결정하도록, 외과의사는 그 위치를 응시할 수 있다. 이어서, 외과의사는, 깃발과 같은 아이콘을 사용하여 영상 디스플레이 상의 현재 주시점에 있는 위치를 라벨링하기 위해, 추가로 외과의사의 콘솔(120) 상의 버튼을 누르거나, 풋 페달(128)을 태핑할 수 있다. 내시경(112)이 해부 환경에서 다른 사분역에 포커싱할 때, 라벨링된 3D 위치가 후속하는 카메라 움직임에 대해 또는 라벨링된 위치를 유지하기 위해 외부 위치 센서로부터 참조되는 것에 의해 보상될 수 있다. 라벨링된 위치가 외과의사가 원하는 수술 부위를 효율적으로 그리고 효과적으로 식별하는 데 도움을 줄 수 있는 참조 위치로서 사용될 수 있다.

[0077] 도 3a에 도시된 방법(300)과 관련하여, 일부 실시예에서, 눈 추적 유닛(200)에 의해 포착된 3D 주시점 위치는, 외과의사의 3D 주시점이 시야의 중앙에 있도록, 내시경(112)을 조절하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 외과의사의 3D 주시점이 수술 부위인 것으로 확인될 때, 외과의사는, 예를 들어, 버튼을 누르는 것 및/또는 풋 페달을 태핑하는 것에 의해, 확인 지시를 송신할 수 있다. 내시경(112)이 영상의 중앙에 위치된 외과의사의 3D 주시점을 가지는 업데이트된 영상을 포착하게 조절될 수 있도록, 내시경(112)의 제어 유닛은 이어서 3D 주시점의 위치 데이터를 프로세서(206)로부터 수신할 수 있다. 3D 주시점을 사용하여 내시경(112)을 조절하는 것에 대한

부가 상세는, 예를 들어, 2014년 3월 19일자로 출원된, 발명의 명칭이 "MEDICAL DEVICES, SYSTEMS, AND METHODS USING EYE GAZE TRACKING FOR SECONDARY IMAGING"인 미국 가출원 제61/955,355호 - 참고로 그 전체가 본원에 포함됨 - 에서 찾아볼 수 있다.

[0078] 도 3c는 수술 동안 외과의사의 주시점을 사용하여, 원격 조작 어셈블리(100)에 장착된, 수술 기구(예컨대, 기구 시스템(14))를 활성화시키는 주시점 활성화 방법(350)을 나타낸 것이다. 외과의사는 먼저 눈 추적 유닛(200)을 통해, 패스너 전달 도구(예컨대, 스테이플러) 또는 에너지 적용 도구(energy application tool)(예컨대, 절제 기구(ablation instrument))와 같은, 수술에서 사용될 수술 기구의 영상에 포커싱하도록 요구받는다. 영상 프레임에서의 수술 기구의 3D 위치 데이터가, 메모리와 같은, 컴퓨터 판독가능 매체에 저장된다. 영상 프레임에서의 수술 기구의 3D 영상의 3D 위치는 수술 프레임에서의 수술 기구의 3D 위치를 기준으로 한다. 단계(351)에서, 내시경(112)에 의해 포착된 수술 기구의 영상이 외과의사가 보도록 디스플레이(210) 상에(예컨대, 눈 추적 유닛(200)의 영상 디스플레이(202a 및 202b) 상에) 디스플레이된다. 방법(350)의 단계(352)에서, 외과의사가 디스플레이 상의 수술 기구의 영상에 포커싱하도록 요구받을 때 방법(300)에 예시된 것과 실질적으로 유사한 방법을 사용하여 영상 프레임에서의 외과의사의 주시점이 결정된다. 일부 실시예에서, 외과의사는 자신의 주시점을 수술 기구의 영상에 또는, 수술 기구의 선단(tip) 근방의 조직과 같은, 수술 기구 근방의 영상의 영역에 포커싱할 수 있다. 단계(354)에서, 외과의사의 3D 주시점의 결정된 위치가 컴퓨터 판독가능 매체에 저장된 수술 기구의 3D 위치 데이터와 비교된다. 외과의사의 3D 주시점의 결정된 위치가 수술 기구의 3D 위치와 일치하는 경우, 또는 외과의사의 3D 주시점의 결정된 위치가 수술 기구 근방의 미리 결정된 영역 내에 있는 경우, 단계(354)는 수술 기구를 활성화시키기 위해 단계(356)로 진행한다. 예를 들어, 눈 시선 추적 시스템의 프로세서(206)는, 스테이플러와 같은, 수술 기구의 에너지 방출을 가능하게 하기 위해 신호를 기구 제어 유닛(212)으로 송신할 수 있다. 외과의사는 이어서 대응하는 제어 인터페이스(122)를 사용하여 스테이플러를 제어하고 발사할 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세서(206)는 또한 수술을 위해 외과의사에 의해 사용될 수술 기구를 전달하기 위해 제어 인터페이스(122)를 활성화시키고 제어할 수 있다. 외과의사의 3D 주시점의 결정된 위치가 수술 기구 근방의 미리 결정된 영역 내에 있지 않은 경우, 단계(358)에서, 수술 기구가 비활성화된다. 단계(358)에서, 의사가 기구를 쳐다보고 있지 않기 때문에, 기구 제어 유닛(212)이 (예컨대, 의도하지 않은 것일 수 있는) 외과의사의 물리적 지시들 중 어느 것에 의해서도 활성화될 수 없고, 수술 기구가 잠금된다. 따라서, 방법(350)에서 논의된 바와 같이, 수술 기구가 외과의사의 주시점의 확인 없이는 어떤 발사 동작 또는 움직임도 수행할 수 없다.

[0079] 수련 프로세스 동안, 수련 중인 외과의사의 현재 3D 주시점 위치가, 숙련도 레벨 및/또는 스트레스 레벨과 같은, 다양한 관점들로부터 감독관에 의해 모니터링되고 평가될 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사의 숙련도 레벨이 수술 프로세스 동안 주시점 움직임을 추적하는 것에 의해 특징지어질 수 있다. 도 4a는 수술 동안 도 2b의 눈 추적 유닛(200)을 사용하여 외과의사를 평가하는 방법(400)을 나타낸 것이다. 평가는 외과의사의 숙련도 레벨, 스트레스 레벨, 피로, 및/또는 임의의 다른 시선으로 표시되는(gaze-indicated) 수행 또는 행동 메트릭을 포함할 수 있다. 도 5는 수술 부위의 3D 영상을 3D 영상 프레임 좌표 시스템(3D image frame coordinate system)과 함께 보여주는 3D 영상 디스플레이(450)의 일 예를 나타낸 것이다.

[0080] 방법(400)은 외과의사의 숙련도 레벨을 평가하고 정량화하는 표준으로서 기준 데이터(baseline data)를 획득하는 임의적인 단계(402)로부터 시작된다. 일부 실시예에서, 수련 프로세스를 시작하기 전에, 보통의 수술 동안 숙련된 외과의사의 주시점 움직임을 측정하는 것에 의해, 기준 데이터가 획득될 수 있다. 일부 예에서, 카메라 조준(camera targeting), 바늘 꿰기(needle driving), 조작 실습, 봉합(suturing), 소작/에너지 적용(cautery/energy application), 및/또는 임의의 다른 적당한 실습을 포함할 수 있는, 시뮬레이션 실습 동안 기준 데이터가 획득될 수 있다. 일부 예에서, 기준 데이터는 주시점이 목표 수술 부위와 수술 기구 사이에서 왔다갔다 움직이는 시간 및/또는 변위와 주시점이 초기 위치로부터 목표 수술 부위로 움직이는 시간 및/또는 변위 사이의 시간 비(time ratio)(T) 및/또는 변위 비(displacement ratio)(D)에 관련된 정보를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 기준 데이터는 또한 각각의 추적 지점 상에서의 주시점 고정(gaze point fixation)의 시간을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 기준 데이터가 시스템 운동학적 및 이벤트 데이터와 결합되어 포착될 수 있다. 일부 실시예에서, 다양한 숙련도 레벨들을 표현하는 시간 비(T) 및/또는 변위 비(D)의 상이한 값들이 있을 수 있다. 일부 실시예에서, 기준 데이터가 장래에 반복하여 사용되기 위해 컴퓨터 판독가능 매체에 저장될 수 있다.

[0081] 방법(400)은 도 5에 도시된 바와 같이 3D 영상 디스플레이(450) 상에서 목표물(P)을 확인하는 임의적인 단계(404)로 진행한다. 확인 프로세스의 시작을 표시하는 제1 신호는 수련 중인 외과의사가 확인 모드를 선택하기

위해 버튼을 누르는 것에 의해 또는 외과의사의 콘솔 상의 풋 페달을 태핑하는 것에 의해 출력될 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 목표 영역(P)이 수술을 필요로 하는 영역인 것으로 식별된 후에, 목표물(P)은 3D 영상 디스플레이(450) 상에서 외과의사의 주시점을 영상 디스플레이(450) 상의 목표물(P)에 포커싱하는 것에 의해 확인될 수 있다. 일부 실시예에서, 목표물(P)은 또한 외과의사의 콘솔(120) 상의 버튼을 누르는 것에 의해 또는 풋 페달(128)을 태핑하는 것에 의해 확인되고 라벨링될 수 있다. 다른 실시예에서, 목표물(P)은 디스플레이(450) 내의 미리 결정된 위치 또는 영역일 수 있거나, 심지어 외과의사에 의해 접근되는 실제 시선 위치(들)에 의해 동작 중에 설정될 수 있다.

[0082] 눈 추적 유닛(200)이 확인을 수신한 후에, 버튼을 누르는 것 및/또는 풋 페달을 태핑하는 것과 같은 다른 지시를 수신하는 것에 의해, 목표물(P)이 영상 디스플레이(450)의 중앙에 위치되게 내시경(112)이 조절될 수 있도록, 내시경(112)의 제어 유닛이 주시점(즉, 목표물(P))의 위치 데이터를 프로세서(206)로부터 임의로 수신할 수 있다. 일부 실시예에서, 목표물(P)은 현재 3D 좌표 시스템의 원점으로서 (0, 0, 0)의 좌표를 자동으로 할당받을 수 있다.

[0083] 방법(400)은 3D 영상 디스플레이(450) 상에서의 수술 기구(110a, 110b 또는 110c)의 선단의 초기 위치를 확인하는 임의적인 단계(406)로 진행한다. 예를 들어, 도 5에 도시된 바와 같이, 수술 기구의 선단의 초기 위치가 위치 Q_0 에서 식별될 수 있다. 위치 Q_0 는 이어서 3D 영상 디스플레이(450) 상에서 외과의사의 주시점을 3D 영상 디스플레이(450) 상에서의 위치 Q_0 에 포커싱하는 것에 의해 확인될 수 있다. 눈 추적 유닛(200)이 확인을 수신한 후에, 위치 Q_0 는 단계(404)에서 정의된 대응하는 3D 좌표 시스템에 상대적인 (q_{x0} , q_{y0} , q_{z0})의 3D 좌표를 자동으로 할당받을 수 있다. 일부 실시예에서, 위치 Q_0 는 또한 외과의사의 콘솔(120) 상의 버튼을 누르는 것에 의해 또는 풋 페달(128)을 태핑하는 것에 의해 확인될 수 있다. 다른 실시예에서, 기구의 선단의 위치가, 시스템 운동학(system kinematics), 위치 센서, 및/또는 광학적 도구 추적과 같은, 임의의 다른 방법을 통해 확정될 수 있다.

[0084] 방법(400)은, 예를 들어, 기구 선단 및 목표물(P)에 상대적인, 외과의사의 주시점 움직임을 측정하는 단계(408)로 진행한다. 일부 실시예에서, 단계(406)의 완료 시에, 측정 프로세스의 시작을 표시하는 신호가, 외과의사가 외과의사의 콘솔 상의 버튼을 누르는 것, 또는 풋 페달을 태핑하는 것과 같은, 임의의 적당한 방법에 의해 발생될 수 있다. 다른 실시예에서, 측정 프로세스가 진행 중일 수 있거나 기구의 특징의 상태에 의해 개시될 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사의 주시점은 3D 영상 디스플레이(450) 상의 목표 영역(P)으로부터 시작될 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사의 주시점은 3D 영상 디스플레이(450) 상의 수술 기구의 초기 위치 Q_0 로부터 시작될 수 있다.

[0085] 도 5를 참조하면, 일부 실시예에서, 외과의사의 숙련도 레벨이 외과의사의 주시점 움직임에 의해 반영될 수 있다. 예를 들어, 수술 동안, 비숙련 외과의사는, 수술 기구를 초기 지점으로부터 목표 지점으로 움직이거나 초기 지점으로부터 목표 지점으로 수술을 수행할 때, 수술 기구(예컨대, Q_0 , Q_1 , Q_2 ...)와 목표 지점(예컨대, P) 사이에서 점검하기 위해 자신의 주시점을 이리저리 여러 번 움직일 수 있다. 이와 달리, 숙련된 외과의사는, 수술 기구를 움직이거나 수술을 수행할 때, 초기 주시점(예컨대, Q_0)과 목표 지점(예컨대, P) 사이에서 보다 매끄럽고 보다 덜 빈번한 주파수 움직임을 가질 수 있다. 따라서, 일 실시예에서, 외과의사의 주시점 움직임의 변위 및/또는 시간이 외과의사의 숙련도 레벨을 평가하는 데 하나 이상의 인자들로서 사용될 수 있다.

[0086] 단계(408)에서, 외과의사의 주시점의 위치 데이터가, 도 3a에 도시된 방법(300)과 관련하여 앞서 논의된 바와 같이, 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)에 의해 포착되고, 주시점의 3D 위치 데이터를 수신하기 위해 프로세서(206)에 의해 처리되며, 실시간으로 메모리에 저장될 수 있다. 외과의사의 주시점이 3D 영상 디스플레이(450) 상에서 초기 위치 Q_0 로부터 Q_1 , Q_2 , ..., Q_n 으로부터 움직일 때, 외과의사의 주시점의 위치 데이터는 (q_{x0} , q_{y0} , q_{z0}), (q_{x1} , q_{y1} , q_{z1}), (q_{x2} , q_{y2} , q_{z2}) ... (q_{xn} , q_{yn} , q_{zn})의 3D 좌표 값을 포함할 수 있다.

[0087] 단계(408)에서, 하나의 지점으로부터 다음 지점까지의 외과의사의 주시점 움직임의 시간이 또한 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)에 의해 포착되고, 프로세서(206)에 의해 처리되며, 실시간으로 메모리에 저장될 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사의 주시점 움직임의 시간은 움직임 방향에 관련된 정보를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 단계(408)에서, 각각의 주시점에서의 고정 시간(fixation time)이 또한 추적될 수 있다.

[0088] 방법(400)은 평가 인자를 결정하는 단계(410)로 진행한다. 평가 인자는 변위 비 인자(D)를 포함할 수 있다.

변위 비 인자(D)는 외과의사의 숙련도 레벨을 정량화하는 데 사용된다. 예를 들어, 변위 비 인자(D)는 $D = (|Q_0P| + |PQ_1| + |Q_1P| + |PQ_2| + |Q_2P| + \dots + |PQ_n| + |Q_nP|) / |Q_0P|$ 로서 계산될 수 있고, 여기서 $|AB|$ 는 3D 영상 디스플레이(450) 상에서의 지점 A와 지점 B의 좌표 값을 사용하여 주시점 A의 주시점 B 쪽으로의 변위를 나타낸다. 예를 들어, $|PQ_1|$ 은 주시점 P(0, 0, 0)로부터 주시점 $Q_1(q_{x1}, q_{y1}, q_{z1})$ 쪽으로의 변위를 나타내고, $|Q_1P|$ 는 주시점 $Q_1(q_{x1}, q_{y1}, q_{z1})$ 으로부터 주시점 P(0, 0, 0) 쪽으로의 변위를 나타낸다.

[0089] 일부 실시예에서, 평가 인자는 시간 비 인자(T)를 포함할 수 있다. 시간 비 인자(T)가 또한 외과의사의 숙련도 레벨을 정량화하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 시간 비 인자(T)는 $T = (t_1 + t_2 + \dots + t_n) / t_i$ 로서 계산될 수 있고, 여기서 t_1, t_2, \dots, t_n 은 외과의사의 주시점이, 측정 프로세스의 완료 때까지, 하나의 지점으로부터 다음 지점까지 움직이는 데 필요한 시간을 나타낸다. 측정 프로세스 동안, 변위(예컨대, $|PQ_1|$) 및 시간(예컨대, t_1) 둘 다가 임의의 2개의 움직이는 지점들 사이에서 포착되기 때문에, 임의의 2개의 지점들 사이에서 움직이는 주시점의 속도(v_i)가 또한 계산될 수 있다. 평균 속도(v)가 측정 프로세스의 완료 시에 추가로 계산될 수 있다. 평균 속도(v)는 이어서 현재 사용자가 자신의 주시점을 초기 지점(예컨대, Q_0)으로부터 목표 지점(예컨대, P)까지 움직이는 시간(t_i)을 계산하는 데 사용될 수 있다.

[0090] 일부 실시예에서, 평가 인자는 각각의 주시점에서 측정된 고정 시간에 관련된 인자를 포함할 수 있다. 예를 들어, 단계(408)에서 복수의 주시점들에서 복수의 고정 시간들을 측정한 후에 외과의사의 눈 시선의 평균 고정 시간이 계산될 수 있다. 눈 시선 고정의 평균 시간이 이어서 외과의사의 숙련도 레벨을 평가하기 위해 기준 데이터에 저장된 눈 시선 고정 정보와 비교될 수 있다.

[0091] 방법(400)은 평가 인자(예컨대, 변위 비 인자(D), 시간 비 인자(T), 및/또는 시선 고정 시간)를 기준 데이터(예컨대, 단계(402)에서 획득된)와 비교함으로써 외과의사의 숙련도 레벨을 결정하기 위해 단계(412)로 진행한다. 일부 실시예에서, 외과의사의 숙련도 레벨이 또한, 외과의사의 손, 기구, 및/또는 카메라의 움직임으로부터 측정되는 데이터와 같은, 시스템 운동학적 데이터 및/또는 이벤트 데이터와 결합된 평가 인자를 사용하여 결정될 수 있다. 외과의사의 손, 기구, 및/또는 카메라 움직임이 임의의 적당한 방법을 사용하여 추적되고 분석될 수 있다.

[0092] 일부 실시예에서, 앞서 기술된 바와 같이, 눈 추적 유닛(200)에 의해 포착되는 외과의사의 3D 주시점 위치가 또한 외과의사의 수행 및/또는 상태를 모니터링하고 그 수행 및/또는 상태의 저하가 표시되는 경우 경고를 제공하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 3D 주시점이, 일부 실시예에서, 외과의사의 눈 시선 동태의 변화에 반영될 수 있는, 외과의사의 스트레스 또는 피로 레벨을 결정하는 데 사용될 수 있다. 눈 시선 동태는 동공 직경 변동, 및/또는 눈 시선 단속적 운동(eye gaze saccade)을 포함할 수 있다. 일부 예에서, 측정 프로세스(예컨대, 도 4a의 방법(400)의 단계(402)) 이전에, 외과의사가 정상적인 상태에서 시술하고 있을 때 외과의사의 눈 시선 동태의 정보를 비롯한 기준이 먼저 획득될 수 있다. 예를 들어, 기준은 외과의사의 눈 시선 단속적 운동의 주파수, 및/또는 외과의사의 동공 직경 변동의 주파수 및 크기를 포함할 수 있다. 측정 프로세스(예컨대, 방법(400)의 단계(408)) 동안, 눈 시선 동태가 좌 및 우 눈 추적기(204a 및 204b)를 사용하여 모니터링되고 처리되며 정상적인 시술 상태 하에서 획득되는 기준과 비교될 수 있다. 눈 시선 동태가 정상적인 상태와 비교하여 비정상적인 것처럼 보일 때(예컨대, 방법(400)의 단계(412)), 외과의사가 임의의 수술을 계속하지 못하게 하기 위해 통지 또는 경보가 제공될 수 있다. 비정상적인 눈 동태는, 급격한 동공 직경 변동 또는 정상적인 것보다 더 빈번한 눈 시선 단속적 운동(이들로 제한되지 않음)과 같은, 다양한 눈 특성들에 의해 표시될 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사의 눈 동태가 또한 원격 조작 어셈블리(100)에 위치한 터치 스크린 상에서 모니터링될 수 있고, 외과의사의 눈 동태의 비정상적인 상태를 통지하는 통지 또는 경보가, 수술실(operating room)(OR) 직원이 적시에 응답할 수 있도록, 수술실 직원에게 송신될 수 있다.

[0093] 일부 실시예에서, 의료 시술 동안 외과의사의 스트레스 레벨을 모니터링하는 것에 부가하여, 추적된 눈 시선 동태 정보가 또한 수집되고 시술 후에 분석될 수 있다. 일부 예에서, 분석된 결과는 외과의사가 특정의 수련 실습 또는 수술의 특정의 부분에서 어려움을 겪는 이유를 이해하는 데 사용될 수 있다.

[0094] 일부 실시예에서, 추적된 외과의사의 3D 주시점은 시스템 로그인/로그아웃 및 사용자 식별을 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 외과의사는 시스템에 로그인되기 전에 목표 지점에 포커싱하도록 요구받는다. 목표 지점은 수술 기구 - 그의 3D 위치 데이터가 컴퓨터 판독가능 매체에 저장됨 - 를 포함할 수 있다. 외과의사의 3D 주시점의 위치가 이전에 논의된 바와 같이 방법(300)을 사용하여 눈 추적 시스템에 의해 추적된 후에,

외과의사의 3D 주시점의 위치가 목표 지점의 3D 위치와 비교된다. 외과의사의 3D 주시점이 3D 위치 목표 지점과 일치할 때, 외과의사가 원격 조작 의료 시스템(10)에 자동으로 로그인될 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사의 3D 주시점이 목표 지점의 3D 위치와 일치하지 않으면, 외과의사는 원격 조작 의료 시스템(10)에 로그인할 수 없다. 일부 예에서, 외과의사의 양눈(및/또는 외과의사의 주시점)이 검출될 수 없는 경우 원격 조작 의료 시스템(10)이 잠금되거나 비활성화된다.

