



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년11월30일
 (11) 등록번호 10-0997194
 (24) 등록일자 2010년11월23일

(51) Int. Cl.
 A61B 17/00 (2006.01) A61B 17/94 (2006.01)
 A61B 19/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2009-0076257
 (22) 출원일자 2009년08월18일
 심사청구일자 2010년06월10일
 (56) 선행기술조사문헌
 US20080004632 A1*
 KR1020090075531 A*
 KR100585458 B1*
 KR100778387 B1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 주식회사 이턴
 경기도 성남시 분당구 수내동 4-4 경동빌딩 7층
 (72) 발명자
 이민규
 경기도 용인시 기흥구 보정동 현대아이파크 1차
 아파트 208-306
 최승욱
 경기도 성남시 분당구 구미동 275 베스티아
 102-202
 원종석
 경기도 용인시 수지구 성북동 성남마을 벽산첼시
 빌 511-906
 (74) 대리인
 특허법인명문

전체 청구항 수 : 총 38 항

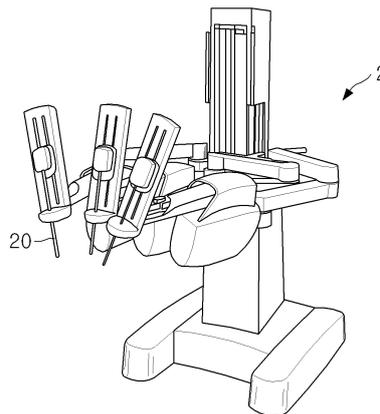
심사관 : 김의태

(54) 간접적으로 수술감을 제공하는 원격 수술 로봇 시스템 및 그 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 복강경 등을 이용한 내시경 수술 시에 로봇 암에 장착된 수술용 인스트루먼트가 인체 조직과 접촉 등에 의하여 발생하는 힘 등의 변형을 내시경 영상에 기초하여 간단히 감지하고 그때의 힘이 로봇 암을 조작하는 수단에 그대로 느껴지도록 함으로써 수술 의사에게 수동 수술에서와 유사한 느낌으로 용이하게 수술을 수행하도록 보조할 수 있는 원격 수술 로봇 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 수술 로봇 제어 방법은, 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에, 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하고, 상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 파악할 수 있다. 상기 인스트루먼트의 변형을 좀 더 잘 일으켜 변위 측정을 용이하게 하기 위하여, 해당 목적의 어플리케이션에 따라 인스트루먼트의 샤프트의 적절한 위치에는 변형 정도를 달리하는 적절한 재질로 이루어지도록 할 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

수술 로봇 제어 방법에 있어서,
 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에,
 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하고,
 상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하되,
 내시경으로 획득한 영상에 기초하여 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하여 상기 힘을 결정하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 2

수술 로봇 제어 방법에 있어서,
 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에,
 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하고,
 상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하되,
 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 조작에 따라 조작 처리 수단에서 생성하는 조작 신호를 이용하여 예측한 상기 인스트루먼트의 말단부의 위치 정보와 내시경으로 획득한 상기 말단부의 실제 위치에 대한 영상으로부터 계산한 상기 말단부의 실제 위치 정보를 비교하여 상기 변형에 대한 상기 변위를 산출하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 3

수술 로봇 제어 방법에 있어서,
 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에,
 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하고,
 상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하되,
 힘을 받아 변형되기 전의 상기 인스트루먼트의 영상과 변형 후의 상기 인스트루먼트의 영상을 서로 비교하여 변형 전후의 상기 인스트루먼트의 말단부에 대한 상기 변위를 산출하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 4

수술 로봇 제어 방법에 있어서,
 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에,
 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하고,
 상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하되,
 상기 결정된 힘의 크기에 대한 정보를 내시경 영상이 디스플레이되는 수단을 통해 표시하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 5

수술 로봇 제어 방법에 있어서,
 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에,
 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하고,

상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하되,

상기 인스트루먼트의 샤프트는 말단부에 형성된 일정 모양의 마커를 가지며, 내시경으로 획득한 영상에서 상기 마커를 이용하여 상기 변위를 산출하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 6

수술 로봇 제어 방법에 있어서,

인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에,

상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하고,

상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하되,

상기 인스트루먼트의 샤프트에 직선 줄 또는 점선 줄을 포함한 변형 감지 보조 무늬를 가지며, 내시경으로 획득한 영상에서 상기 변형 감지 보조 무늬를 이용하여 상기 변위를 산출하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 7

수술 로봇 제어 방법에 있어서,

인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에,

상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하고,

상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하되,

상기 인스트루먼트의 샤프트의 재질, 길이, 두께를 포함한 특성 정보를 이용한 모델링에 기초하여 상기 변위에 대응되는 힘을 결정하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 8

수술 로봇 제어 방법에 있어서,

인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에,

상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하고,

상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하되,

상기 인스트루먼트의 샤프트의 상기 변형에 대한 해당 변위별로 힘의 크기를 데이터베이스화한 테이블값을 참조하여 상기 힘을 결정하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 인스트루먼트의 샤프트의 재질, 길이, 또는 두께에 따라 상기 테이블값이 별도로 데이터베이스화된 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 10