[0095] 일부 실시예에서, 홍채 특성, 눈 동태, 또는 눈 시선 움직임 속도와 같은, 사용자의 저장된 눈 정보는 사용자 인식 및 시스템 로그인을 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 수술을 시작하기 전에, 외과의사는 몇 번의 눈 시선 움직임 실습을 수행하도록 요구받을 수 있다. 눈 추적 유닛(200)은 외과의사의 눈 동태를 포착하고, 대응하는 눈 동태에 관련된 프로파일 데이터와 비교할 수 있다. 일부 실시예에서, 눈 추적 유닛(200)은, 상이한 사용자들의 홍채 인식을 가능하게 하기 위해, 사용자의 다양한 홍채 특성들을 관찰하거나 측정하고 이 홍채 특성들을 저장된 홍채 프로파일들의 데이터베이스와 비교할 수 있다. 외과의사가 메모리에 저장된 프로파일을 갖는 다시 나온 사용자인 것으로 식별되면, 외과의사는 커스터마이징된 설정으로 자신의 프로파일에 자동으로 로그인될 수 있다.

[0096] 일부 실시예에서, 눈 추적 유닛(200)에 의해 포착되는 외과의사의 3D 주시점 위치는 도 2b에 도시된 시스템 제어 유닛(214)을 사용하여 원격 조작 의료 시스템(10)의 시스템 특성들을 조절하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 외과의사의 측정된 눈 시선은 (살아 있는 환자, 사체(cadaver), 동물, 모형, 또는 부분적/전체적 컴퓨터 시뮬레이션에 있을 수 있는) 수술 부위의 3D 위치 데이터를 포함한다. 3D 위치 데이터는, 외과의사가 3D 영상 디스플레이 상에서 수술 부위를 보고 수술 동안 직관적으로 수술 기구를 제어할 수 있도록, 사용자 인터페이스(예컨대, 도 1b의 제어 인터페이스들(122a 및 122b))를 3D 영상 디스플레이 상에서 수술 부위에 상대적인 적절한 위치(예컨대, 적절한 깊이)에 정렬하는 데 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사의 측정된 눈 시선은, 사용자가 가려짐(occlusion) 없이 영상 디스플레이 전체를 볼 수 있도록, 사용자의 머리에 상대적인 영상 디스플레이의 위치 및 배향과 같은, 외과의사 콘솔의 인간공학적 설정을 조절하는 데 사용될 수 있다.

[0097] 일부 실시예에서, 3D 공간에서의 수술 기구의 3D 위치를 보다 정확하게 교정하기 위해, 외과의사의 눈 주시점이 영상 디스플레이 상에서 수술 기구 상에 포커싱될 수 있고, 눈 추적 유닛(200)은 외과의사의 3D 눈 주시점을 포착하고 눈 추적 유닛(200)에 의해 수신된 주시점 데이터에 기초하여 수술 기구의 정확한 3D 위치 정보를 제공할 수 있다.

[0098] 예시적인 실시예에서, 제1 원격 조작 의료 시스템은 하나 이상의 제1 영상 디스플레이들; 하나 이상의 제1 눈 추적기들; 및 하나 이상의 제1 눈 추적기들에 결합되고, 제1 사용자가 하나 이상의 제1 영상 디스플레이들에 의해 디스플레이되는 제1 영상을 쳐다볼 때 제1 사용자의 제1 주시점을 계산하도록 구성되는 제1 프로세서를 포함하는 제1 눈 추적 유닛을 포함한다. 본 시스템은 하나 이상의 제2 영상 디스플레이들; 하나 이상의 제2 눈 추적기들; 및 하나 이상의 제2 눈 추적기들에 결합되고, 제2 사용자가 하나 이상의 제2 영상 디스플레이들에 의해 디스플레이되는 제2 영상을 쳐다볼 때 제2 사용자의 제2 주시점을 계산하도록 구성되는 제2 프로세서를 포함하는 제2 눈 추적 유닛을 포함한다. 하나 이상의 제1 영상 디스플레이들은 제2 프로세서에 결합되어 있고, 하나 이상의 제2 영상 디스플레이들은 제1 프로세서에 결합되어 있다.

[0099] 제1 원격 조작 의료 시스템의 다른 실시예에서, 제1 영상과 제2 영상은 수술 부위의 영상을 포함한다.

[0100] 제1 원격 조작 의료 시스템의 다른 실시예에서, 제1 영상은 제2 주시점의 표현을 추가로 포함한다.

[0101] 제1 원격 조작 의료 시스템의 다른 실시예에서, 제2 영상은 제1 주시점의 표현을 추가로 포함한다.

[0102] 제1 원격 조작 의료 시스템의 다른 실시예에서, 제1 영상은 제1 주시점의 표현을 추가로 포함한다.

[0103] 제1 원격 조작 의료 시스템의 다른 실시예에서, 하나 이상의 제1 눈 추적기들은 좌 눈 추적기와 우 눈 추적기를 포함한다.

[0104] 제1 원격 조작 의료 시스템의 다른 실시예에서, 하나 이상의 제2 눈 추적기들은 좌 눈 추적기와 우 눈 추적기를 포함한다.

[0105] 예시적인 실시예에서, 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법은 수술 부위의 3D 영상 디스플레이에서 3D 주시점의 움직임을 추적하는 단계; 및 3D 주시점의 움직임으로부터 평가 인자를 결정하는 단계를 포함한다.

[0106] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 본 방법은 3D 영상 디스플레이에서 목표 지점(target spot) 및 초기 지점(initial spot)을 확인하는 단계 - 목표 지점과 초기 지점 사이에서 움직임이 있

음 - 를 추가로 포함한다.

- [0107] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 목표 지점 및 초기 지점을 확인하는 단계는 목표 지점 및 초기 지점의 좌표 값을 획득하는 단계를 포함한다.
- [0108] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 목표 지점의 획득된 좌표 값은 내시경을 다 시 중앙에 오도록 하는 데 사용된다.
- [0109] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 목표 지점 및 초기 지점을 확인하는 단계는 버튼을 누르거나 풋 페달을 태핑하는 단계를 포함한다.
- [0110] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 목표 지점을 확인하는 단계는 3D 주시점을 3D 영상 디스플레이 상에서의 목표 지점에 포커싱하는 단계를 포함한다.
- [0111] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 초기 지점을 확인하는 단계는 3D 주시점을 3D 영상 디스플레이 상에서의 초기 지점에 포커싱하는 단계를 포함한다.
- [0112] 다른 실시예에서, 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법은 평가 인자를 주시점 움직임에 대한 기준 데이터와 비교하는 것에 의해 숙련도 레벨을 결정하는 단계를 포함한다.
- [0113] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 목표 지점과 초기 지점 사이에서의 3D 주시점의 움직임은 3D 주시점의 복수의 부분 움직임(segmental movement)들 - 각각의 부분 움직임은 기구 지점으로부터 목표 지점으로의 움직임일 - 을 포함하고, 여기서 기구 지점은 초기 지점과 목표 지점 사이에 있다.
- [0114] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 3D 주시점의 움직임을 측정하는 단계는 기구 지점의 3D 좌표 값을 측정하는 단계를 포함한다.
- [0115] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 평가 인자는 변위 비 인자를 포함하고, 변위 비 인자는 3D 주시점의 부분 움직임들의 변위들의 합을 목표 지점과 초기 지점 사이의 변위로 나눈 비이다.
- [0116] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 3D 주시점의 움직임을 측정하는 단계는 목표 지점과 기구 지점 사이의 3D 주시점의 각각의 부분 움직임에 필요한 시간을 측정하는 단계를 포함한다.
- [0117] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 평가 인자는 시간 비 인자를 포함하고, 시간 비 인자는 부분 움직임들에 필요한 시간의 합을, 평균 3D 주시점 움직임 속도를 사용하여 계산된, 3D 주시점이 초기 지점으로부터 목표 지점까지 움직이는 데 필요한 시간으로 나눈 비이다.
- [0118] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 평균 3D 주시점 움직임 속도는 모든 3D 주시점 움직임 속도들의 평균 값이고, 3D 주시점 움직임 속도들 각각은 각각의 부분 움직임의 변위 및 시간을 사용하여 계산된다.
- [0119] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 3D 주시점의 움직임을 측정하는 단계는 초기 지점과 목표 지점 사이에 있는 기구 지점에서의 3D 주시점의 고정 시간을 측정하는 단계를 포함한다.
- [0120] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 평가 인자는 초기 지점과 목표 지점 사이에 있는 복수의 기구 지점들에서 측정된 복수의 고정 시간들을 사용하여 계산되는 평균 고정 시간을 포함한다.
- [0121] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제2 방법의 예시적인 실시예에서, 본 방법은 수술 부위의 3D 영상 디스플레이에서 눈 시선 동태를 추적하는 단계 및 사용자가 3D 영상 디스플레이를 쳐다볼 때의 사용자의 상태를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0122] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제2 방법의 다른 실시예에서, 눈 시선 동태를 추적하는 단계는 하나 이상의 눈 추적기들을 사용하여 사용자의 동공 직경 변동 또는 눈 시선 단속적 운동 중 적어도 하나를 추적하는 단계를 포함한다.
- [0123] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제2 방법의 다른 실시예에서, 사용자의 상태는 사용자의 스트레스 레벨 또는 피로 레벨 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0124] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제2 방법의 다른 실시예에서, 스트레스 레벨을 결정하는 단계는 눈 시선 동태를 눈 시선 동태에 대한 기준 데이터와 비교하는 단계를 포함한다.
- [0125] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제2 방법의 다른 실시예에서, 기준 데이터는 외과의사가 정상적인 상태에

서 시술할 때 측정된 눈 시선 동태를 포함한다.

- [0126] 원격 조작 의료 시스템을 작동시키는 제2 방법의 다른 실시예에서, 눈 시선 동태는 시스템 로그인 프로세스 동안 사용자의 인식을 위해 사용된다.
- [0127] 예시적인 실시예에서, 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법은 제1 디스플레이에서의 3D 영상을 보고 있는 제1 사용자에게 대한 3D 주시점을 결정하는 단계; 및 3D 주시점을 제2 디스플레이에서의 3D 영상에 디스플레이하는 단계; 및 제2 디스플레이 상에서 제1 사용자의 3D 주시점을 보고 있는 제2 사용자로부터 지시를 수신하는 단계를 포함한다.
- [0128] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 제1 사용자는 제2 사용자에게 의해 수련되고 있다.
- [0129] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 제1 사용자의 3D 주시점이 눈 추적 유닛에 의해 결정된다.
- [0130] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법의 다른 실시예에서, 제2 사용자로부터의 지시가 제2 디스플레이 상의 텔레스트레이터를 사용하여 송신된다.
- [0131] 예시적인 실시예에서, 기구 및 3D 디스플레이를 포함하는 수술 시스템을 작동시키는 제2 방법은 3D 영상을 3D 디스플레이 상에 디스플레이하는 단계; 3D 영상을 보고 있는 사용자에게 대한 3D 주시점의 위치를 결정하는 단계; 및 3D 영상과 3D 주시점의 위치를 비교하는 단계를 포함한다.
- [0132] 수술 시스템을 작동시키는 제2 방법의 다른 실시예에서, 3D 주시점의 위치는 눈 추적 유닛을 사용하여 결정된다.
- [0133] 수술 시스템을 작동시키는 제2 방법의 다른 실시예에서, 3D 영상은 눈 추적 유닛의 하나 이상의 영상 디스플레이 상에 디스플레이되는 기구의 3D 영상을 포함한다.
- [0134] 다른 실시예에서, 수술 시스템을 작동시키는 제2 방법은 3D 주시점의 위치가 3D 영상에서 미리 결정된 영역 내에 있을 때 기구를 활성화시키는 단계를 포함한다.
- [0135] 수술 시스템을 작동시키는 제2 방법의 다른 실시예에서, 기구를 활성화시키는 단계는 사용자에게 의해 사용될 기구를 전달하기 위해 제어 인터페이스를 활성화시키는 단계를 포함한다.
- [0136] 수술 시스템을 작동시키는 제2 방법의 다른 실시예에서, 기구를 활성화시키는 단계는 기구의 에너지 방출을 가능하게 하기 위해 기구 제어 유닛을 제어하는 단계를 포함한다.
- [0137] 다른 실시예에서, 수술 시스템을 작동시키는 제2 방법은 3D 주시점의 위치가 3D 영상에서 미리 결정된 영역 밖에 있을 때 기구를 비활성화시키는 단계를 포함한다.
- [0138] 다른 실시예에서, 수술 시스템을 작동시키는 제2 방법은 3D 주시점의 위치가 3D 영상에서 미리 결정된 영역 내에 있을 때 수술 시스템의 자동 로그인을 가능하게 하는 단계를 포함한다.
- [0139] 다른 실시예에서, 수술 시스템을 작동시키는 제2 방법은 시스템 특성들을 조절하는 단계를 포함한다.
- [0140] 수술 시스템을 작동시키는 제2 방법의 다른 실시예에서, 3D 영상은 수술 부위의 3D 영상을 포함한다.
- [0141] 수술 시스템을 작동시키는 제2 방법의 다른 실시예에서, 시스템 특성들을 조절하는 단계는 사용자 인터페이스를 3D 디스플레이 상에 디스플레이되는 수술 부위에 대해 정렬시키는 단계를 포함한다.
- [0142] 다양한 실시예에서, 눈 추적 시스템(200), 제어 유닛(210) 및 영상 시스템(예컨대, 영상 디바이스(112))은, 1차 영상 및, 임의로, 각종의 조절된 2차 영상들을 사용자에게 제공하기 위해, 협력하여 동작한다. 조절된 영상은, 비제한적인 예로서, 확대된 영상, 밝아진 영상, 선명해진 영상, 착색된 영상, 라벨링된 영상, 및/또는 상이한 파장 범위(예컨대, 가시광 범위가 아닌 근적외선 범위)를 포함하는 영상을 포함할 수 있다. 수술 부위의 조절된 영상은, 적어도 부분적으로, 외과의사의 눈 시선에 의해 제어될 수 있다. 1차 영상 및 2차 영상을 제공하기 위해, 영상 시스템이 단일의 영상 모듈 및 조절된 영상을 제공하는 영상화후 조작(post-imaging manipulation) (예컨대, 디지털 조작)을 사용할 수 있다. 대안적으로 또는 그에 부가하여, 이하에서 논의되는 바와 같이, 다양한 실시예에서, 영상 시스템은 복수의 영상 모듈들을 포함한다. 복수의 영상 모듈들이 단일의 환자 구멍을 통해 설치되는 공통의 기구 상에 제공될 수 있거나, 다수의 환자 구멍들을 통해 설치되는 다수의 기구들 상에 제공될 수 있다. 일부 실시예에서, 영상 시스템은 경성 스코프(rigid scope)(즉, 경성 샤프트를 가짐) - 경성 스코프의 자세(예컨대, 위치, 배향, 툴)는 경성 스코프가 장착되는 특징의 카메라 또는 기구 아암의 움직임에

의해 결정됨 - 를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 영상 디바이스(112)는, 그에 부가하여 또는 대안적으로, 통합된 관절 능력을 포함한다.

[0143] 도 6a는 도 1b의 원격 조작 어셈블리(100)에서 영상 디바이스(112)로서 사용될 수 있는 예시적인 영상 시스템(112a)을 나타낸 것이다. 영상 시스템(112a)은 단일의 영상 디바이스의 컴포넌트로서 2개의 영상 모듈(714, 715)을 포함한다. 영상 모듈(714, 715)은 상이한 정보 또는 관심 뷰를 사용자에게 보여주는 관심 영역의 1차 영상 및, 확대된 영상 오버레이와 같은, 2차 영상을 생성하기 위해 서로 독립적으로 제어될 수 있다. 영상 시스템(112a)은 (예컨대, 도 1b에 도시된 카메라 아암(108)에 결합된) 기구 인터페이스(150d), 인터페이스(150d)에 연결된 샤프트(152d), 샤프트(152d)를 통해 지나가는 케이블, 로드(rod), 및/또는 광섬유의 그룹(710 및 711), 샤프트(152d)에 연결된 리스트(wrist)(예컨대, 관절 섹션)(712 및 713), 및 영상 디바이스(112a)의 원위 단부에 있는 영상 모듈(714 및 715)을 추가로 포함한다.

[0144] 일부 실시예에서, 기구 인터페이스(150d)는 도 2c에 도시된 제어 유닛(210)으로부터 지시를 수신할 수 있다. 영상 모듈(714, 715) 각각 또는 둘 다는 수술 부위를 조명하기 위해 광학계 및 기계적인 부분(mechanics)을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 영상 모듈(714) 및/또는 영상 모듈(715)은 또한 수술 부위의 영상(예컨대, 입체 영상)을 포착할 수 있는 디바이스를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 영상 디바이스는 입체 카메라를 포함한다.

[0145] 관심 수술 부위의 영상이 보조 영상 모듈(715)에 의해 포착될 수 있고, 조절된 영상이 디스플레이(예컨대, 영상 디스플레이(202a, 202b), 도 2c에 도시된 주시점 디스플레이(207), 및/또는 도 4에 도시된 디스플레이(416)) 상에 디스플레이될 수 있다.

[0146] 도 6a에 도시된 바와 같이, 영상 디바이스(112a)의 샤프트(152d)는 케이블, 로드 및 광섬유(710 및 711)를 보유하도록 구성된다. 일부 실시예에서, 케이블, 로드 및/또는 광섬유의 제1 그룹(710)은 리스트(712)를 통해 영상 모듈(714)에 결합될 수 있고, 케이블, 로드 및/또는 광섬유의 제2 그룹(711)은 리스트(713)를 통해 영상 모듈(715)에 결합될 수 있다. 이러한 구성은 케이블, 로드 및/또는 광섬유의 2개의 상이한 세트(710, 711)를 통해 상이한 지시를 제공하는 것에 의해 그리고 리스트(712, 713)를 상이한 움직임 제어로 제어하는 것에 의해 영상 모듈(714)과 영상 모듈(715) 간에 독립적인 제어 및 조작을 제공할 수 있다. 리스트(712, 713)는 샤프트(152d)의 원위 단부(716)에서 샤프트(152d)에 연결되고, 영상 모듈(714, 715)에, 각각, 결합된다. 리스트(712)는 영상 모듈(714)을 적어도 2개의 자유도로 움직이는 것을 가능하게 하고, 샤프트(152d)를 통해 지나가는 케이블 또는 로드의 제1 세트(710)에 의해 제어될 수 있다. 이와 유사하게, 리스트(713)는 영상 모듈(715)을 적어도 2개의 자유도로 움직이는 것을 가능하게 하고, 샤프트(152d)를 통해 지나가는 케이블 또는 로드의 제2 세트(711)에 의해 제어될 수 있다. 광섬유(710, 711)는 조명을 제공하는 것과 영상을 전송하는 것 둘 다를 위해 영상 모듈(714, 715)의 광학계에 결합될 수 있다.

[0147] 일부 실시예에서, 기구 인터페이스(150d)는 카메라 아암(108)에 있는 작동 모터를 샤프트(152d) 내의 케이블 및 로드(710 및 711)에, 각각, 결합시킨다. 일부 실시예에서, 기구 인터페이스(150d)는 리스트(712) 및 리스트(713)를 제어하여 영상 모듈(714 및 715)을, 각각, 조작하기 위해 카메라 아암(108)에 있는 작동 모터에 의해 구동될 수 있는 메커니즘을 포함할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 영상 모듈(714)이 1차 영상 모듈로서 사용되고 영상 모듈(715)이 보조 또는 2차 영상 모듈로서 사용될 때, 기구 인터페이스(150d)는, (예컨대, 도 2b 및 도 2c와 관련하여 앞서 기술된 바와 같이, 영상 디스플레이(202a, 202b)에 상대적인 검출된 주시점에 기초하여) 영상 모듈(715)을 외과의사의 주시점 쪽으로 움직이기 위해 보조 영상 모듈(715)이 작동 모터에 의해 구동될 수 있도록, 지시를 작동 모터로 송신할 수 있다.

[0148] 영상 모듈(714) 및/또는 영상 모듈(715)은 영상 디바이스에 의해 획득된 유형의 영상을 조절할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 영상 모듈(714, 715)은 수술 부위의 보다 상세한 영상 및 덜 상세한 영상을 획득하기 위해 수술 부위를 "줌인" 또는 "줌아웃"할 수 있다. 일부 실시예에서, 영상 모듈(714, 715)은 원위 단부(716)에 상대적으로 샤프트(152d)의 길이방향 축(LA)을 따라 위치를 변경할 수 있음으로써, 물리적, 거리 기반 줌 기능을 제공할 수 있다. 영상 모듈(714) 및/또는 영상 모듈(715)은 또한 리스트(712, 713)를, 각각, 조작하는 것에 의해 (예컨대, 구면 공간 내에서) 다수의 차원들로 재배향될 수 있다. 원격 조작 의료 시스템(10)에서 동작하는 소프트웨어는 리스트(712, 713) 및/또는 영상 모듈(714, 715)의 물리적 위치 및 배향을 제어하는 것에 의해, 또는 (예컨대, 디지털 확대 또는 영상 조절을 통해) 영상 모듈(714, 715)에 의해 획득된 영상의 디지털 조작을 제어하는 것에 의해 줌 특징을 제어할 수 있다. 그에 부가하여 또는 대안적으로, 줌 특징이 영상 모듈(714) 및/또는 영상 모듈(715) 자체에 의해 제어될 수 있다.

- [0149] 도 6b는 영상 디바이스(112c) 및 영상 디바이스(112d)를 포함하는 영상 시스템(112b)을 나타낸 것이다. 일 실시예에서, 영상 디바이스(112c, 112d)는 도 1b에 도시된 원격 조작 어셈블리(100)의 2개의 개별적인 카메라 아암(108)과 함께 사용될 수 있고, 각각의 영상 디바이스(112c, 112d)는, 각각, 독립적인 카메라 아암(108a, 108b)에 부착되어 있다. 도시된 실시예에서, 영상 디바이스(112c, 112d) 각각은 독립적인 영상 모듈(720, 722)을, 각각, 포함한다. 예를 들어, 도시된 실시예에서, 영상 모듈(720)은 영상 디바이스(112d)의 원위 단부에 장착되어 있고, 영상 모듈(722)은 영상 디바이스(112c)의 원위 단부에 장착되어 있다. 영상 디바이스(112c, 112d)는 영상 모듈(720, 722)로부터 독립적으로 획득된 영상들 둘 다를 단일의 디스플레이(즉, 도 4에 도시된 디스플레이(416))로 위치 맞추는 것을 돕기 위해 수술 부위 내에서 서로 가깝게 정렬될 수 있다. 영상 디바이스(112c, 112d)는, 본 명세서에 기술되는 차이점들을 제외하고는, 도 6b와 관련하여 앞서 기술된 영상 모듈(112a)과 실질적으로 유사하다. 예를 들어, 영상 디바이스(112d)는 기구 인터페이스(150e), 인터페이스(150e)에 연결된 샤프트(152e), 샤프트(152e)에 연결된 리스트(324), 리스트(724)에 연결된 영상 모듈(720), 및 샤프트(152e)를 통해 지나가는 케이블, 로드 및/또는 광섬유(726)를 포함한다. 이와 유사하게, 영상 디바이스(112c)는 기구 인터페이스(150f), 인터페이스(150f)에 연결된 샤프트(152f), 샤프트(152f)에 연결된 리스트(727), 리스트(727)에 연결된 영상 모듈(722), 및 샤프트(152f)를 통해 지나가는 케이블, 로드 및/또는 광섬유(728)를 포함한다. 영상 디바이스(112c) 및/또는 영상 디바이스(112d)의 컴포넌트들의 기능들은 앞서 기술된 바와 같은 영상 디바이스(112a)의 대응하는 컴포넌트들과 실질적으로 유사하다.
- [0150] 도 6c는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 입체 카메라(730)의 개략도이다. 입체 카메라(730)는, 도 6a의 영상 모듈(714, 715) 및 도 6c의 영상 모듈(720, 722)을 비롯한, 앞서 기술된 영상 모듈들 중 임의의 것으로서 사용될 수 있다. 입체 카메라(730)는 사람의 좌안과 우안에 디스플레이되고 사람의 좌안과 우안에 의해 3D 영상인 것으로 인지될 수 있는 입체 영상을 포착하는 데 사용될 수 있다.
- [0151] 영상 모듈들(예컨대, 영상 모듈(714, 715, 720, 및 722))은 수술 부위의 상이한 영상들을 제공하기 위해 3D 공간에서 독립적으로 움직여진다. 예를 들어, 영상 디바이스(112a)의 영상 모듈(714) 및/또는 영상 디바이스(112b)의 영상 모듈(720)은 수술 부위의 1차 영상을 제공하는 데 사용될 수 있다. 영상 디바이스(112a)의 영상 모듈(715) 및/또는 영상 디바이스(112c)의 영상 모듈(722)은, 도 8c에서 영상(960)으로 도시되어 있는, 외과의사의 현재 주시점에 대응하는 수술 부위의 확대된 영상과 같은, 2차 또는 조절된 영상을 제공하는 데 사용될 수 있다. 일부 예에서, 영상 모듈(715) 및 내시경 이펙터(732)는 또한 확대된 영상 영역 내의 구조를 식별하고 그리고/또는 하이라이트하는 데 사용될 수 있는, 형광 또는 초음파 영상과 같은, 다른 영상 모달리티들을 제공하는 데 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 이하에서 더욱 상세히 기술되는 바와 같이, 영상 디바이스(112a)의 영상 모듈(715) 및/또는 영상 디바이스(112c)의 영상 모듈(722)은 외과의사의 주시점이 관심 영역(예컨대, 병소)을 식별하기 위해 어떤 영역(예컨대, 환자의 복강)을 가로질러 스캔할 때 비중첩 방식으로 배열된 상이한 영역들의 영상들을 포착하는 데 사용될 수 있다. 관심 영역에 대응하는 영상이 추가로 (예컨대, 광학적 조작 및/또는 디지털 처리에 의해) 다른 영상 모달리티들로 확대 또는 처리될 수 있다.
- [0152] 눈 추적 시스템(200) 및 하나 이상의 영상 디바이스들(112)을 포함하는 원격 조작 의료 시스템(10)은 외과의사의 주시 영역 및 비주시 영역에 다양한 영상 수정을 적용하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 영상 수정은, 확대, 줌인 또는 줌아웃, 하이라이트, 색상 변경, 탈색, 라벨링, 밝게 하는 것, 흐릿하게 하는 것, 및 선명하게 하는 것(이들로 제한되지 않음)을 비롯한 각종의 영상 효과들 중 임의의 것을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 영상 수정은 비주시 영역을 반강조(deemphasize)하면서 주시 영역을 하이라이트하거나 변경할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 영상 수정은 주시 영역을 그에 반해 하이라이트하기 위해 비주시 영역을 디포커싱(defocusing), 탈색, 또는 흐리게 하는 것을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 영상 수정은 외과의사의 지시에 응답하여 외과의사의 주시 영역을 확대하는 것을 포함한다. 일부 실시예에서, 영상 수정은 외과의사의 확대된 주시 영역을 수술 부위의 1차 뷰 상에 오버레이하는 것을 포함한다. 일부 실시예에서, 영상 수정은 외과의사의 주시 영역에 다양한 영상 모달리티들을 적용하는 것을 포함한다. 일부 실시예에서, 원격 조작 의료 시스템(10)은 영상 수정을 개시하기 위해 (사용자 눈 시선 이외에) 부가의 사용자 입력을 필요로 한다. 일부 실시예에서, 원격 조작 시스템 및 눈 추적 시스템(200)은 어느 영상 디바이스가 1차 영상을 획득하고 어느 영상 디바이스가 보조 또는 2차 영상을 획득하거나 생성하는지를 결정하기 위해 사용자 눈 시선을 해석한다.
- [0153] 도 7a는 원하는 영상 수정을 실현하기 위해 도 6a 및 도 6b에 도시된 영상 디바이스들(112a, 112b, 112c, 112d) 중 임의의 것에 포함될 수 있는 영상 처리 시스템(800)의 블록도를 나타낸 것이다. 영상 처리 시스템(800)은 도 2c에 도시된 제어 유닛(210)과 동일할 수 있는 제어 유닛(802)을 포함한다. 제어 유닛(802)은 입력 데이터를 처리하고 명령을 발행하는 하나 이상의 프로세서들을 포함할 수 있다. 프로세서들은 데이터 및 프로세서들

을 보유하는 메모리(휘발성, 비휘발성, 또는 조합)와 결합될 수 있다. 제어 유닛(802)은 도 2c에 도시된 눈 시선 프로세서(206)로부터 지시 신호를 수신할 수 있다. 제어 유닛(802)은 또한, 도 1c에 도시된 제어 인터페이스들(122)로부터의 입력 신호와 같은, 다른 형태의 입력으로 지시를 수신할 수 있다. 프로그래밍 명령어는, 예를 들어, 눈 시선 프로세서(206)로부터 수신되는 데이터 신호들을 영상 디바이스(112)에 의해 생성된 원본 영상의 요청된 수정을 나타내는 명령 신호들로 변환하는 명령어를 포함할 수 있다. 그 신호들을 사용하여, 제어 유닛(802)은 외과의사가 의도하는 영상 변경의 유형 및/또는 정도를 결정할 수 있다. 예를 들어, 제어 유닛(802)은 외과의사가 줌 또는 확대 기능을 요청하는지 또는 외과의사가 상이한 영상 모달리티 디스플레이를 요청하는지를 결정할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 유닛(802)은 외과의사의 주시점에 대응하는 영역과 나머지 영상 필드(image field)(즉, 비주시 영역)에 상이한 영상 수정을 적용하라는 지시를 수신할 수 있다.

[0154] 지시를 수신한 후에, 제어 유닛(802)은 신호들을 수정기 계산 유닛(modifier calculation unit)(804)으로 송신할 수 있다. 일부 실시예에서, 수정기 계산 유닛은 또한 내시경 조작 계산 유닛이라고도 알려져 있을 수 있다. 일부 실시예에서, 수정기 계산 유닛(804)은 영상 디바이스(112)(예컨대, 112a, 112b, 112c, 112d)의 기구 인터페이스(150)(예컨대, 150d, 150e, 150f)에 포함될 수 있다. 수정기 계산 유닛(804)은 제어 유닛(802)으로부터 수신되는 신호를 명령 또는 동작 신호로 변환하는 프로세서를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 명령 신호는 명령 신호에 의해 지시된 대로 영상을 디지털적으로 변경하기 위해 내시경 프로세서에 의해 직접 처리된다. 그에 부가하여 또는 대안적으로, 명령 신호는 영상 디바이스(112)의 움직임에 영향을 미칠 수 있는 액추에이터들(806)로 전송될 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사의 의도된 영상 수정(예컨대, 확대, 줌인, 또는 줌아웃)은 액추에이터들(806)이 해당 내시경 또는 영상 모듈의 대응하는 움직임을 야기할 때 실현될 수 있다. 수정기 계산 유닛(804)은 데이터 및 프로그래밍(예컨대, 주시점 데이터, 움직임 관련 명령 데이터, 주시점 추적 알고리즘, 영상 수정 알고리즘)을 보유하는 메모리들(휘발성, 비휘발성, 또는 조합)에 결합된 하나 이상의 프로세서들을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 유닛(802), 수정기 계산 유닛(804), 및/또는 내시경 프로세서(808)의 앞서 기술된 기능들이 단일의 프로세서에 의해 수행될 수 있다.

[0155] 액추에이터들(806)은 영상 디바이스(112)의 기구 인터페이스(150)에 기계적으로 결합될 수 있다. 예를 들어, 액추에이터들(806)은 도 6a에 도시된 영상 디바이스(112a)의 기구 인터페이스(150d)에 기계적으로 결합될 수 있다. 액추에이터들(806)은, 예를 들어, 대응하는 영상 디바이스(112)가 부착되어 있는 원격 조작 어셈블리(100)의 카메라 아암(108)(예컨대, 카메라 아암(108, 108a, 및/또는 108b))에 하우징되어 있는 회전 모터(rotary motor)일 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이, 일부 실시예에서, 기구 인터페이스(150)의 수정기 계산 유닛(804)은 액추에이터들(806)의 기계적 입력을 영상 디바이스의 대응하는 리스트들 및 영상 모듈들의 움직임으로 변환할 수 있다.

[0156] 제어 유닛(802)은 또한 조명 유닛(810)의 광 출력을 제어할 수 있다. 조명 유닛(810)은 수술 부위를 조명하기 위해, 도 6a에서의 영상 디바이스(112a)의 광섬유(710) 및/또는 광섬유(711), 및 도 6b에서의 영상 디바이스(112d)에서의 광섬유(726) 및 영상 디바이스(112c)에서의 광섬유(728)와 같은, 하나 이상의 광섬유를 통해 광을 제공할 수 있다.

[0157] 영상 처리 시스템(800)은 복수의 내시경 프로세서들(808) - 각각은, 영상 모듈(714, 715, 720, 또는 722)과 같은, 대응하는 영상 모듈에 대한 영상 포착, 영상 처리, 및/또는 영상 디스플레이 기능들을 수행하도록 구성되어 있음 - 을 포함할 수 있다. 내시경 프로세서(808)는, 예를 들어, 중앙 전자 데이터 처리 유닛(142)의 일부로서 비전 카트(140)에 위치될 수 있다. 내시경 프로세서(808)는 또한 원격 조작 어셈블리(100) 및/또는 외과의사 콘솔(120)에 위치될 수 있다. 내시경 프로세서(808)는 데이터 및 프로그래밍을 보유하는 메모리(휘발성, 비휘발성, 또는 조합)에 결합될 수 있다.

[0158] 내시경 프로세서(808)에 의해 처리된 영상은 도 4a에 도시된 디스플레이(816) 상으로 출력될 수 있다. 일부 실시예에서, 디스플레이(816)는 도 2c에 도시된 바와 같은 눈 추적 시스템(200)의 영상 디스플레이(202a), 영상 디스플레이(202b), 및/또는 주시점 디스플레이(207)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 디스플레이(816)는 도 1d에 도시된 비전 카트(140) 상에 장착되는 터치 스크린 모니터(146)이다. 일부 실시예에서, 디스플레이(816)는, 예를 들어, 외과의사 콘솔(120)에 있는 디스플레이(202a 및 202b) 상에 디스플레이되는 1차 영상에 오버레이되는 2차 또는 수정된 영상을 보여줄 수 있다. 일부 실시예에서, 디스플레이(816)는 중첩 또는 비중첩 방식으로 나란히 디스플레이되는 복수의 영상들(예컨대, 1차 영상 및 수정된 영상)을 보여줄 수 있다.

[0159] 영상 모듈, 예를 들어, 영상 모듈(714, 715, 720, 또는 722)은 수술 부위의 입체 영상을 포착할 수 있는 입체 카메라를 포함할 수 있다. 수술 부위의 입체 영상은, 광섬유(710, 711, 726, 또는 728)와 같은, 광섬유에 의해

내시경 프로세서(808)로 전달될 수 있다. 내시경 프로세서(808)는 영상 모듈에 의해 포착된 입체 영상을 디지털화하고, 입체 영상을 디스플레이(816) 상에 제공할 수 있다. 디스플레이(816) 상에 디스플레이된 입체 영상은 (도 2c에 도시된) 눈 추적 시스템(200)을 통해 외과의사에 의해 3D 입체 영상으로서 인지될 수 있다. 외과의사의 지시가 눈 추적기(204a, 204b)에 의해 포착된 외과의사의 눈 시선 데이터를 사용하여 인식되고 개시될 수 있다. 눈 시선 프로세서(206)는 이 지시를 처리하고 그를 제어 유닛(802)으로 전달할 수 있다. 눈 추적기(204a, 204b) 및 눈 시선 프로세서(206)는, 도 2a 내지 도 2c와 관련하여 앞서 상세히 논의된 바와 같이, 외과의사의 3D 눈 시선의 영상을 포착하고 발생시킬 수 있다.

[0160] 도 6a와 관련하여, 일부 실시예에서, 영상 디바이스(112a)가 원격 조작 의료 시스템(10)에서 사용될 때, 2개의 영상 모듈(714, 715)은 동일한 기구 인터페이스(150d)를 공유할 수 있다. 앞서 기술된 바와 같이, 일부 실시예에서, 영상 모듈(714)은 수술 부위의 1차 영상을 포착하는 데 사용되고, 영상 모듈(715)은 외과의사의 지시에 기초하여 2차(예컨대, 수정된) 영상을 포착하는 데 사용된다. 영상 모듈(714)이 수술 부위의 1차 영상을 포착하는 동안, 눈 시선 프로세서(206)는 외과의사의 눈 주시점에 대응하는 수술 부위에서의 영역의 조절된 영상(예컨대, 비제한적인 예로서, 확대된 영상, 선명해진 영상, 착색된 영상, 탈색된 영상)을 포착하고 디스플레이하라고 영상 모듈(715)에 지시하기 위해 외과의사의 지시를 해석하여 제어 유닛(802)으로 송신할 수 있다. 지시는 제어 유닛(802) 및 수정기 계산 유닛(804)의 하나 이상의 프로세서들에 의해 처리될 수 있다.

[0161] 일부 실시예에서, 그 결과 얻어진 명령 신호가 영상 모듈(714, 715)에 의해 수신된 영상들에 디지털적으로 영향을 미치기 위해(예컨대, 디지털적으로 확대하거나 다른 방식으로 수정하기 위해) 내시경 프로세서(808)로 송신된다. 일부 실시예에서, 그 결과 얻어진 명령 신호가 영상 모듈(715)의 영상 모드를 변경하기 위해(예컨대, 비제한적인 예로서, 영상화되는 파장 범위, 광학적 확대, 또는 시야의 폭을 변경하기 위해) 내시경 프로세서(408)로 송신된다. 일부 실시예에서, 그 결과 얻어진 명령 신호는 영상 모듈(715)의 움직임을 제어하기 위해 케이블, 로드 또는 광섬유(711)를 통해 송신될 수 있고, 영상 모듈(715)은 외과의사의 지시에 기초하여 움직이거나 조절될 수 있다. 예를 들어, 외과의사가 외과의사의 주시점에 의해 식별되는 영역의 확대된 영상을 보고자 할 때, 영상 모듈(715)이 "줌인된" 또는 확대된 영상을 획득하기 위해 샤프트(152d)의 길이방향 축(LA)을 따라 이동할 수 있다. 일부 실시예에서, 영상 모듈(715)은 수술 부위의 1차 영상을 포착하고 디스플레이하기 위해 제어될 수 있고, 영상 모듈(714)은 외과의사의 지시에 기초하여 2차 영상을 포착하고 디스플레이할 수 있다. 2차 영상은 1차 영상의 시각적으로 조절된 부분을 포함할 수 있다.

[0162] 일부 실시예에서, 도 6b에 도시된 바와 같이, 영상 디바이스(112b) 및 영상 디바이스(112c)는 원격 조작 의료 시스템(10)에서 사용될 수 있다. 도 6b에 도시된 바와 같이, 영상 디바이스(112b)는 기구 인터페이스(150d)를 포함하고, 영상 디바이스(112c)는 기구 인터페이스(150f)를 포함한다. 일부 실시예에서, 하나 초과의 제어 유닛(802)이 있을 수 있고, 각각의 제어 유닛(402)은 기구 인터페이스들(150d 및 150f) 중 하나에 결합된다. 대안의 실시예에서, 기구 인터페이스들(150d, 150f) 둘 다에 결합되고 독립적인 지시를 기구 인터페이스들(150d, 150f)로 송신할 수 있는 하나의 제어 유닛(802)이 있을 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 영상 디바이스(112b)는 기구 인터페이스(150d)에 의해 수신된 지시에 기초하여 수술 부위의 1차 영상을 포착하는 데 사용될 수 있고, 영상 디바이스(112c)는 기구 인터페이스(150f)에 의해 수신된 지시에 기초하여 2차 또는 수정된 영상을 포착하는 데 사용될 수 있다.

[0163] 일 실시예에서, 영상 모듈(620)이 수술 부위의 1차 영상을 포착하는 동안, 눈 시선 프로세서(206)는 외과의사의 눈 주시점에 대응하는 수술 부위에서의 영역의 조절된 영상(예컨대, 비제한적인 예로서, 확대된 영상, 선명해진 영상, 착색된 영상, 탈색된 영상)을 포착하고 디스플레이하라고 영상 모듈(722)에 지시하기 위해 외과의사의 지시를 해석하여 제어 유닛(802)으로 송신할 수 있다. 지시는 제어 유닛(802) 및 수정기 계산 유닛(804)의 하나 이상의 프로세서들에 의해 처리될 수 있다.

[0164] 일부 실시예에서, 그 결과 얻어진 명령 신호가 영상 모듈(720, 722)에 의해 수신된 영상들에 디지털적으로 영향을 미치기 위해(예컨대, 디지털적으로 수정하거나 다른 방식으로 수정하기 위해) 내시경 프로세서(808)로 송신된다. 일부 실시예에서, 그 결과 얻어진 명령 신호가 영상 모듈(722)의 영상 모드를 변경하기 위해(예컨대, 비제한적인 예로서, 영상화되는 파장 범위, 광학적 확대, 또는 시야의 폭을 변경하기 위해) 내시경 프로세서(708)로 송신된다. 일부 실시예에서, 그 결과 얻어진 명령 신호는 영상 모듈(722)의 움직임을 제어하기 위해 케이블, 로드 또는 광섬유(728)를 통해 송신될 수 있고, 영상 모듈(722)은 외과의사의 지시에 기초하여 움직이거나 조절될 수 있다. 예를 들어, 외과의사가 외과의사의 주시점에 의해 식별되는 영역의 확대된 영상을 보고자 할 때, 영상 모듈(722)이 "줌인된" 또는 확대된 영상을 획득하기 위해 샤프트(152f)의 길이방향 축을 따라 이동할 수 있다. 대안의 실시예에서, 영상 모듈(722)은 수술 부위의 1차 영상을 포착하고 디스플레이하기 위해 제어될

수 있고, 영상 모듈(720)은 외과의사의 지시에 기초하여 2차 영상을 포착하고 디스플레이할 수 있다.

- [0165] 도 7b는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 다양한 영상 수정을 적용하기 위해 원격 조작 의료 시스템(10)의 영상 디바이스(들)을 제어하는 방법(850)을 나타낸 플로우차트이다. 프로세스(852)에서, 제1 영상 모듈은 수술 부위의 제1 또는 1차 영상을 포착한다. 제1 영상 모듈은 수술 부위의 입체 영상을 포착하도록 구성되는 입체 카메라일 수 있다. 제1 영상 모듈이 포커싱하는 수술 부위 내의 위치가 사용자 이외의 사람, 예를 들어, 수술실에서 환자 옆에 있는 직원에 의해 조절될 수 있다. 그에 부가하여 또는 대안적으로, 제1 영상 모듈이 (도 1c에 도시된 것과 같은) 외과의사 콘솔(120) 또는 원격 조작 의료 시스템(10)의 다른 컴포넌트에 있는 외과의사에 의해 작동되고 제어될 수 있다. 일부 실시예에서, 도 2a 내지 2c와 관련하여 앞서 기술된 바와 같이, 제1 영상 모듈이 외과의사의 주시점에 의해 제어될 수 있다. 상세하게는, 외과의사의 주시점이 제1 영상 모듈에 영향을 미치기 위해 도 2c에 도시된 눈 추적 시스템(200)에 의해 추적되고 해석될 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 영상은 영 또는 낮은 배율의, 환자의 복부와 같은, 수술 부위의 개요 영상이다. 일부 실시예에서, 제1 영상은 영 또는 낮은 배율의 수술 부위(예컨대, 외과의사가 시술하고 있는 수술 부위)의 1차 영상을 포함한다.
- [0166] 방법(850)의 프로세스(854)에서, 제1 영상이 디스플레이하기 위해 제1 영상 모듈에 결합되어 있는 도 7a에 도시된 내시경 프로세서(808)에 의해 처리된다. 내시경 프로세서(808)는 제1 영상을 나타내는 데이터를 수신하고, 제1 영상의 위치, 경계, 및/또는 배율과 같은, 영상 데이터의 다양한 특성들을 디지털화한다. 디지털화된 정보는 내시경 프로세서(808)에 결합된 하나 이상의 메모리들에 저장될 수 있다. 내시경 프로세서(808)는 제1 영상의 영상 정보를 처리하고 제1 영상을 도 7a에 도시된 디스플레이(816) 상에 디스플레이한다. 제1 영상 모듈이 입체 카메라일 때, 제1 영상은 입체 영상이다. 입체 영상이 외과의사 콘솔(120)의 좌안 및 우안 영상 디스플레이(202a, 202b) 상에 디스플레이될 수 있다. 이어서 외과의사가 수술 부위의 3D 1차 영상을 보게 될 수 있다.
- [0167] 프로세스(856)에서, 눈 추적 시스템(200)은 제1 영상의 디스플레이에 상대적인 외과의사의 눈 주시점을 추적한다. 예를 들어, 제1 영상이 좌안 및 우안 영상 디스플레이(202a, 202b) 상에 디스플레이될 때, 도 2c의 눈 추적 시스템은 제1 영상에 상대적인 외과의사의 눈 시선을 결정할 수 있다. 눈 시선 프로세서(206)는, 예를 들어, 외과의사의 주시점의 3D 위치를 제공하기 위해 눈 시선 정보를 디지털화할 수 있다. 디지털화된 정보는 눈 시선 프로세서(206)에 결합된 (도 2c에 도시된) 하나 이상의 메모리들(208)에 저장될 수 있다. 외과의사가 외과의사의 눈 시선을 통해 지시를 송신할 때, 눈 시선 프로세서(206)는 디지털화된 정보를 제어 유닛(210)에 제공할 수 있다. 눈 시선 추적에 의한 원격 조작 의료 시스템의 제어를 위한 디바이스, 시스템 및 방법에 관한 부가 상세는, 예를 들어, 2014년 3월 19일자로 출원된, 발명의 명칭이 MEDICAL DEVICES, SYSTEMS, AND METHODS INTEGRATING EYE GAZE TRACKING FOR STEREO VIEWER인 미국 가출원 제61/955334호 - 이는 그 전체가 본원에 포함됨 - 에서 찾아볼 수 있다.
- [0168] 프로세스(858)에서, 원격 조작 의료 시스템(10)은 다양한 영상 수정을 제공하라는 지시를 외과의사로부터 수신한다. 일부 실시예에서, 외과의사로부터의 지시는 외과의사의 주시 영역의 확대된 영상을 제공하는 것을 포함한다. 일부 실시예에서, 외과의사로부터의 지시는 또한 제2 수정된 영상을 제1 영상 위에 오버레이하는 것을 포함한다. 외과의사로부터의 지시는 또한 제2 영상을 임의의 적당한 영상 모달리티로 디스플레이하는 것을 포함할 수 있다.
- [0169] 프로세스(860)에서, 원격 조작 의료 시스템(10)은 프로세스(858)에서 수신된 지시 및 프로세스(856)에서 추적된 외과의사의 주시점에 기초하여 제2 영상을 포착한다. 일부 실시예에서, 제2 영상이 제어 유닛(210)에 의해 수신된 지시 및 주시점 정보를 사용하여 제2 영상 모듈에 의해 포착될 수 있다.
- [0170] 일부 실시예에서, 제2 영상 모듈의 위치 및 배향이 그에 따라 제2 영상을 포착하기 위해 도 7a에 도시된 영상 처리 시스템(800)에 의해 조절될 수 있다. 다른 실시예에서, 원하는 제2 영상이 제2 영상 모듈의 광학적 조작 없이 디지털 처리를 통해 획득된다. 일부 실시예에서, 원하는 제2 영상을 달성하기 위해 광학적 조작 및 디지털 조작 둘 다가 사용된다.
- [0171] 프로세스(862)에서, 제2 영상이 도 7a에 도시된 디스플레이(816) 상에 디스플레이된다. 예를 들어, 제2 영상은, 외과의사에 의해 요청된 바와 같이, 외과의사의 주시점의 확대된 영상, 또는 상이한 영상 모달리티로 디스플레이되는 영상일 수 있다.
- [0172] 도 8a, 도 9, 및 도 10a는 원격 조작 의료 시스템(10)을 사용하여 달성될 수 있는 상이한 영상 수정을 보여주는 다양한 방법들(900, 1000, 및 1100)을 나타내는 플로우차트이다. 이 방법들이 사실상 예시적인 것에 불과하고 제한하는 것으로 의도되어 있지 않다는 것을 잘 알 것이다. 다른 영상 수정들이 생각되고 있다.

- [0173] 도 8a는 본 개시 내용의 원격 조작 의료 시스템(10)을 사용하여 1차 영상에 오버레이되는 확대된 영상을 디스플레이하는 방법(900)을 나타낸 플로우차트이다. 상세하게는, 방법(900)은 1차 영상 모듈을 사용하여 1차 영상을 포착하고 디스플레이하는 것, 및 보조 영상 모듈을 사용하여 외과의사의 주시점에 대응하는 영역의 확대된 영상을 포착하고 디스플레이하는 것에 관한 것이다. 도 8b는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른, 확대된 영역(930) 내에 디스플레이되는 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역(935)을 나타낸 것이다. 도 8c는 1차 영상(950) 위에 확대된 영상(960)을 디스플레이하는 것의 일 예를 나타낸 것이다. 도 8d는 도 8c에 도시된 1차 영상(950) 및 확대된 영상(960)을 포착하고 발생시키기 위해 도 6a의 영상 디바이스(112a)를 사용하는 것을 나타낸 개략도이다. 도 8e는 도 8c에 도시된 1차 영상(950) 및 확대된 영상(960)을 포착하고 발생시키기 위해 도 6b의 영상 디바이스(112b 및 112c)를 사용하는 것을 나타낸 개략도이다. 도 8a 내지 도 8e는 간단함을 위해 보조 또는 2차 영상을 확대된 영상으로서 기술하고 있으며, 다른 영상 효과들(비제한적인 예로서, 컬러/그레이스케일 영상, 선명한/흐려진 영상, 및 밝은/어두운 영상 등)이 생각되고 있다는 것을 잘 알 것이다.
- [0174] 방법(900)이 도 8a 및 도 8c 내지 도 8e를 참조하여 이하에서 기술된다. 프로세스(902)에서, 수술 부위의 1차 영상(950)이 도 8d의 1차 영상 모듈(714) 또는 도 8e의 1차 영상 모듈(720)에 의해 포착된다. 일부 실시예에서, 1차 영상 모듈은 도 8b에 도시된 방법(950)의 프로세스(952)에서 논의된 제1 영상 모듈일 수 있다.
- [0175] 방법(900)의 프로세스(904)에서, 포착된 1차 영상(950)은 1차 영상 모듈(714) 또는 1차 영상 모듈(720)에 결합되는 내시경 프로세서(908)에 의해 처리되고, 1차 영상이 디스플레이(816) 상에 디스플레이된다.
- [0176] 프로세스(906)에서, 도 2c의 눈 추적 시스템(200)은 외과의사의 눈 주시점을 추적하고 해석한다. 눈 시선 정보는 외과의사의 주시점의 3D 위치를 포함할 수 있다. 눈 시선 정보가 도 8b의 프로세스(956)를 참조하여 논의된 바와 같이 제어 유닛(210)에 제공될 수 있다.
- [0177] 일부 실시예에서, 외과의사는 수술 부위 내의 관심 영역을 보다 상세히 조사하고자 할 수 있다. 예를 들어, 외과의사는, 신경, 혈관, 및 병소와 같은, 수술 부위의 미세한 구조의 확대된 뷰를 검사하고자 할 수 있다. 어떤 경우에, 외과의사는 또한 1차 영상(950) 위에서 또는 1차 영상(950) 위를 가로지르면서 현미경 수술 적용을 개시하고자 할 수 있다. 방법(900)의 프로세스(908)에서, 원격 조작 의료 시스템(10)은 관심 영역의 가상적으로 확대된 영상을 보여주라는 지시를 외과의사로부터 수신한다. 일부 실시예에서, 외과의사는 관심 영역을 찾아내기 위해 자신의 눈 주시점을 사용하고, 각종의 다른 입력 방법들 중 임의의 것을 사용하여 확인 지시를 입력할 수 있다. 예를 들어, 외과의사는 외과의사 콘솔에 있는 버튼을 누르거나, 풋 페달을 태핑하거나, 오디오 메시지를 송신하거나, 윙크를 할 수 있다. 확인 지시는, 도 8d의 영상 모듈(715) 또는 도 8e의 영상 모듈(722)과 같은, 보조 영상 모듈의 제어 유닛(210)으로 송신될 수 있다. 일부 실시예에서, 확인 지시는 또한 선택된 영상 수정의 특성 또는 정도에 관한 보다 상세한 정보를 포함한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 확인 지시는 외과의사의 선호된 확대 레벨에 관한 정보를 포함한다. 그에 부가하여, 눈 시선 프로세서(206)에 의해 제공되는 외과의사의 주시점에 관한 위치 정보가 또한 대응하는 보조 영상 모듈에 결합된 제어 유닛(210)으로 송신될 수 있다.
- [0178] 앞서 언급된 바와 같이, 도 8b는 가상적으로 확대된 영역(930) 내에 디스플레이되는 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역(935)을 나타내고 있다. 가상적으로 확대된 영역(930)은 (예컨대, 눈 시선 프로세서(206)에 의해 제공되는) 외과의사의 눈 시선에 관한 디지털화된 위치 정보, 및 (예컨대, 프로세스(908)에서 획득되는) 외과의사의 지시에 포함되어 있는 선호된 확대 레벨을 사용하여 발생될 수 있다. 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역은 원격 조작 의료 시스템(10)의 현재 사용자의 특징적 눈 움직임을 반영한다. 일반적으로, 사람의 눈 움직임은 빈번한 단속적 운동을 포함할 수 있고, 눈 움직임 거동이 사람마다 다르다. 이와 같이, 눈 추적 문턱값 영역(935)은 외과의사의 눈 시선이 빈번히 단속적 운동을 하는 영역을 포함하고, 외과의사의 관찰된 눈 움직임 거동에 대응할 수 있다. 상이한 외과의사들이 상이한 단속적 운동 주파수, 속도, 및 진폭을 가질 수 있기 때문에, 눈 추적 문턱값 영역(935)의 형상 및 크기가 외과의사마다 다를 수 있다. 특징의 외과의사의 눈 추적 문턱값 영역(935)이 눈 추적 교정 프로세스 동안 결정될 수 있다.
- [0179] 외과의사의 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역(935)은 이 외과의사의 눈 시선 측정의 정확도 및 정밀도 범위를 반영할 수 있다. 일부 실시예에서, 눈 추적 문턱값 영역(935)은 측정된 외과의사의 눈 주시점의 중앙 위치는 물론 그 지점에서의 반복된 움직임의 일관성을 검증하는 데 사용될 수 있다. 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역(935)은, 눈 추적 문턱값 영역(935)과 확대된 영역(930) 간의 비교를 용이하게 하기 위해, 확대된 영역(930)과 중심이 일치하도록 배열될 수 있다.
- [0180] 확대된 영역(930)과 눈 추적 문턱값 영역(935)의 원형 형상들이 본 개시 내용에서의 설명을 위한 예시적인 것에

불과하고, 영역들(930, 935)이, 비제한적인 예로서, 직사각형, 타원형, 또는 정사각형을 비롯한, 각종의 적당한 형상들 중 임의의 형상으로 형성될 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 일부 실시예에서, 외과의사의 눈 추적 문턱값 영역(935)이 누적된 스트레스 또는 피로로 인해 변할 수 있기 때문에, 외과의사는 눈 추적 문턱값 영역(935)을 업데이트하기 위해 다른 교정 세션을 거칠 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사의 임의의 비정상적인 눈 움직임 거동이 검출될 때 외과의사 및/또는 다른 보건 직원에게 경고하기 위해, 외과의사의 눈 움직임 거동이 눈 추적 시스템(200)에 의해 실시간으로 모니터링될 수 있다. 예를 들어, 눈 추적 시스템(200)이 외과의사에 대한 비정상적인 그리고/또는 평소답지 않은 눈 움직임 거동을 검출하는 경우, 재교정 프로세스를 요청하는 경고가 (예컨대, 디스플레이(816)를 통해) 시스템(200)에 의해 외과의사로 송신될 수 있거나, 외과의사가 현재 시술 세션을 중단하도록 권고받을 수 있다.

[0181] 방법(900)의 프로세스(910)에서, 확대된 뷰에서의 의도하지 않은 지터링(jittering)을 피하기 위해 외과의사(예컨대, 현재 사용자)의 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역(935)의 크기가 (예컨대, 도 7a에 도시된 영상 처리 시스템(800)) 가상적으로 확대된 영역(930)의 크기와 비교된다. 이 비교는 눈 시선 프로세서(206) 및/또는 제어 유닛(210)의 프로세서들에 의해 수행될 수 있다. 확대된 영역(930)이 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역(935)보다 더 작은 경우, 외과의사의 현재 주시점이 원하는 정확도 및 정밀도의 범위 내에 있지 않을 수 있고, 외과의사의 현재 주시점의 확대된 영상(930)이 의도하지 않은 지터링 또는 단속적 운동으로 디스플레이될 수 있다. 환언하면, 외과의사의 눈 주시점이 미리 결정된 눈 추적 문턱값(935) 밖에 위치되는 경우, 도 7a에 도시된 영상 디스플레이(816)(예컨대, 도 2c에 도시된 영상 디스플레이(202a, 202b))와 관련하여 외과의사의 눈 시선이 이동함에 따라 확대된 영상(930)에 의해 표현되는 수술 부위가 변한다. 일부 실시예에서, 평균 주시점(예컨대, 특정의 기간 또는 특정의 수(N개)의 영상 프레임들에 걸쳐 주시점의 시간 평균 가중)이 시선 프로세서(206) 및/또는 제어 유닛(210)의 프로세서들에 의해 계산될 수 있고, 평균 주시점이 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역(935)과 비교될 수 있다. 예를 들어, (예컨대, 마지막 N 개의 영상 프레임들에 걸친) 평균 주시점이 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역(935) 밖으로 움직이는 경우, 도 7a에 도시된 영상 디스플레이(816)(예컨대, 도 2c에 도시된 영상 디스플레이(202a, 202b))와 관련하여 확대된 영역(930)의 위치가 이동한다. 이와 같이, 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역(935)은, 확대된 뷰의 위치의 의도하지 않은 지터링을 야기함이 없이(예컨대, 외과의사의 눈 시선의 자연스러운 단속적 운동을 추적하거나 반영하기 위해 확대된 영상(930)을 변경함이 없이), 사용자의 눈 시선의 자연스러운 단속적 운동 또는 이동을 가능하게 한다.

[0182] 일부 실시예에서, 외과의사의 눈 주시점이 미리 결정된 눈 추적 문턱값(935) 밖에 위치되는 경우, 외과의사의 현재 주시점이 확대되지 않을 수 있고, 방법(900)은 외과의사의 눈 시선을 계속하여 추적하기 위해 프로세스(906)로 되돌아간다. 일부 실시예에서, 외과의사가 1차 영상 모듈의 포커싱 위치를 변경하는 것에 의해 1차 영상을 변경하고자 하는 경우, 방법(900)은 상이한 1차 영상을 포착하기 위해 프로세스(902)로 되돌아간다.

[0183] 그렇지만, 외과의사의 눈 시선을 반영하는 확대된 영역(930)이 (예컨대, 도 7a에 도시된 영상 처리 시스템(800)에 의해) 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역(935)보다 더 큰 것으로 결정되는 경우, (예컨대, 눈 추적 시스템(200)에 의해 측정되는) 외과의사의 현재 주시점이 현재 외과의사의 눈 시선 측정의 원하는 정확도 및 정밀도 범위 내에 있는 것으로 생각될 수 있다. 환언하면, 외과의사의 주시점이 미리 결정된 눈 추적 문턱값(935) 내에 있는 것으로 결정되는 경우, 확대된 영상(530)은 움직이지 않은 채로 있다. 외과의사의 현재 주시점의 확대된 영상(930)이 양눈의 의도하지 않은 지터링 또는 단속적 운동을 반영함이 없이 (예컨대, 확대된 영역(930)으로서) 디스플레이될 수 있다.

[0184] 프로세스(911)에서, 눈 시선 프로세서(206) 및/또는 제어 유닛(210)의 프로세서들은 확대된 영역(930)이 1차 영상 내에 있는지를 질의한다. 일부 예에서, 외과의사의 눈 시선이, 의도적으로 또는 의도하지 않게, 1차 영상 모듈(714) 또는 1차 영상 모듈(720)에 의해 포착된 1차 영상의 가장자리 밖의 또는 가장자리에 있는 영역으로 이동시킬 수 있다. 일반적으로, 1차 영상의 가장자리 밖에서 또는 가장자리에서보다 1차 영상의 중간 영역 근방에서 사용자의 확대된 시야(예컨대, 관심 영역의 확대된 영역(930))를 찾아내고 제어하는 것이 더 용이하고 더 정확할 수 있다. 이와 같이, 프로세스(911)에서, 외과의사의 눈 주시점이 1차 영상 내에 있다는 것을 확인하기 위해, 외과의사의 눈 시선의 가상적으로 확대된 영역(930)이 1차 영상 모듈에 의해 포착된 1차 영상(950)과 추가로 비교된다.

[0185] 확대된 영역(930)이 1차 영상(950)의 가장자리 밖에 또는 가장자리에 있는 경우, 방법(900)은 새로운 1차 영상 및 확대된 영상을 획득하기 위해 1차 영상 모듈 및/또는 보조 영상 모듈의 위치 및 배향을 조절하는 프로세스(902)로 다시 진행할 수 있다. 어떤 경우에, 1차 영상 모듈은 수술 부위 내에서 보조 영상 모듈의 움직임 또는 방향을 "따라갈" 수 있다. 예를 들어, 도 7a에 도시된 영상 처리 시스템(800)은 외과의사의 눈 주시점을 이동

시키는 것과 협력하여 보조 영상 모듈(715 또는 722)(각각, 도 8d 및 도 8e에 도시됨)을 이동시킬 수 있고, 확대된 영역(930)을 "따라가고" 따라서 확대된 영상을 1차 영상의 중앙 부분 내에 유지하기 위해 1차 영상 모듈(714 또는 720)(각각, 도 8d 및 도 8e에 도시됨)을 이동시킬 수 있다. 일부 실시예에서, 디지털화된 외과의사의 눈 시선 정보가 대응하는 1차 영상 모듈의 제어 유닛(210)에 의해 그의 위치를 적절히 조절하는 데 사용될 수 있다.

[0186] 원격 조작 의료 시스템(10)(예컨대, 도 7a에 도시된 영상 처리 시스템(800))이 외과의사의 확대된 눈 시선의 가상적으로 확대된 영역(930)이 1차 영상(950) 내에 있다고 결정할 때, 방법(900)은 프로세스(912)로 진행한다. 프로세스(912)에서, 제어 유닛(210)은 외과의사의 눈 시선 및/또는 다른 입력들을 통해 외과의사의 지시를 수신하고 처리한다. 예를 들어, 제어 유닛(210)은 외과의사의 주시점의 디지털화된 위치 정보를 눈 시선 프로세서(206)로부터 수신한다. 제어 유닛(210)은 또한 외과의사에 의해 입력된 선호된 배율을 수신할 수 있다. 제어 유닛(210)은 위치 및 배율 데이터를 기구 인터페이스(150)(예컨대, 보조 영상 모듈(715) 또는 보조 영상 모듈(722)에, 각각, 연결된 기구 인터페이스(150d) 또는 기구 인터페이스(150f))로 송신할 수 있다. 앞서 기술된 바와 같이, 일부 실시예에서, 기구 인터페이스(150d) 또는 기구 인터페이스(150f)는 위치 및 배율 정보를 보조 영상 모듈(715) 또는 보조 영상 모듈(722)에 결합된 액추에이터(806)로 송신할 수 있고, 액추에이터(806)는, 도 8d 및 도 8e에 도시된 바와 같이, 대응하는 영상 모듈을 외과의사의 주시점의 위치로 움직이기 위해 보조 영상 모듈을 구동할 수 있다. 샤프트(152d)/리스트(713) 또는 샤프트(152f)/리스트(727), 및 대응하는 보조 영상 모듈(715) 또는 영상 모듈(722)은 원하는 확대 레벨에 대응하는 특정 거리만큼 샤프트의 길이방향 축을 따라 외과의사의 주시점 쪽으로 연장될 수 있고, 확대된 영상(960)(도 8d 및 도 8e에 도시됨)은 대응하는 보조 영상 모듈(715 또는 722)에 의해 포착될 수 있다.

[0187] 프로세스(914)에서, 보조 영상 모듈(예컨대, 715 또는 722)은 액추에이터(806)가 외과의사의 지시에 응답하여 보조 영상 모듈을 조절한 후에 외과의사의 주시점에 의해 표시된 관심 영역의 2차 또는 수정된 영상을 포착한다. 보조 영상 모듈은 외과의사의 주시점에 의해 표시된 관심 영역의 확대된 영상(960)을 포착한다. 일부 실시예에서, 보조 영상 모듈은 입체 영상을 포착할 수 있는 도 6c에 도시된 입체 카메라(730)를 포함한다.

[0188] 프로세스(916)에서, 영상 처리 시스템(800)(도 7a에 도시됨)은 외과의사의 주시점의 확대된 영상(960)을 처리하고 1차 영상(950) 상에 오버레이된 영상으로서 디스플레이한다. 일부 실시예에서, 확대된 영상(960)은 광학적 배율 방법들(예컨대, 외과의사의 눈 주시점에 의해 나타내어진 관심 영역에 상대적인 보조 영상 모듈의 물리적 조절)을 통해 포착되었을 수 있다. 그에 부가하여 또는 대안적으로, 확대된 영상(960)이 내시경 프로세서(808)에 의해 (예컨대, 디지털 조작을 통해) 생성되었을 수 있다. 내시경 프로세서(808)는 보조 영상 모듈에 의해 포착되는 확대된 영상(960)을 디지털화할 수 있고, 이어서 확대된 영상(960)을 디스플레이(816) 상에서 1차 영상(950) 위에 오버레이하도록 위치 맞춤할 수 있다.

[0189] 일부 실시예에서, 공통 특징 기반 방법(예컨대, 공통 랜드마크 방법)이 확대된 영상(960)을 1차 영상(950) 위에 오버레이하도록 위치 맞춤하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 내시경 프로세서(808)는 1차 영상(950) 및 확대된 영상(960) 둘 다에 존재하는, 도 8c의 특징(955)과 같은, 공통의 특징을 식별할 수 있다. 내시경 프로세서(808)는 이어서 확대된 영상(960)의 공통의 특징(955)을 1차 영상(950)에서의 공통의 특징(955)과 공간적으로 정렬시킬 수 있다. 공통 특징 기반 방법이 본원에서 확대된 영상(960)을 1차 영상(950)과 서로 위치 맞춤하는 방법으로서 기술되어 있지만, 비제한적인 예로서, 강도 기반 방법 또는 특징 기반 방법과 같은, 임의의 적당한 방법이 확대된 영상(960)을 1차 영상(950)에 오버레이하도록 위치 맞춤하는 데 사용될 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0190] 일부 실시예에서, 디스플레이(816)는 영상 디스플레이(202a 및 202b)와 동일할 수 있다. 보조 영상 모듈이 도 6c에 도시된 것과 같은 입체 카메라를 포함할 때, 입체 카메라는 입체 영상을 요구된 배율로 포착할 수 있고, 내시경 프로세서(808)는 디스플레이될 그리고 영상 디스플레이(202a 및 202b) 상에, 각각, 1차 영상(950)의 입체 영상에 오버레이될 좌 및 우 입체 영상을 발생시킬 수 있다. 외과의사는 입체 영상을 확대된 눈 주시점의 3D 영상인 것으로 인지할 수 있다. 그에 부가하여 또는 대안적으로, 디스플레이(816)는, 도 1d에 도시된 터치 스크린(146)과 같은, 외부 디스플레이를 포함할 수 있다.

[0191] 프로세스(918)에서, 원격 조작 의료 시스템(10)은 확대된 영상이 외과의사에 의해 요망되는지를 절의한다. 시술 동안, 외과의사는 확대된 영상을 ON 및 OFF시키거나 확대된 영상을 ON 및 OFF로 토글링할 수 있다. 외과의사가 확대된 영상(960)을 본 후에, 외과의사는 확대된 영상(960)을 오프시키거나, 감추거나, 닫으라는 종료 지시를 송신할 수 있다. 외과의사는 임의의 방법을 사용하여 종료 지시를 송신할 수 있다 - 예를 들어, 외과의사

는 외과의사 콘솔에 있는 버튼을 누르거나, 풋 페달을 태핑하거나, 오디오 메시지를 송신하거나, 심지어 링크를 할 수 있다.

[0192] 확대된 영상(960)을 오프시키거나, 감추거나, 닫으라는 지시를 외과의사로부터 수신할 때, 방법(900)은 프로세스(920)로 진행한다. 프로세스(920)에서, 영상 처리 시스템(800)은 확대된 영상(960)을 디스플레이(816)로부터 오프시키거나, 감추거나, 닫는다. 확대된 영상(960)이 오프되거나 보이지 않게 감춰질 때, 디스플레이(816)는 1차 영상(950)만을 디스플레이한다. 영상 디스플레이(816) 상의 확대된 영상(960)을 위치 맞춤 해제(deregister)하기 위해 종료 지시가 대응하는 보조 영상 모듈에 결합된 제어 유닛(210)으로 송신될 수 있고, 따라서 1차 영상(950) 위에 있는 확대된 영상(960)의 오버레이된 모습이 사라진다. 일부 실시예에서, 확대된 영상(960)이 디스플레이(816) 상에 디스플레이되지 않더라도, 보조 영상 모듈은 확대된 영상(960)을 계속하여 획득한다. 다른 실시예에서, 보조 영상 모듈이 비활성화된다. 제어 유닛(210)이 보조 영상 모듈을 오프시킬 수 있고, 액추에이터(806)를 제어하는 것에 의해 보조 영상 모듈을 외과의사의 주시점의 위치 밖으로 움직일 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사가 확대된 영상(816)을 온시키라는 지시를 송신하는 일 없이 미리 결정된 양의 시간이 경과하거나 (예컨대, 재시작 지시를 통해) 확대된 영상(960)을 디스플레이(816) 상에 다른 방식으로 보여준 후에만 보조 영상 모듈이 비활성화될 수 있다.

[0193] 어떤 경우에, 외과의사는 수술 부위 내의 다른 관심 영역의 확대된 영상을 보고자 할 수 있다. 방법(900)은, 영상 처리 시스템(900)이 확대를 종료하라는 지시를 수신하지 않은 경우 또는 시스템(900)이 확대를 재시작하라는 지시를 외과의사로부터 수신하는 경우, 프로세스(908)로 되돌아갈 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사는 자신의 눈 주시점을 변경할 수 있고, 새로운 지시는 (예컨대, 프로세스(910) 내지 프로세스(918)에 의해 개략적으로 나타낸 바와 같이) 외과의사의 새로운 눈 주시점의 확대된 영상을 포착하고 디스플레이하는 것을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 현재 배율이 미세한 구조를 적절히 검사하기에 불충분할 때, 새로운 지시는 프로세스(910) 내지 프로세스(918)를 사용하여 외과의사의 주시점의 현재의 확대된 영상에 대한 추가적인 확대 또는 "줌인"을 지시할 수 있다.

[0194] 도 9는 본 개시 내용의 일 실시예에 따른, 상이한 영상 모달리티들을 사용하여 1차 영상 및 2차 영상을 포착하고 디스플레이하기 위해 영상 디바이스(112a, 112b, 및/또는 112c)를 제어하는 데 영상 처리 시스템(800)을 사용하는 방법(1000)을 나타낸 플로우차트이다. 도 6a의 영상 디바이스(112a)가 사용될 때, 제1 영상 모달리티에서의 1차 영상은 1차 영상 모듈(714)을 사용하여 포착되고 디스플레이될 수 있으며, 보조 또는 2차 영상은, 형광 투시 또는 초음파 검사(ultrasonography)와 같은, 상이한 영상 모달리티를 사용하는 보조 영상 모듈(715)을 사용하여 포착될 수 있다. 보조 영상은 외과의사가 외과의사의 주시점에 대응하는 관심 영역 내의 구조를 특성 분석하고 그리고/또는 식별하는 데 도움을 줄 수 있다. 일부 실시예에서, 보조 영상 모듈(715)은 외과의사의 주시점의 확대된 영상을 상이한 영상 모달리티로 제공하도록 구성되거나 조절될 수 있다.

[0195] 일부 실시예에서, 도 6b의 영상 디바이스(112b)가 사용될 때, 1차 영상이 1차 영상 모듈(720)을 갖는 1차 영상 디바이스(112b)를 사용하여 포착되고 디스플레이될 수 있으며, 외과의사의 주시점에 있는 구조를 특성 분석하고 그리고/또는 식별하기 위해, 2차 또는 보조 영상이 보조 영상 디바이스(112c)의 보조 영상 모듈(722)을 사용하여, 형광 투시 또는 초음파 검사와 같은, 상이한 영상 모달리티로 포착될 수 있다. 일부 실시예에서, 보조 영상 모듈(722)은 외과의사의 주시점의 확대된 영상을 상이한 영상 모달리티로 제공하도록 조절될 수 있다.

[0196] 수술의 시작 이전에, 보조 영상을 제공하도록 구성되는 영상 처리 시스템(800)이 외과의사의 요청에 기초하여 수정될 수 있다. 일부 실시예에서, 예를 들어, 외과의사가 형광 투시에서의 보조 영상을 갖고자 하는 경우, 조명 유닛(810)은 X-선 광원을 이용할 수 있고, 디스플레이(816)는 형광 스크린일 수 있다. 일부 실시예에서, 영상 처리 시스템(800)은 X-선을 가시광 출력으로 변환하기 위해 임의의 공지된 기술을 포함할 수 있고, 디스플레이(816)를 CCD 비디오 카메라를 갖는 보조 영상 모듈에 결합시킬 수 있다. 형광 투시를 위한 영상 처리 시스템(800)은 영상들이 기록되고 디스플레이(816) 상에 보여질 수 있게 한다.

[0197] 일부 실시예에서, 외과의사가 초음파 검사에서의 보조 영상을 갖고자 하는 경우, 조명 유닛(810)은 초음파를 발생시키도록 구성되는 압전 트랜스듀서를 이용할 수 있고, 보조 영상 모듈은 적절한 주파수 범위에서 동작하는 초음파 스캐너일 수 있고, 내시경 프로세서(808)는 수신된 음파를 처리하여 디스플레이(816) 상에 디스플레이될 디지털 영상으로 변환할 수 있다. 이와 같이, 영상 처리 시스템(800)은 외과의사의 요청에 기초하여 원하는 영상 모달리티를 포착하고 디스플레이할 수 있기 위해 요구된 컴포넌트들의 임의의 적당한 배열에 의해 임의의 적당한 기술을 채택하도록 수정되고 구성될 수 있다.

[0198] 방법(1000)의 프로세스(1002)에서, 1차 영상 모듈은 수술 부위의 1차 영상을 포착하는 데 사용된다. 프로세스

(1004)에서, 영상 처리 시스템(800)은 1차 영상을 처리하고 디스플레이(816) 상에 디스플레이한다. 프로세스(1006)에서, 눈 추적 시스템(200)(도 2c에 도시됨)은 외과의사의 눈 주시점을 추적한다. 일부 실시예에서, 1차 영상은 입체 영상을 포함할 수 있고, 외과의사의 주시점의 3D 위치가 추적된다. 방법(1000)의 프로세스(1002, 1004, 및 1006)는 도 8a에 도시된 방법(850)의 프로세스(902, 904, 및 906)와 실질적으로 유사할 수 있다.

[0199] 방법(1000)의 프로세스(1008)에서, 외과의사는 자신의 주시점을 관심 영역으로 향하게 하고, 임의의 적당한 방법을 사용하여 (예컨대, 2차 영상을 보기 위한) 지시를 입력할 수 있다. 예를 들어, 외과의사는 외과의사 콘솔에 있는 버튼을 누르거나, 풋 페달을 태핑하거나, 오디오 메시지를 송신하는 것에 의해, 또는 링크를 하는 것에 의해 지시를 송신할 수 있다. 지시는 보조 영상 모듈에 결합된 제어 유닛(802)(도 6a에 도시됨)으로 송신될 수 있다. 일부 실시예에서, 지시는 또한 선호된 영상 모달리티 유형 및/또는 선호된 배율과 같은 정보를 포함할 수 있다. 그에 부가하여, 눈 시선 프로세서(206)(도 2c에 도시됨)에 의해 제공되는 외과의사의 주시점의 위치 정보가 또한 보조 영상 모듈의 제어 유닛(802)으로 송신될 수 있다.

[0200] 프로세스(1010)에서, 도 8a에서의 프로세스(911)와 유사하게, 영상 처리 시스템(400)은 외과의사의 눈 시선이 1차 영상 모듈에 의해 포착된 1차 영상에 의해 표현되는 영역 밖의 영역으로 향해 있는지를 결정한다. 외과의사의 눈 주시점이 1차 영상에 의해 표현된 영역 밖에 있는 것으로 결정되는 경우, 방법(1000)은 외과의사의 눈 주시점에 대응하는 영역을 포함하는 업데이트된 1차 영상을 형성하기 위해 1차 영상 모듈의 위치 및 배향을 조절하는 프로세스(1002)로 다시 진행할 수 있다. 외과의사의 눈 주시점이 1차 영상 내에 있을 때, 방법(1000)은 프로세스(1012)로 진행한다.

[0201] 프로세스(1012)에서, 제어 유닛(802)은 프로세스(1008)에서 수신된 외과의사의 지시를 처리하고, 원하는 2차 영상을 포착하기 위해 보조 영상 모듈을 준비시킨다. 일부 실시예에서, 제어 유닛(802)은 요청된 영상을 포착하기 위해 보조 영상 모듈을 물리적으로 위치시키거나 조절하라고 액추에이터들(806)에 지시할 수 있다.

[0202] 프로세스(1014)에서, 보조 영상 모듈은 외과의사의 지시에 따라 요청된 모달리티로 영상을 포착할 수 있다. 그에 부가하여 또는 대안적으로, 제어 유닛(802)은 2차 영상을 원하는 모달리티로 디지털적으로 준비하라고 내시경 프로세서(808)에 지시한다.

[0203] 프로세스(1016)에서, 내시경 프로세서(808)는 요청된 2차 영상을 처리하고 디스플레이(816) 상에 디스플레이한다. 일부 실시예에서, 앞서 기술된 바와 같이, 내시경 프로세서(808)는, 2차 영상이 영상 디스플레이(816) 상에서 1차 영상 위에 오버레이로서 정렬되고 디스플레이될 수 있도록, 2차 영상과 1차 영상 사이의 공통 특징을 처리하고 식별한다. 2차 영상을 위치 맞추고 1차 영상 위에 오버레이하기 위해 다른 적당한 방법들이 사용될 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 다른 실시예에서, 2차 영상이 1차 영상에 인접하여 중첩 또는 비중첩 방식으로 디스플레이될 수 있다.

[0204] 프로세스(1018)에서, 영상 처리 시스템(800)은 외과의사가 보조 영상화 프로세스를 계속하고자 하는지 그리고/또는 보조 영상을 계속 보고자 하는지를 결정한다. 상이한 위치들에 있는 영상들에 대해서든 상이한 모달리티들에서의 영상들에 대해서든, 보조 영상화를 계속하는 것이 외과의사에 의해 요청되는 경우, 방법(1000)은 외과의사로부터 새로운 지시를 획득하기 위해 프로세스(1008)로 되돌아간다. 영상 처리 시스템(800)은 외과의사가 보조 영상화를 종료하고자 하고 그리고/또는 보조 영상을 보는 것을 중단하고자 하는 것으로 결정하는 경우, 프로세스(1020)에서, 보조 영상화 프로세스가 종료될 수 있고 그리고/또는 보조 영상이 숨겨질 수 있다(예컨대, 오프로 토글링됨). 방법(1000)의 프로세스(1012) 내지 프로세스(1020)는 도 8a의 방법(900)의 프로세스(912) 내지 프로세스(920)와 실질적으로 유사하다.

[0205] 도 10a는 영상 모듈이 외과의사의 눈 시선을 따라가고 영상 디스플레이(816) 상의 1차 영상에 의해 표현된 영역을 가로질러 스캔할 때 포착되는 복수의 영상들(예컨대, 도 10b에 도시된 영상들(1150 내지 1154, 1160 내지 1164, 및 1170 내지 1174))을 디스플레이하는 방법(1100)을 나타낸 것이다. 도 10b는 영상 모듈이 영상 디스플레이(816) 상의 1차 영상을 가로질러 스캔하라는 외과의사의 눈 시선에 의해 전달되는 지시를 따를 때 포착되고 디스플레이되는 복수의 예시적인 영상들을 나타낸 것이다.

[0206] 프로세스(1102)에서, 영상 처리 시스템(800)은 1차 영상 모듈(예컨대, 도 6a의 1차 영상 모듈(714) 또는 도 6b의 1차 영상 모듈(720))을 사용하여 1차 영상을 포착하고 디스플레이한다. 앞서 기술된 바와 같이, 1차 영상 모듈은 수술 부위의 입체 영상을 포착하도록 구성되는 입체 카메라일 수 있다. 1차 영상 모듈이 또한 (도 1c에 도시된 것과 같은) 외과의사 콘솔(120)에 있는 외과의사에 의해 작동되고 제어될 수 있다. 1차 영상 모듈이 또한 수술실에 있는 다른 직원에 의해 조절될 수 있다. 일부 실시예에서, 1차 영상은 영 또는 낮은 배율의, 환자

의 복강과 같은, 수술 부위의 개요 영상일 수 있다. 포착된 1차 영상은 1차 영상 모듈에 결합될 수 있는 내시경 프로세서(808)에 의해 처리될 수 있다. 내시경 프로세서(808)는 1차 영상을 수신하고, 1차 영상의 위치, 경계, 및/또는 확대 레벨과 같은, 다양한 유형의 1차 영상 데이터를 디지털화한다. 디지털화된 정보는 내시경 프로세서(808)에 결합된 하나 이상의 메모리들에 저장될 수 있다. 내시경 프로세서(808)는 또한 1차 영상을 디스플레이(816) 상에 디스플레이하기 위해 1차 영상의 영상 정보를 처리할 수 있다.

[0207] 프로세스(1104)에서, 도 2c의 눈 추적 시스템(200)은, 외과의사의 양눈이 프로세스(1102)에서 획득된 1차 영상을 가로질러 스캔할 때, 외과의사의 눈 시선을 추적한다. 외과의사의 눈 시선이 눈 추적 시스템(200)의 눈 추적기(204a 및 204b)를 사용하여 추적될 수 있다. 눈 시선 프로세서(206)는 눈 추적기(204a 및 204b)에 의해 제공되는 눈 시선 정보를 처리하고, 영상 디스플레이(202) 및/또는 수술 부위에 상대적인 외과의사의 주시점의 3D 위치와 같은, 외과의사의 주시점에 관한 데이터를 디지털화할 수 있다. 디지털화된 정보는 눈 시선 프로세서(206)에 결합된 하나 이상의 메모리들(208)에 저장될 수 있다. 눈 시선 프로세서(206)는 또한, 외과의사가 외과의사의 눈 시선에 기초하여 지시를 송신할 때, 정보를 제어 유닛(802)에 제공할 수 있다.

[0208] 프로세스(1106)에서, 영상 처리 시스템(800)은 외과의사로부터 지시를 수신한다. 일부 실시예에서, 외과의사는 추가적인 조사를 위해 1차 영상을 가로질러 스캔하는 동안 하나 이상의 관심 영역들을 식별할 수 있다. 외과의사는 관심 영역들의 수정된 뷰(예컨대, 비제한적인 예로서, 확대된 뷰, 상이한 영상 모달리티의 뷰, 하이라이트된 또는 선명하게 된 뷰, 밝아진 또는 착색된 뷰, 또는 다른 방식으로 그래픽적으로 조절된 뷰)를 요청할 수 있다. 예를 들어, 외과의사는 또한 관심 구조들을 추가로 조사하고 그리고/또는 특성 분석하기 위해 관심 영역들의 뷰를 상이한 영상 모달리티로 요청할 수 있다. 일부 실시예에서, 외과의사는 관심 영역들 내의 구조의 보다 상세한 영상을 보기 위해 관심 영역들의 확대된 뷰를 요청할 수 있다.

[0209] 외과의사가 관심 영역을 주시할 때, 외과의사는 각종의 적당한 입력 방법들 중 임의의 것을 사용하여 확인 지시를 입력할 수 있다. 예를 들어, 외과의사는 원하는 지시를 입력하기 위해 외과의사 콘솔에 있는 대응하는 버튼을 누르거나, 풋 페달을 태핑하거나, 오디오 메시지를 송신하거나, 특정의 패턴으로 깜빡일 수 있다. 확인 지시가 1차 영상 모듈과 동일할 수 있거나 그렇지 않을 수 있는 영상 모듈에 결합되는 제어 유닛(802)으로 송신될 수 있다. 영상 모듈이 1차 영상 모듈(714) 또는 1차 영상 모듈(720)과 상이할 때, 도 6a의 보조 영상 모듈(715) 또는 도 6b의 보조 영상 모듈(722)이 제어 유닛(802)에 의해 활성화될 수 있다. 일부 실시예에서, 확인 지시는 또한, 선회된 영상 모달리티, "줌인된" 영상에 대한 원하는 확대 레벨, 및/또는 다른 유형의 시각적/그래픽 효과와 같은, 외과의사의 원하는 조사 모드 정보를 포함할 수 있다. 그에 부가하여, 눈 시선 프로세서(206)에 의해 제공되는 외과의사의 주시점의 3D 위치 정보가 제어 유닛(802)으로 송신된다. 일부 실시예에서, 외과의사의 확인 지시를 제어 유닛(802)으로 송신하기 전에, 영상 처리 시스템(800)(예컨대, 제어 유닛(802)의 프로세서 및/또는 눈 시선 프로세서(206))은 방법(900)의 프로세스(910 및 911)와 유사한 하나 이상의 결정 프로세스들을 수행할 수 있다.

[0210] 프로세스(1108)에서, 영상 처리 시스템(800)은 외과의사의 확인 지시를 처리한다. 제어 유닛(802)은 눈 시선 프로세서(206)로부터의 외과의사의 주시점의 위치 정보 및 확인 지시(외과의사의 원하는 조사 모드 정보를 포함함)를 수신한다. 제어 유닛(802)은 위치 데이터 및 확인 지시를 적절한 영상 모듈에 연결되는 기구 인터페이스(150)로 송신할 수 있다. 일부 실시예에서, 기구 인터페이스(150)는 위치 데이터 및 확인 지시를 액추에이터(806)로 송신할 수 있고, 액추에이터(806)는 영상 모듈을 영상 모듈이 외과의사의 주시점에 의해 표현되는 관심 영역의 원하는 영상을 획득할 수 있는 물리적 위치로 구동할 수 있다. 예를 들어, 외과의사가 외과의사의 주시점에 의해 식별되는 관심 영역의 확대된 영상을 요청할 때, 영상 모듈은 확대된 영상을 원하는 확대 레벨로 포착하기 위해 샤프트의 축을 따라 연장하기 위해 액추에이터(806)에 의해 구동될 수 있다.

[0211] 프로세스(1110)에서, 영상 모듈은 (예컨대, 프로세스(1106)에서 송신된 외과의사의 지시에 기초하여) 외과의사의 주시점에 의해 표시된 관심 영역의 2차 영상을 포착한다. 상세하게는, 일부 실시예에서, 액추에이터(1106)는 영상 모듈의 위치 및 배향을 외과의사의 눈 주시점에 의해 표현된 관심 영역 쪽으로 조절하고, 영상 모듈은 외과의사의 조사를 위한 관심 영역의 2차 영상을 포착한다. 일부 실시예에서, 영상 모듈은 또한, 영상 모듈이 외과의사의 주시점에 의해 반영된 관심 영역에 도달하기 전에, 영상 모듈이 수술 부위를 가로질러 관심 영역 쪽으로 움직이는 동안 영상들을 포착할 수 있다. 일부 실시예에서, 영상 모듈은 입체 영상을 포착할 수 있는 도 6c에 도시된 입체 카메라를 포함할 수 있다.

[0212] 프로세스(1112)에서, 영상 처리 시스템(800)은 외과의사의 주시점에 의해 반영된 관심 영역의 포착된 2차 영상 및/또는 영상 모듈이 관심 영역 쪽으로 이동할 때 포착된 영상을 처리한다. 내시경 프로세서(808)는 2차 영상

을, 영상을 디스플레이(816) 상에 제시하기 전에, 디지털화할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 내시경 프로세서(808)는 1차 영상으로부터 디지털적으로 확대된 2차 영상을 생성하고 그리고/또는 다양한 그래픽 효과들을 포착된 2차 영상에 적용할 수 있다. 내시경 프로세서(808)는 또한, 외과의사의 주시점에 관한 위치 정보는 물론, 영상을 포착하는 데 사용되는 영상 모듈에 관한 위치 및 배향 정보와 같은, 2차 영상의 디지털화된 정보를 발생시킬 수 있다. 이 디지털화된 데이터가, 비제한적인 예로서, 도 2c의 메모리(208) 및/또는 도 7a의 메모리(812)와 같은, 메모리에 저장될 수 있다.

[0213] 프로세스(1114)에서, 영상 처리 시스템(800)은 디스플레이(816) 상에 외과의사의 주시점에 의해 표시된 관심 영역의 포착된 2차 영상을 디스플레이한다. 일부 실시예에서, 내시경 프로세서(808)는 2차 영상과 1차 영상 사이의 공통 특징을 비교하고 식별할 수 있으며, 이어서 공통 특징을 사용하여 1차 영상 위에 2차 영상을 올바르게 정렬하고 오버레이하기 위해 포착된 영상을 공간적으로 위치 맞춤시킬 수 있다. 포착된 영상과 1차 영상을 서로 위치 맞춤시키기 위해 임의의 다른 적당한 방법이 사용될 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 일부 실시예에서, 영상 모듈이 도 6c에 도시된 것과 같은 입체 카메라를 포함할 때, 입체 카메라는 입체 영상을 포착할 수 있고, 내시경 프로세서(808)는, 외과의사가 눈 주시점에 의해 표시된 영역의 3D 입체 영상을 인지할 수 있도록, 디스플레이(816) 상에 디스플레이될 좌 및 우 입체 영상을 발생시킬 수 있다.

[0214] 프로세스(1116)에서, 영상 처리 시스템(800)은 외과의사가 1차 영상 상에서 스캔하는 것을 종료했는지를 질의한다. 외과의사가 1차 영상을 스캔하는 것을 마치지 않은 경우, 외과의사가 하나 이상의 이전에 스캔된 지점들을 이중 검사하고자 할 때, 방법(1100)은 외과의사의 눈 시선을 계속하여 추적하기 위해 프로세스(1104)로 다시 진행할 수 있다. 도 10b에 도시된 바와 같이, 외과의사가 1차 영상을 가로질러 스캔할 때 외과의사가 상이한 위치들에서의 외과의사의 주시점들의 다수의 2차 영상들을 포착하라고 시스템(10)에 지시하는 경우, 주시점들에 의해 표시된 관심 영역들의 다수의 영상들(1150 내지 1154, 1160 내지 1164, 및 1170 내지 1174)이 처리되고 디스플레이(816) 상에 보여질 수 있다. 영상들(1150 내지 1154, 1160 내지 1164, 및 1170 내지 1174)이 1차 영상 위에 오버레이된 영상으로서 디스플레이(816) 상에 보여질 수 있거나, 1차 영상에 인접하여 보여질 수 있다.

[0215] 시술 동안, 외과의사는 임의의 이유로 언제라도 1차 영상을 스캔하는 것을 중단하고자 할 수 있고, 외과의사는 임의의 적당한 방법을 사용하여 지시를 시스템(10)으로 송신할 수 있다. 프로세스(1116)에서, 영상 처리 시스템(800)이 외과의사가 1차 영상을 스캔하는 것을 마친 것으로 결정할 때, 눈 시선 프로세서(206)는, 2차 영상의 포착의 종료를 외과의사에 통보하는 것에 의해, 스캐닝 프로세스의 종료를 확인할 수 있다. 일부 실시예에서, 영상 처리 시스템(800)은 또한 복수의 영상들을 검토하고 추가적인 평가를 위한 하나의 영상을 선택하라고 외과의사에 프롬프트할 수 있다.

[0216] 프로세스(1118)에서, 외과의사는 외과의사가 1차 영상을 가로질러 스캔할 때 외과의사의 주시점들을 사용하여 추적되고 포착된 복수의 관심 영역들을 보여주는 복수의 영상들(1150 내지 1154, 1160 내지 1164, 및 1170 내지 1174)을 검토할 수 있다. 외과의사는 추가적인 조사를 위해 디스플레이(816)에 보여질 하나 이상의 영상들(예컨대, 도 10c에 도시된 바와 같이, 디스플레이(816)의 중앙 영상(1162))을 선택할 수 있다. 외과의사는 자신의 주시점을 사용하는 것에 의해, 또는 임의의 다른 적당한 방법을 사용하여 자신의 선택을 입력하는 것에 의해 영상을 선택할 수 있다.

[0217] 프로세스(1120)에서, 영상 처리 시스템(800)은 외과의사의 선택을 처리한다. 외과의사는 선택된 영상의 추가적인 조사를 위해 특정의 영상 효과 또는 특정 유형의 영상 모달리티를 요청할 수 있다. 예를 들어, 외과의사는 선택된 영상(1162)의 확대된 영상(1176)을 디스플레이하라고 시스템(800)에 지시할 수 있고, 확대된 영상(1176)은, 도 10c에 도시된 바와 같이, 영상(1162) 위에 오버레이될 수 있다. 요청된 영상화 기능을 수행하는 영상 모듈에 결합된 영상 처리 시스템(800)은 외과의사의 요청을 수행하기 위해 임의의 적당한 배열로 임의의 적당한 기술을 갖도록 구성될 수 있다. 수신된 선택 및 영상 처리 지시가 처리되기 위해 제어 유닛(802)으로 송신될 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 유닛(802)은 또한 새로 선택된 관심 영역의 위치 데이터, 그리고 관심 지점의 영상을 포착한 영상 모듈의 위치 및 배향 데이터를 검색하기 위해 정보를 메모리(208 및/또는 812)와 교환할 수 있다. 일부 실시예에서, 검색된 데이터는 외과의사의 요청에 기초하여 선택된 영상에 대응하는 관심 영역의 다른 영상을 포착하도록 영상 모듈을 재배치하기 위해 액추에이터들(806)을 조절하는 데 사용될 수 있다.

[0218] 프로세스(1122)에서, 선택된 영상의 요청된 영상이 포착되거나 디지털적으로 생성되고, 이어서 외과의사의 조사를 위해 디스플레이(816) 상에 디스플레이된다. 도 10c는 외과의사의 요청에 기초하여 도 10b의 복수의 영상들로부터 영상(1162)의 확대된 영상(1176)을 디스플레이하는 것의 일 예를 나타낸 것이다. 도시된 실시예에서, 확대된 영상(1176)이 선택된 영상(1162) 위에 오버레이되어 보여진다. 일부 실시예에서, 요청된 영상(예컨대,

확대된 영상(1176))이, 디스플레이(816) 상에서의 선택된 영상의 원래의 위치에 관계없이, 디스플레이(816)의 중앙 섹션에 보여질 수 있다. 일부 실시예에서, 입체 카메라가 확대된 영상을 포착하는 영상 모듈로서 사용될 수 있고, 입체 영상이 선택된 영상(1162)의 3D 확대된 영상인 것으로 외과의사에 의해 인지되도록 디스플레이될 수 있다. 일부 실시예에서, 새로 생성되거나 포착된 영상이, 프로세스(1114)와 관련하여 이전에 논의된 것과 실질적으로 유사한 방법들을 사용하여, 이전의 포착된 영상 위에 있도록 서로 위치 맞춤될 수 있다. 프로세스(1118) 내지 프로세스(1122)가 어떤 수술들에서는 임의적일 수 있다.

- [0219] 제1 의료 시스템의 일 실시예는 수술 부위의 1차 영상을 사용자에게 디스플레이하도록 구성되는 영상 디스플레이; 사용자의 주시점 데이터를 측정하고 주시점 데이터에 기초하여 사용자의 주시점이 향해 있는 1차 영상에서의 관찰 위치를 결정하도록 구성되는 눈 추적 시스템; 및 영상 디스플레이에 결합되고 관찰 위치에 기초하여 영상 디스플레이 상의 1차 영상을 조절하도록 구성되는 영상 처리 시스템을 포함한다.
- [0220] 제1 의료 시스템에서, 영상 처리 시스템은 사용자로부터 입력된 지시를 수신하고 지시에 기초하여 1차 영상을 조절하도록 구성된다.
- [0221] 제1 의료 시스템에서, 영상 처리 시스템은 주시점 데이터에 기초하여 관찰 위치의 2차 영상을 영상 디스플레이 상에 디스플레이하는 것에 의해 1차 영상을 조절하도록 구성된다.
- [0222] 제1 의료 시스템에서, 영상 처리 시스템은 관찰 위치의 2차 영상이 영상 디스플레이 상에서 1차 영상 위에 오버레이로서 디스플레이되도록 2차 영상과 1차 영상을 서로 위치 맞춤(co-register)시키도록 구성된다.
- [0223] 제1 의료 시스템에서, 영상 처리 시스템은 관찰 위치의 2차 영상이 영상 디스플레이 상에서 1차 영상에 인접하여 디스플레이되도록 2차 영상과 1차 영상을 서로 위치 맞춤시키도록 구성된다.
- [0224] 제1 의료 시스템은 제1 영상 모듈 및 제2 영상 모듈을 추가로 포함하고, 여기서 제1 영상 모듈은 1차 영상을 획득하도록 구성되고 제2 영상 모듈은 주시점 데이터에 기초하여 2차 영상을 포착하도록 구성되고, 제1 영상 모듈과 제2 영상 모듈은 독립적으로 제어된다.
- [0225] 제1 의료 시스템에서, 제1 영상 모듈과 제2 영상 모듈은 제1 영상 디바이스의 구성 부분(component part)들이다.
- [0226] 제1 의료 시스템에서, 제1 영상 모듈은 제1 영상 디바이스를 구성하고 제2 영상 모듈은 제2 영상 디바이스를 구성한다.
- [0227] 제1 의료 시스템에서, 제1 영상 모듈과 제2 영상 모듈 중 적어도 하나는 스테레오 카메라를 포함한다.
- [0228] 제1 의료 시스템에서, 제1 영상 모듈은 제1 영상 모달리티에서 동작하고 제2 영상 모듈은 제2 영상 모달리티에서 동작한다.
- [0229] 제1 의료 시스템에서, 제1 영상 모듈은 제1 파장 범위에서 동작하고 제2 영상 모듈은 제2 파장 범위에서 동작하며, 여기서 제1 파장 범위는 제2 파장 범위와 상이하다.
- [0230] 제1 의료 시스템은 2차 영상 내에서의 눈 추적 문턱값 영역을 포함하고, 눈 추적 문턱값 영역은 2차 영상보다 더 작으며, 여기서 영상 처리 시스템은 눈 추적 문턱값 영역 내에서의 사용자의 이동하는 눈 시선을 반영하는 주시점 데이터의 변화에 응답하여 1차 영상과 2차 영상을 유지하도록 구성된다.
- [0231] 제1 의료 시스템은 제1 영상 모듈 및 제2 영상 모듈에 결합된 내시경 프로세서 - 내시경 프로세서는 결정된 관찰 위치 및 사용자로부터의 지시 입력에 응답하여 1차 영상 또는 2차 영상 중 적어도 하나를 조절하도록 구성되어 있음 - 을 추가로 포함한다.
- [0232] 제1 의료 시스템에서, 내시경 프로세서는 1차 영상에서의 결정된 관찰 위치에 기초하여 제1 영상 모듈의 적어도 하나의 기능과 제2 영상 모듈의 적어도 하나의 기능을 독립적으로 제어하도록 구성된다.
- [0233] 제1 의료 시스템에서, 내시경 프로세서는 사용자로부터의 지시 입력 및 1차 영상에서의 결정된 관찰 위치에 기초하여 2차 영상을 포착하기 위해 제2 영상 모듈을 수술 부위 내에 배향 및 위치시키도록 구성된다.
- [0234] 제1 의료 시스템은 제1 영상 모듈의 위치 및 배향을 조절하기 위한 제1 관절 리스트(articulating wrist), 및 제2 영상 모듈의 위치 및 배향을 조절하기 위한 제2 관절 리스트를 추가로 포함하고, 여기서 제1 관절 리스트와 제2 관절 리스트는 내시경 프로세서로부터의 명령 신호들에 응답하여 움직인다.
- [0235] 제1 의료 시스템은 제2 영상 모듈에 결합된 제1 샤프트를 추가로 포함하고, 여기서 제2 영상 모듈은 내시경 프

로세서로부터의 명령 신호들에 응답하여 제1 샤프트의 길이방향 축을 따라 움직이도록 구성된다.

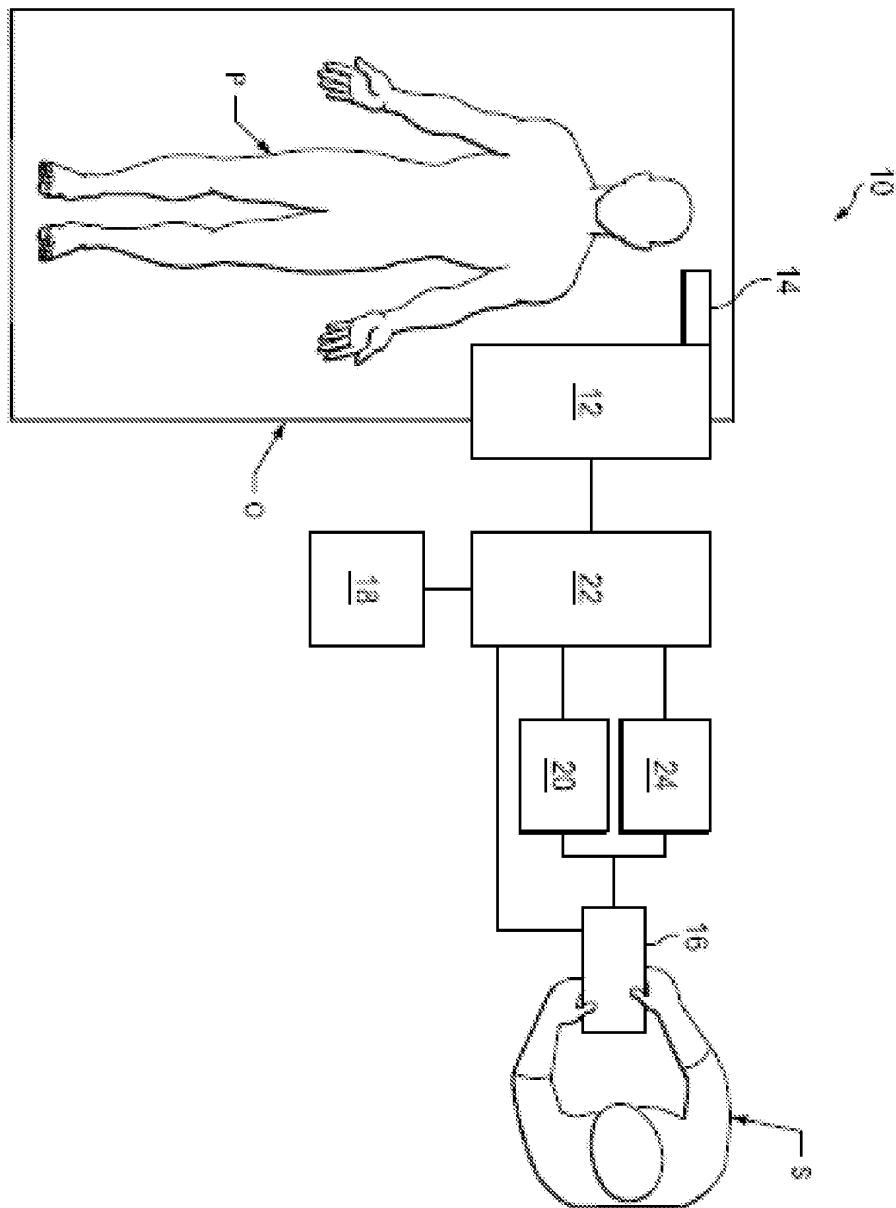
- [0236] 제1 의료 시스템에서, 내시경 프로세서는 주시점 데이터 및 1차 영상에서의 결정된 관찰 위치에 기초하여 2차 영상을 1차 영상 내에 유지하기 위해 제1 영상 모듈을 수술 부위 내에 배향 및 위치시키도록 구성된다.
- [0237] 제1 의료 시스템에서, 내시경 프로세서는 사용자로부터의 지시 입력에 기초하여 제2 영상 모듈에 의해 획득된 2차 영상을 조절하도록 구성된다.
- [0238] 제1 의료 시스템에서, 내시경 프로세서는 2차 영상을 영상 디스플레이 상에서 1차 영상에 비해 강조하도록 구성된다.
- [0239] 제1 의료 시스템에서, 내시경 프로세서는 2차 영상을 영상 디스플레이 상에서 1차 영상에 비해 디지털적으로 변경하도록 구성된다.
- [0240] 제1 의료 시스템에서, 내시경 프로세서는 2차 영상을 영상 디스플레이 상에서 1차 영상에 비해 디지털적으로 확대하도록 구성된다.
- [0241] 제1 의료 시스템에서, 눈 추적 시스템은 적어도 2개의 눈 추적기들을 포함한다.
- [0242] 제1 의료 시스템에서, 영상 디스플레이는 눈 추적 시스템에 포함되고 좌안 영상 디스플레이 및 우안 영상 디스플레이를 포함한다.
- [0243] 제1 의료 시스템에서, 영상 디스플레이는 1차 영상의 3D 영상을 사용자에게 디스플레이하도록 구성된 3D 영상 디스플레이이다.
- [0244] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법은 1차 영상을 영상 디스플레이 상에 디스플레이하는 단계; 사용자가 영상 디스플레이 상의 1차 영상을 볼 때 눈 추적 시스템을 사용하여 사용자의 주시점 데이터를 추적하는 단계; 및 주시점 데이터에 기초하여 1차 영상을 조절하는 단계를 포함한다.
- [0245] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법은 사용자로부터 지시 입력을 수신하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0246] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법에서, 1차 영상을 조절하는 단계는 주시점 데이터에 의해 식별되는 관심 영역의 2차 영상을 사용자로부터의 지시 입력에 기초하여 디스플레이하는 단계를 포함한다.
- [0247] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법에서, 2차 영상은 주시점 데이터에 기초한 1차 영상의 시각적으로 조절된 부분을 포함한다.
- [0248] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법에서, 2차 영상은 주시점 데이터에 기초한 1차 영상의 확대된 부분을 포함한다.
- [0249] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법에서, 2차 영상은 주시점 데이터에 기초한 1차 영상의 선명화된 부분을 포함한다.
- [0250] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법에서, 2차 영상은 주시점 데이터에 기초한 1차 영상의 하이라이트된 부분을 포함한다.
- [0251] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법에서, 2차 영상은 1차 영상과 상이한 영상 모달리티를 갖는다.
- [0252] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법은 사용자로부터의 지시 입력 및 주시점 데이터에 기초하여 영상 모듈을 사용하여 2차 영상을 포착하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0253] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법은 주시점 데이터에 기초하여 사용자의 주시점이 향해 있는 1차 영상에서의 관찰 위치를 결정하는 단계; 관찰 위치가 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역 밖에 있는지를 결정하는 단계; 및 관찰 위치가 미리 결정된 눈 추적 문턱값 밖에 있으면 관찰 위치에 기초하여 2차 영상을 갱신하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0254] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법에서, 영상 모듈의 위치 및 배향이 관찰 위치 및 지시 입력에 기초하여 조절된다.
- [0255] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법에서, 영상 모듈은 사용자가 1차 영상을 가로질러 스캔할 때 복수의 2차 영상들을 포착하도록 구성된다.
- [0256] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법에서, 1차 영상은 제1 영상 모듈을 사용하여 포착되고 2차 영상은 제2 영상

모듈을 사용하여 포착된다.

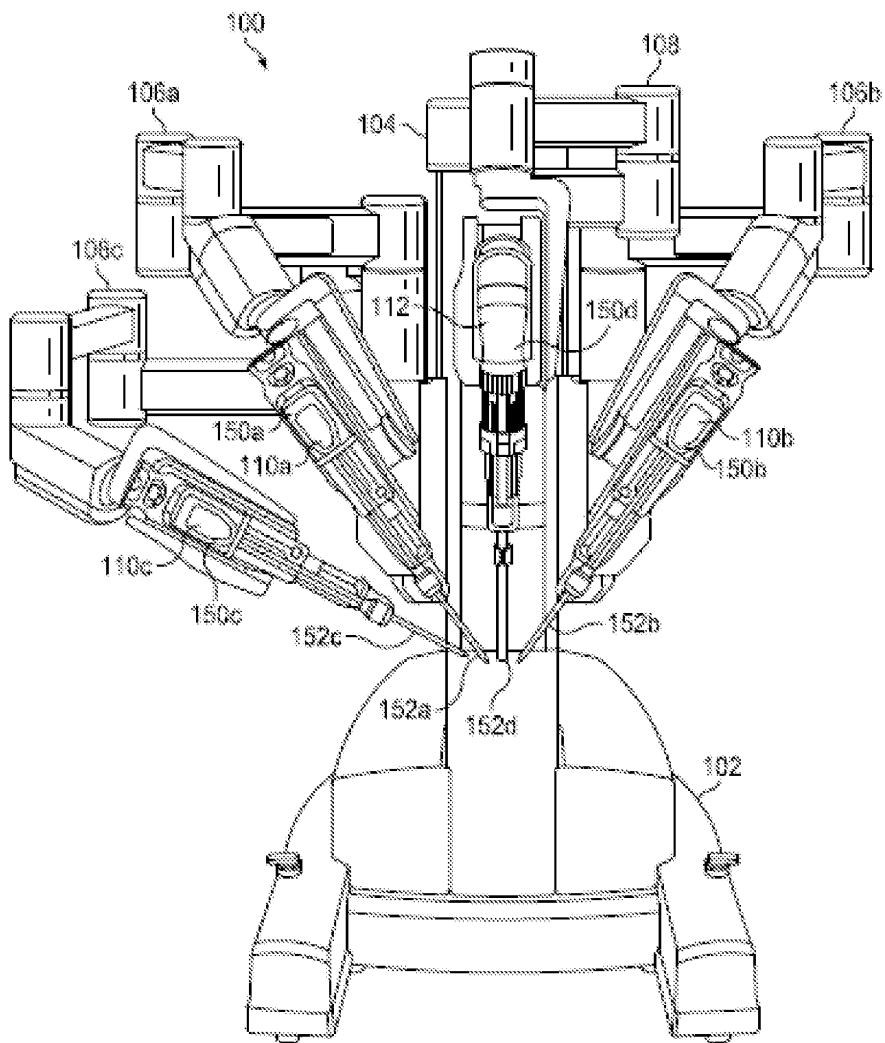
- [0257] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법에서, 1차 영상 모듈은 제1 영상 디바이스에 위치되고, 제2 영상 모듈은 제1 영상 디바이스와 상이한 제2 영상 디바이스에 위치된다.
- [0258] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법에서, 관찰 위치가 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역 밖에 있는지를 결정하는 단계는 미리 결정된 수의 영상 프레임들에 걸친 평균 관찰 위치를 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역과 비교하는 단계를 포함한다.
- [0259] 수술 시스템을 작동시키는 제1 방법에서, 관찰 위치가 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역 밖에 있는지를 결정하는 단계는 미리 결정된 기간에 걸친 평균 관찰 위치를 미리 결정된 눈 추적 문턱값 영역과 비교하는 단계를 포함한다.
- [0260] 예시적인 실시예들이 도시되고 기술되어 있지만, 전술한 개시 내용에서 광범위한 수정, 변경 및 치환이 생각되고, 어떤 경우에, 실시예들의 일부 특징들이 다른 특징들의 대응하는 사용 없이 이용될 수 있다. 본 기술 분야의 통상의 기술자라면 많은 변형들, 대안들 및 수정들을 잘 알 것이다. 이와 같이, 본 개시 내용의 범주는 이하의 청구항들에 의해서만 제한되어야 하고, 청구항들이 광의로 그리고 본원에 개시되는 실시예들의 범주와 부합하는 방식으로 해석되어야 하는 것은 당연하다.

도면

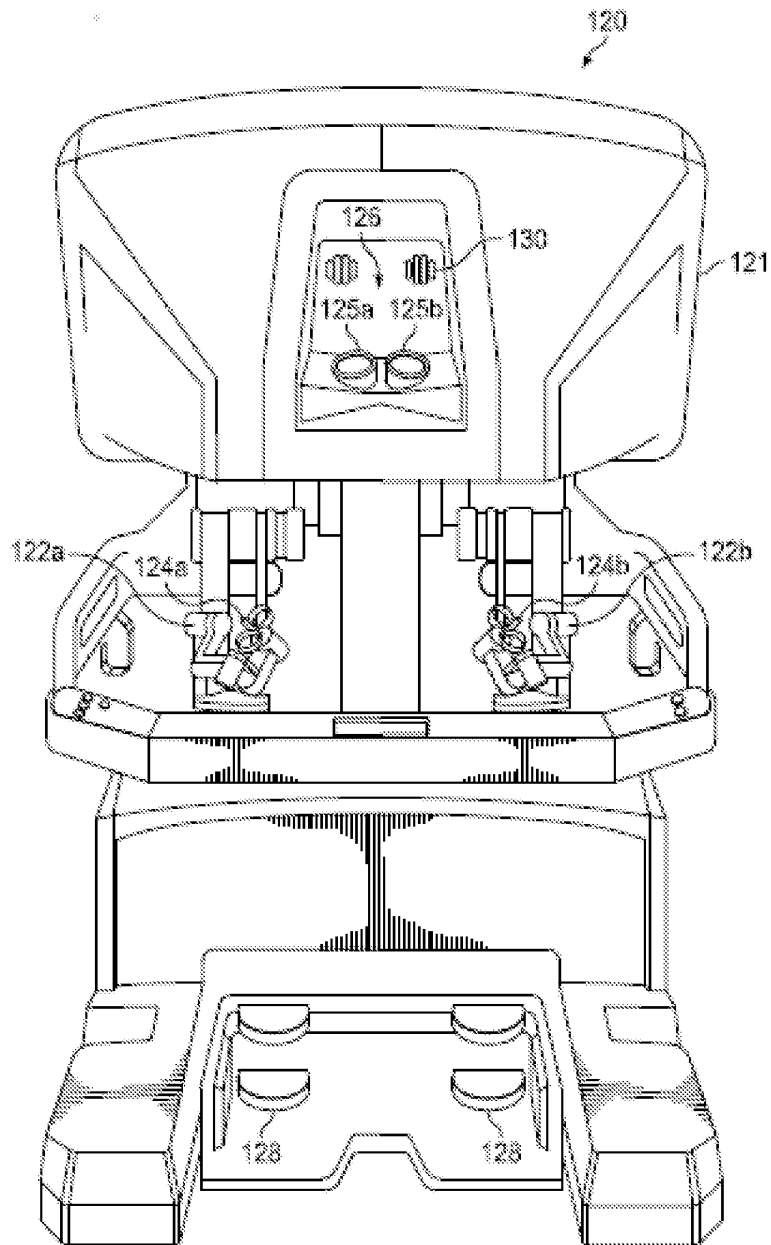
도면1a



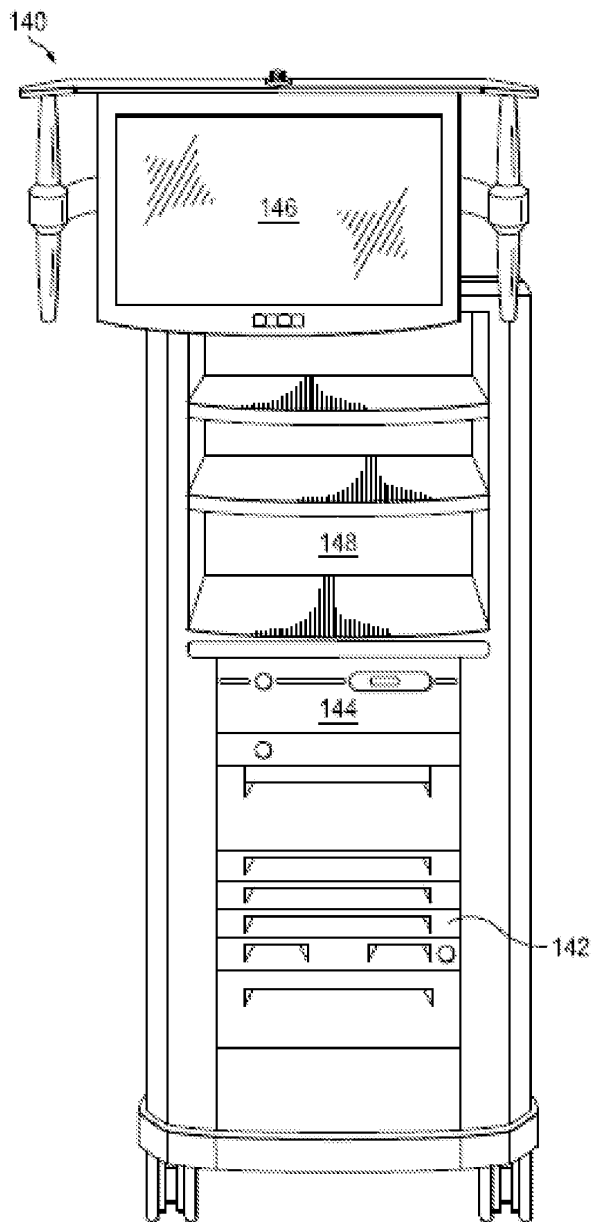
도면1b



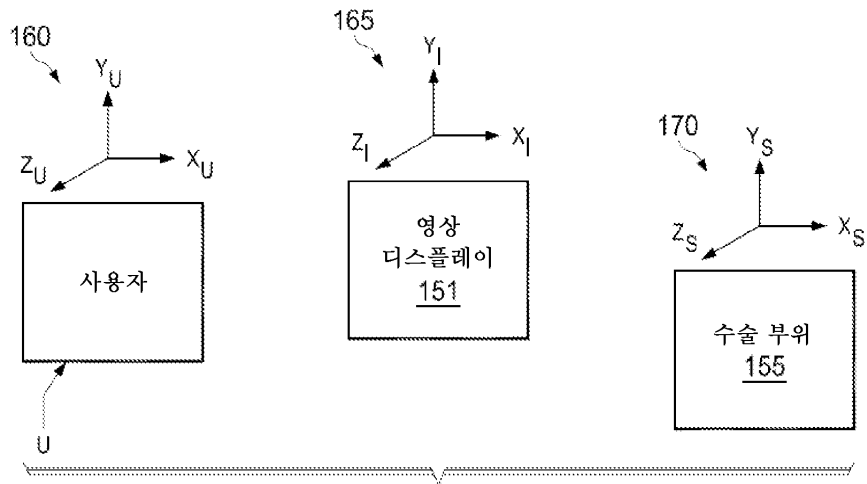
도면1c



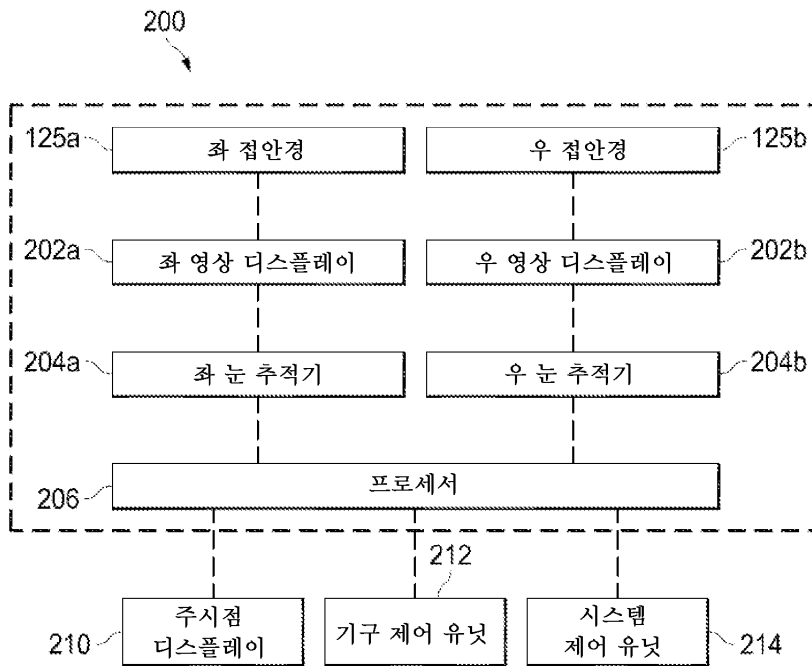
도면1d



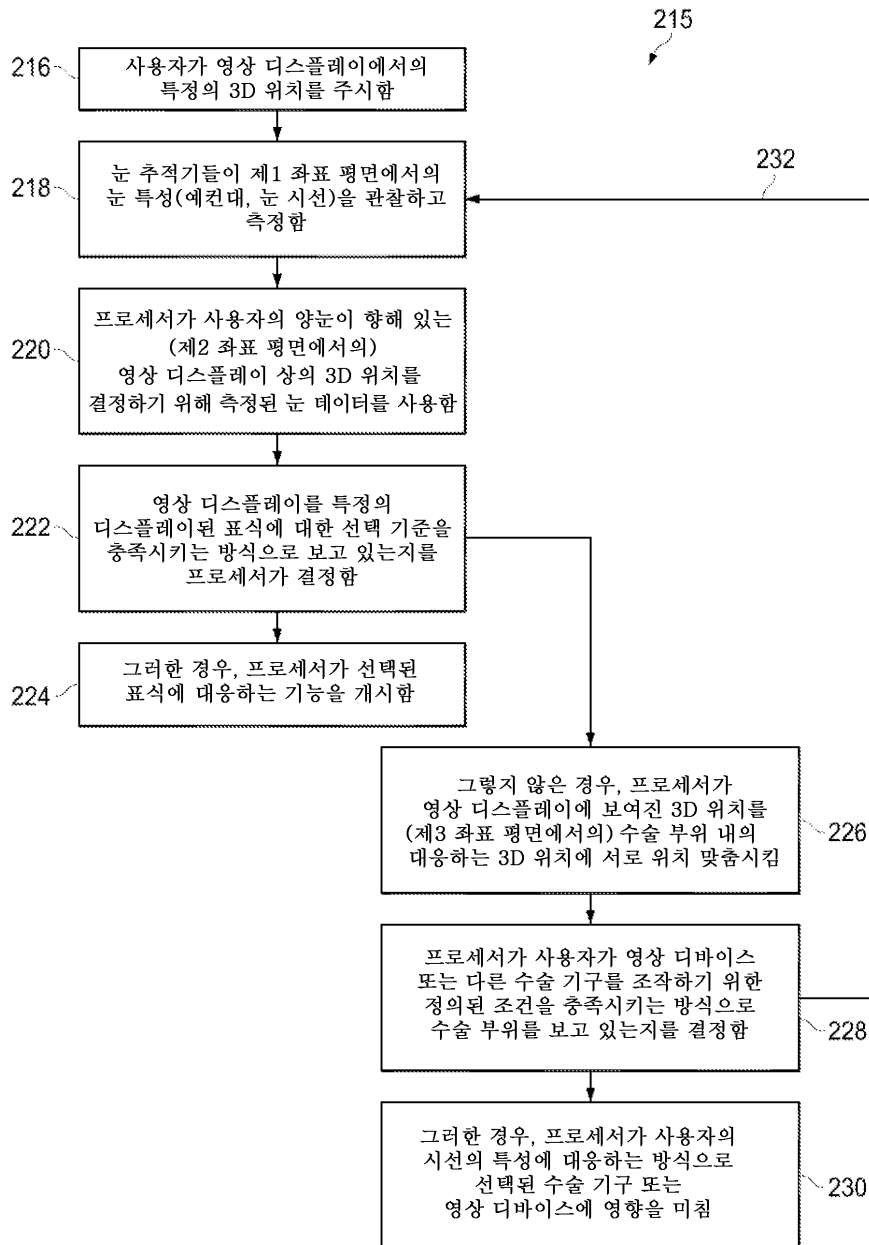
도면2a



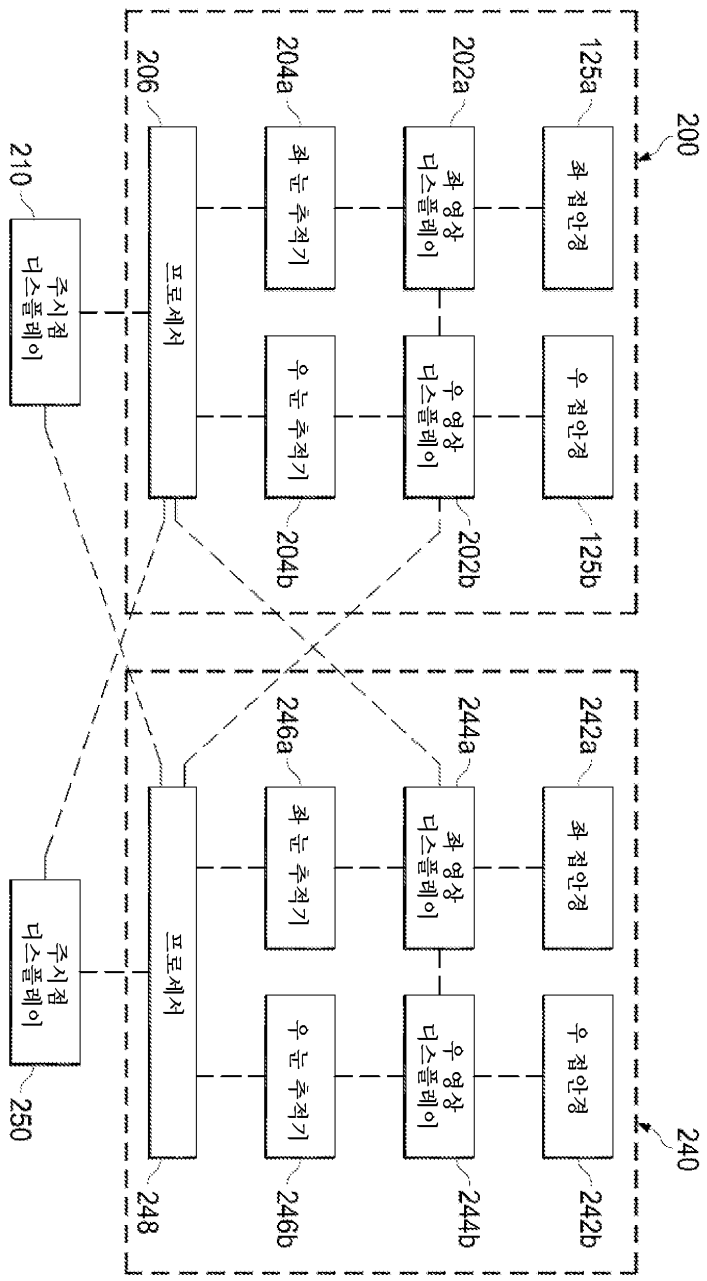
도면2b



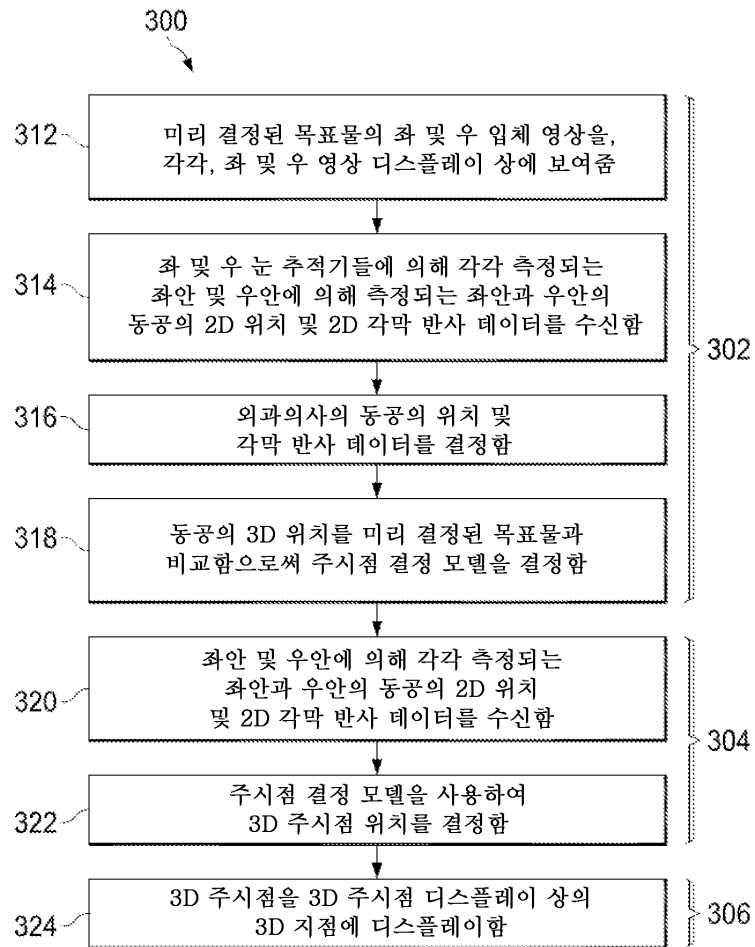
도면2c



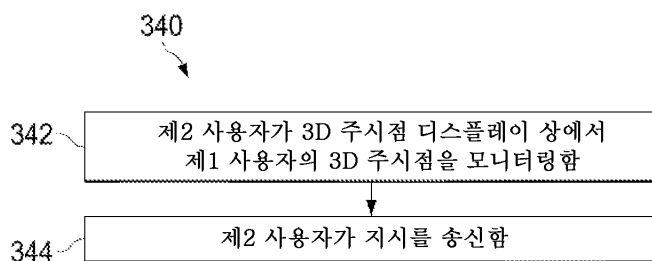
도면2d



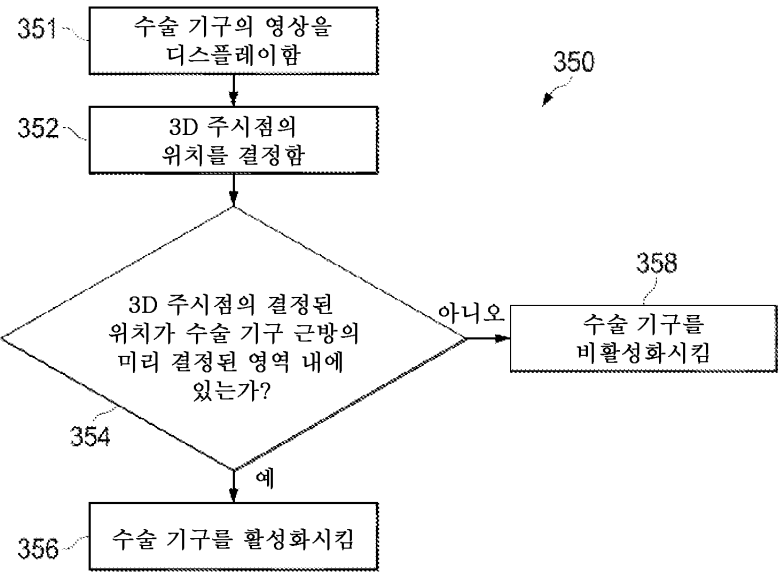
도면3a



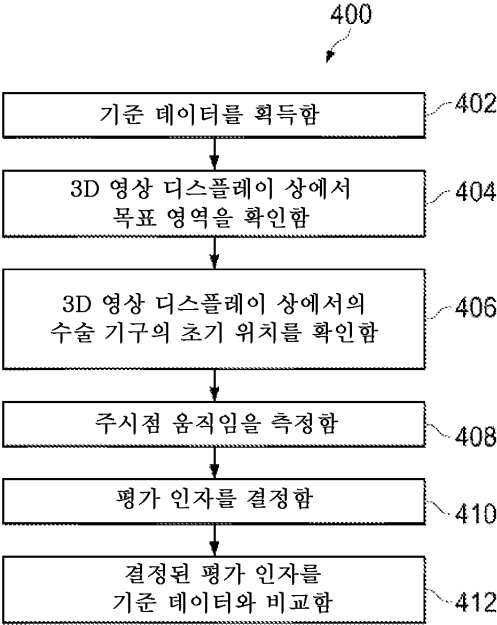
도면3b



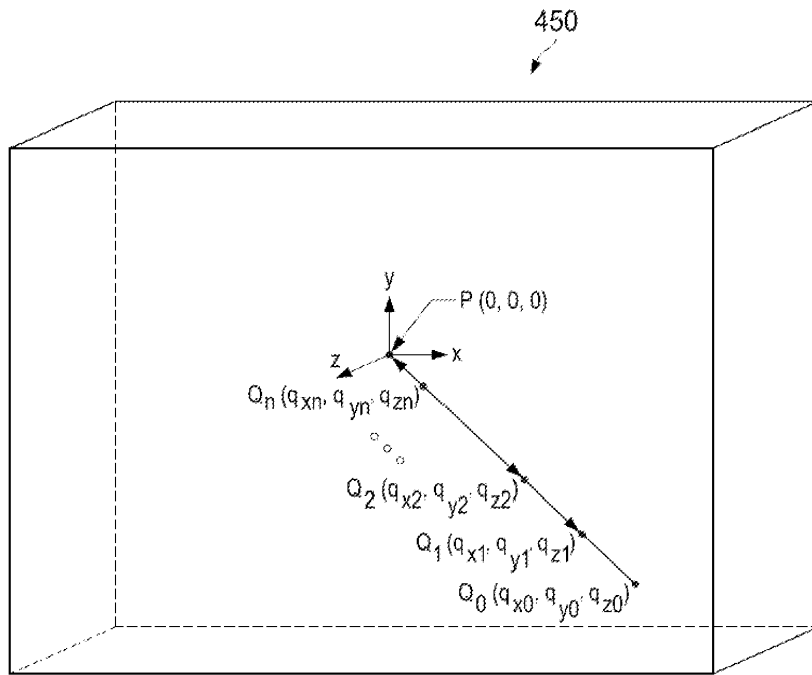
도면3c



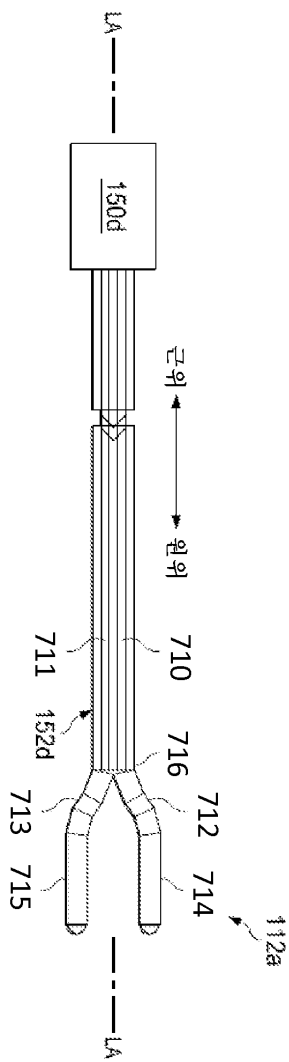
도면4



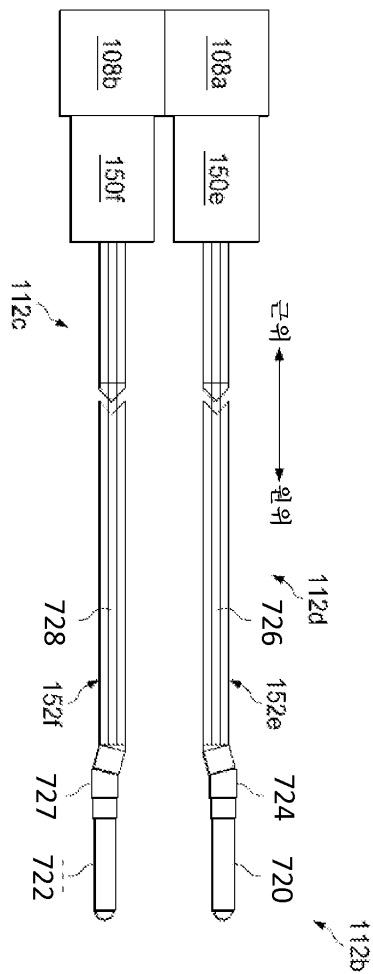
도면5



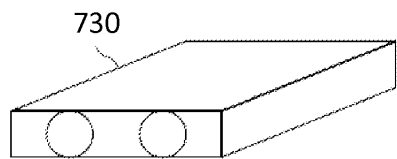
도면 6a



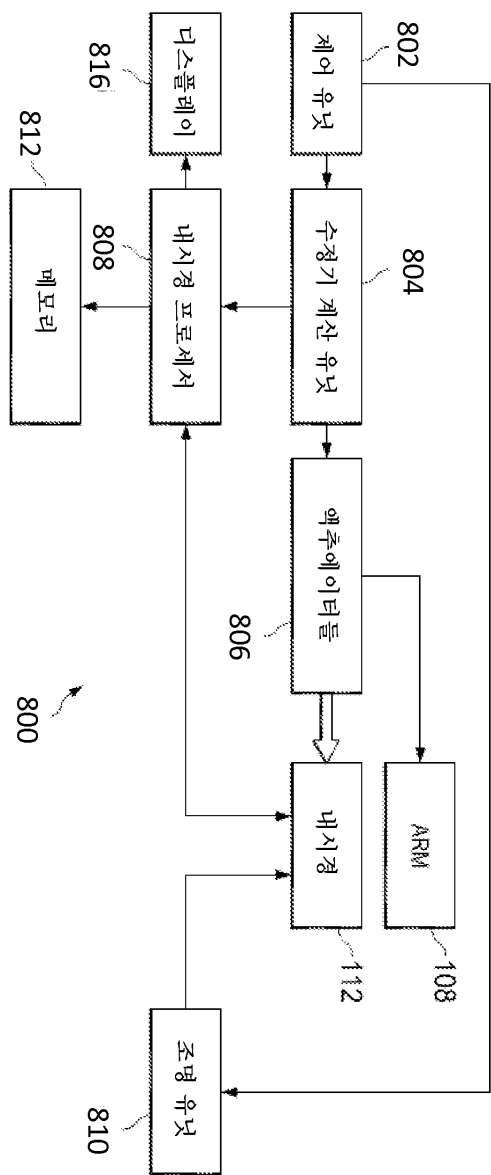
도면6b



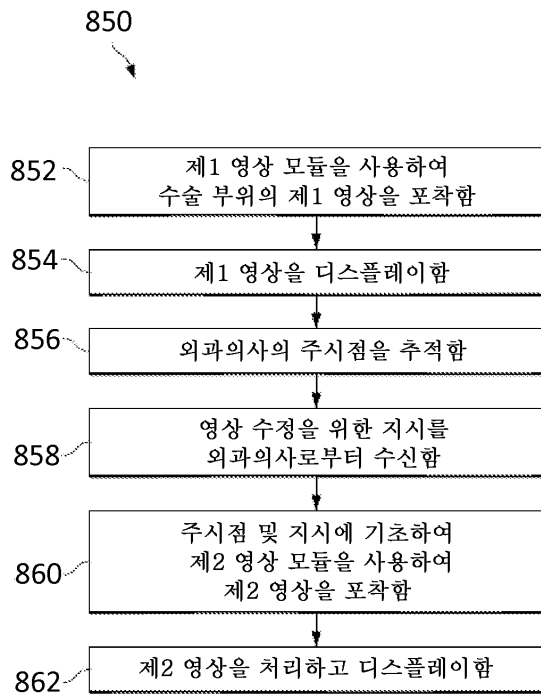
도면6c



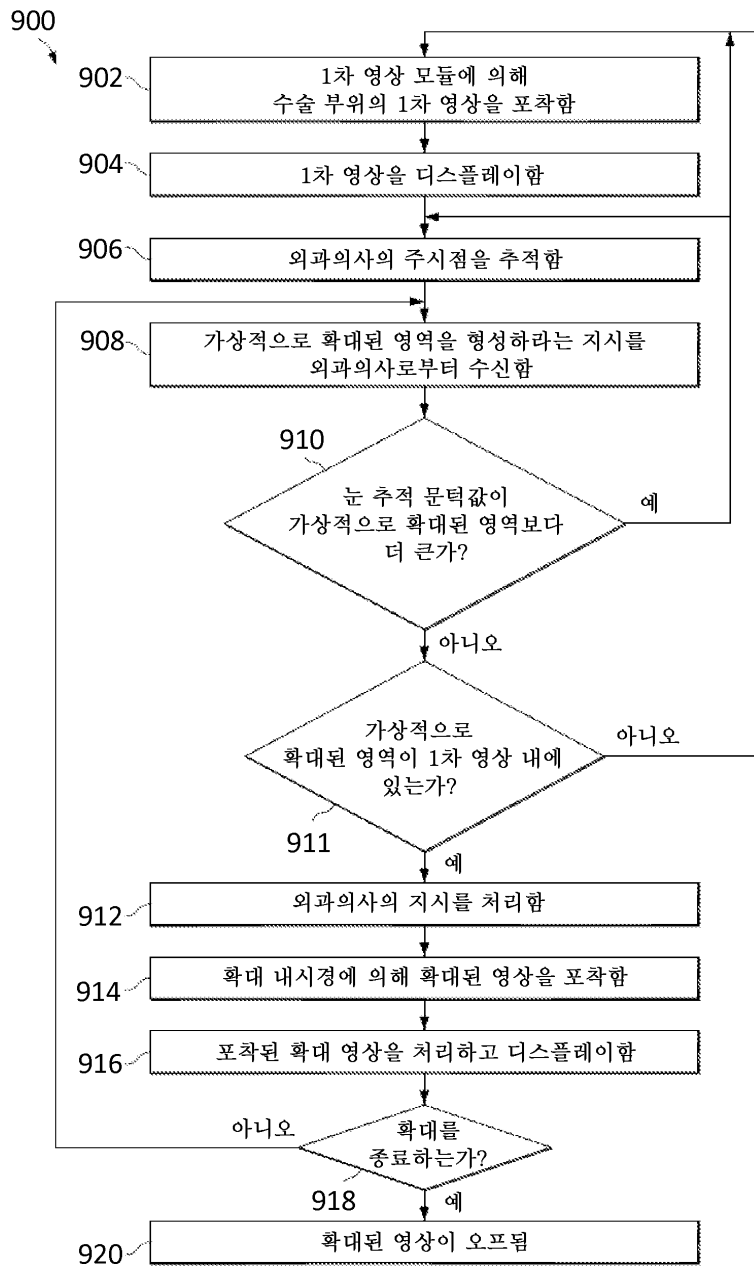
도면7a



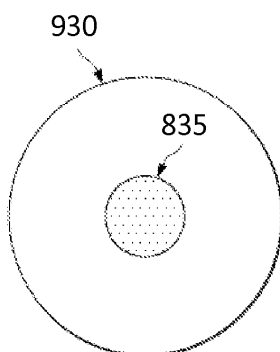
도면 7b



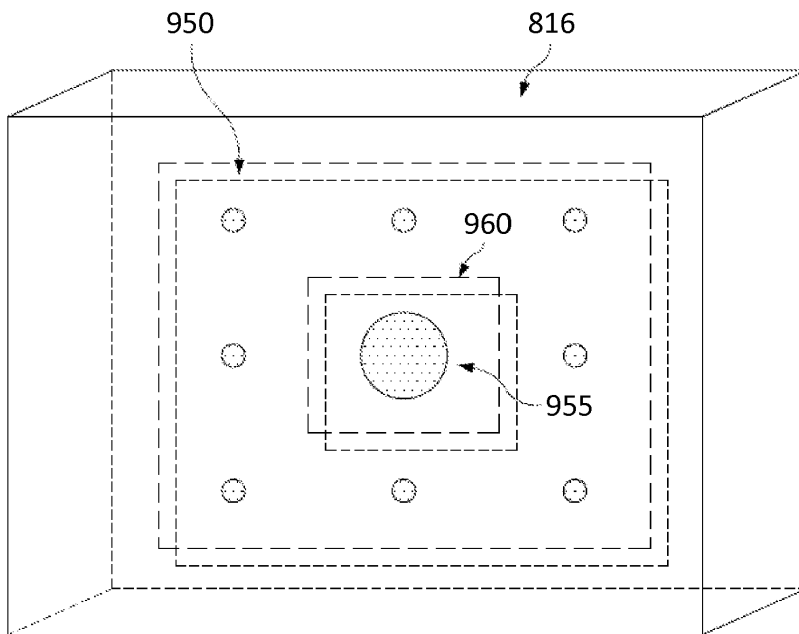
도면8a



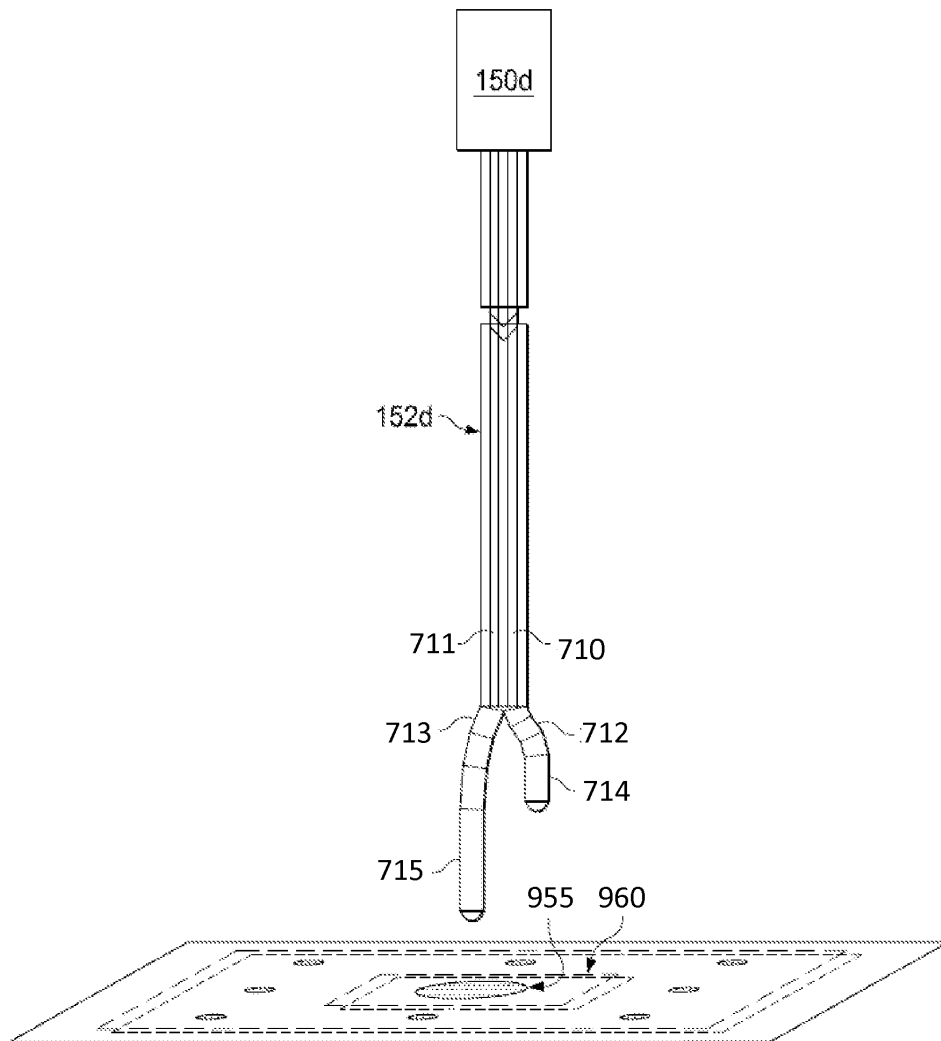
도면8b



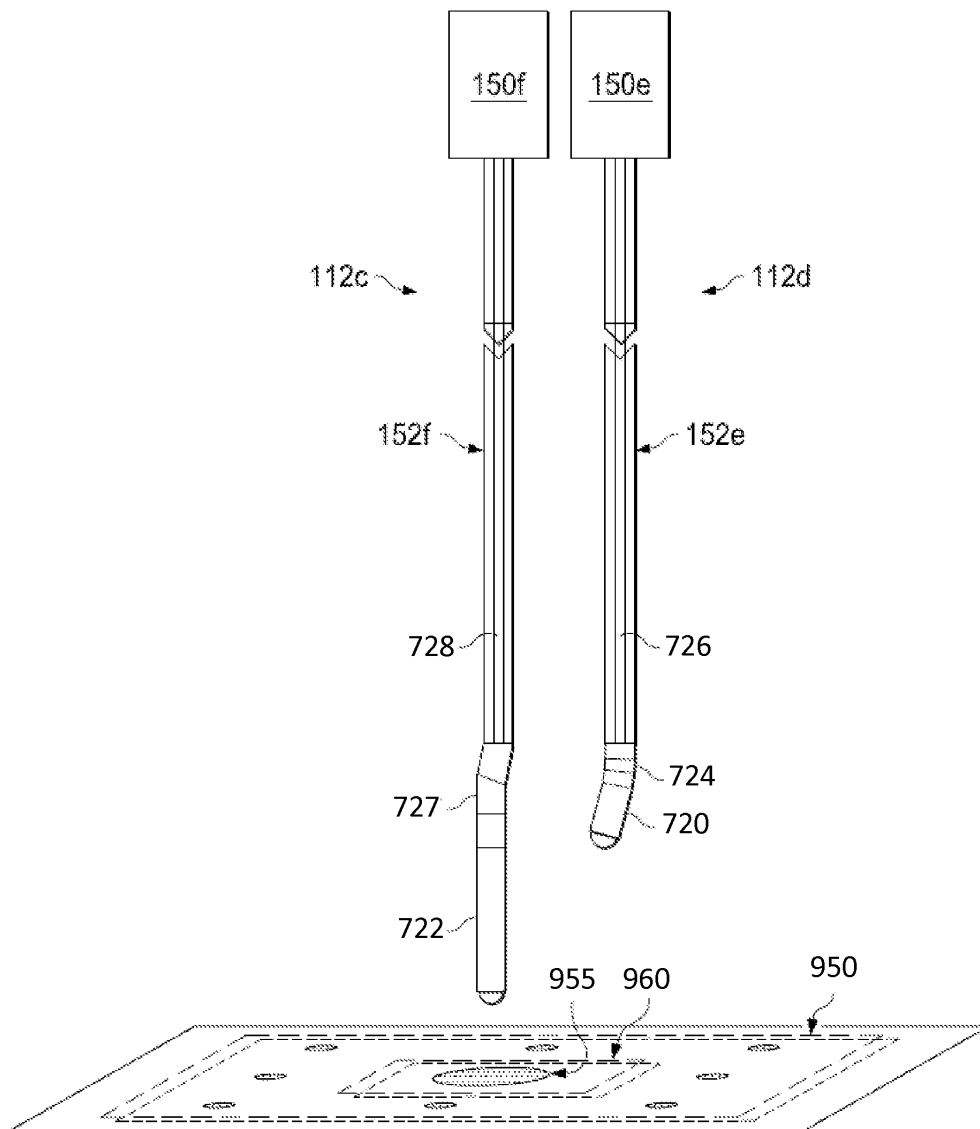
도면8c



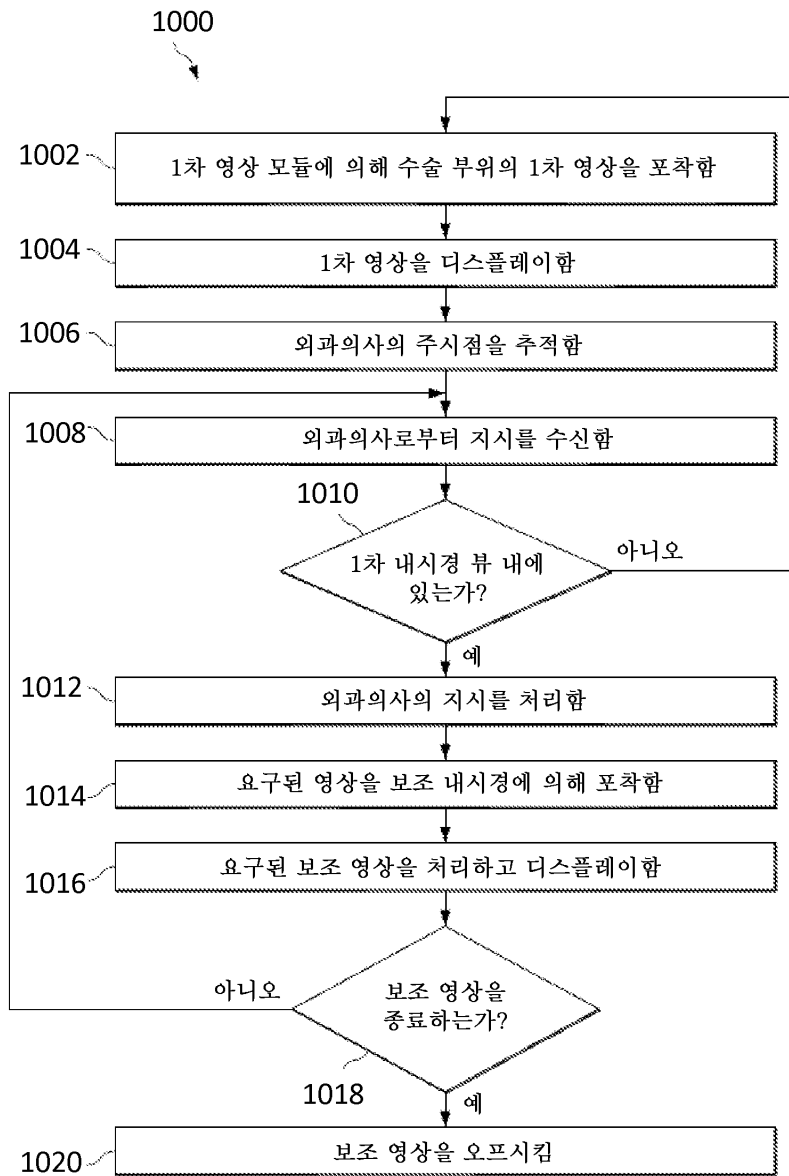
도면8d



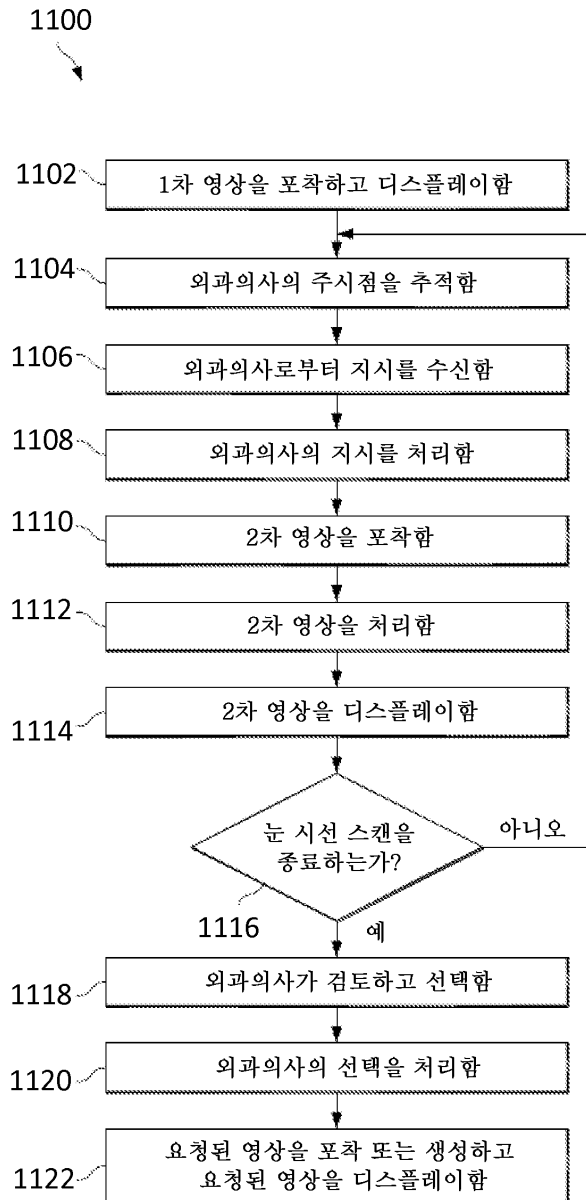
도면8e



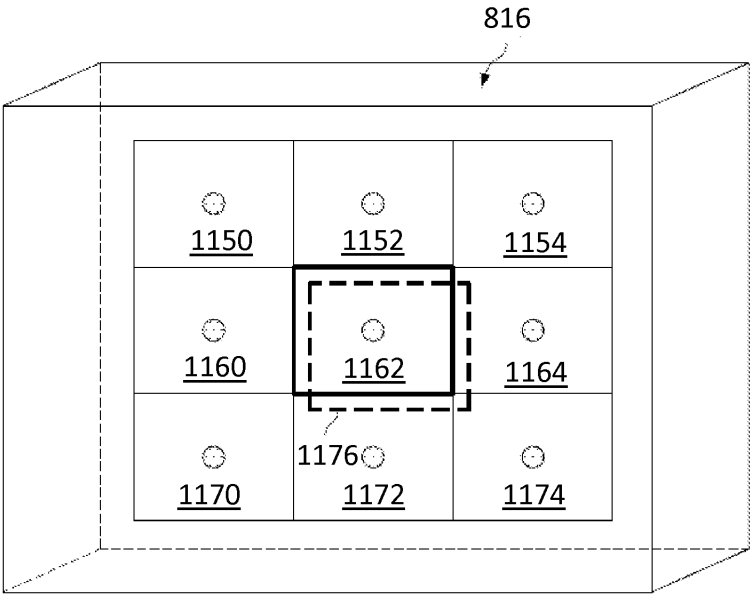
도면9



도면10a



도면10b



도면10c