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 결정된 힘에 따라, 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 운동을 위한 구동력에 반력을 가하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 조작 수단의 운동에 이용되는 상기 구동력은 모터의 회전력, 유압, 또는 공기압을 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 12

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 인스트루먼트의 샤프트는 일정 탄성력이 유지되는 재질로 이루어지고 상기 변형의 원인이 되는 힘을 제거 하면 본래의 직진 상태로 복원되는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 인스트루먼트의 샤프트는 하우징 쪽의 기본 재질과 말단부 쪽의 기본 재질 사이에 변형 정도가 다른 재질을 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 변형 정도가 다른 재질은 상기 기본 재질보다 해당 부분에서 더 잘 굽어지는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 변형 정도가 다른 재질은 기본 재질 사이에 일정 간격으로 복수회 형성된 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

복수의 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에,

상기 복수의 인스트루먼트 중 어느 하나가 다른 인스트루먼트와의 상대적 당김 또는 밀기 동작을 할 때의 상기 인스트루먼트의 상기 변형에 대한 상기 힘을 결정하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 18

수술 로봇 제어 방법에 있어서,

인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에, 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 조작에 대응되는 상기 인스트루먼트의 말단부의 위치를 예측하고 내시경 영상으로부터 상기 말단부의 실제 위치를 계산하여 상기 인스트루먼트의 변형에 대하여 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어 방법.

청구항 19

수술 로봇을 제어하기 위한 변형력 인식 장치에 있어서,

인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안의 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하는 변위 산출 수단; 및

상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 힘 결정 수단을 포함하고,

상기 변위 산출 수단은, 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 조작에 따라 조작 처리 수단에서 생성하는 조작 신호를 이용하여 예측한 상기 인스트루먼트의 말단부의 위치 정보와 내시경으로 획득한 상기 말단부의 실제 위치에 대한 영상으로부터 계산한 상기 말단부의 실제 위치 정보를 비교하여 상기 변형에 대한 상기 변위를 산출하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어를 위한 변형력 인식 장치.

청구항 20

수술 로봇을 제어하기 위한 변형력 인식 장치에 있어서,

인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안의 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하는 변위 산출 수단; 및

상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 힘 결정 수단을 포함하고,

상기 힘 결정 수단은, 상기 인스트루먼트의 샤프트의 재질, 길이, 두께를 포함한 특성 정보를 이용한 모델링에 기초하여 상기 변위에 대응되는 힘을 결정하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어를 위한 변형력 인식 장치.

청구항 21

수술 로봇을 제어하기 위한 변형력 인식 장치에 있어서,

인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안의 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하는 변위 산출 수단; 및

상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 힘 결정 수단을 포함하고,

상기 힘 결정 수단은, 상기 인스트루먼트의 샤프트의 상기 변형에 대한 해당 변위별 힘의 크기가 저장 수단에 데이터베이스화되어 저장되어 있는 테이블값을 참조하여 상기 변위에 대한 상기 힘을 결정하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어를 위한 변형력 인식 장치.

청구항 22

제19항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 힘 결정 수단은, 상기 결정된 힘에 따라 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 운동을 위한 구동력에 반력을 가하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 제어를 위한 변형력 인식 장치.

청구항 23

로봇암에 장착되는 인스트루먼트를 포함하는 슬레이브 로봇과 상기 슬레이브 로봇을 제어하기 위한 마스터 로봇을 포함하는 수술 로봇 시스템에 있어서,

상기 마스터 로봇은, 상기 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안의 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하고, 상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 변형력 인식 수단을 포함하고,

상기 변형력 인식 수단은,

상기 인스트루먼트의 실제 변형에 대한 영상 해석을 기반으로 변위를 산출하는 변위 산출 수단; 및

상기 인스트루먼트의 샤프트의 재질, 길이, 두께를 포함한 특성 정보를 이용한 모델링에 기초하여 상기 변위에 대응되는 힘을 결정하는 힘 결정 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 시스템.

청구항 24

로봇암에 장착되는 인스트루먼트를 포함하는 슬레이브 로봇과 상기 슬레이브 로봇을 제어하기 위한 마스터 로봇을 포함하는 수술 로봇 시스템에 있어서,

상기 마스터 로봇은, 상기 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안의 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하고, 상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 변형력 인식 수단; 및 상기 인스트루먼트의 샤프트의 상기 변형에 대한 해당 변위별로 힘의 크기를 데이터베이스화한 테이블값을 저장하는 저장 수단을 포함하고,

상기 변형력 인식 수단은,

상기 인스트루먼트의 실제 변형에 대한 영상 해석을 기반으로 변위를 산출하는 변위 산출 수단; 및

상기 변위에 대하여 상기 저장 수단에 저장된 상기 테이블값을 참조하여 상기 힘을 결정하는 힘 결정 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 시스템.

청구항 25

로봇암에 장착되는 인스트루먼트를 포함하는 슬레이브 로봇과 상기 슬레이브 로봇을 제어하기 위한 마스터 로봇을 포함하는 수술 로봇 시스템에 있어서,

상기 마스터 로봇은,

상기 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에, 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 조작에 대응되는 상기 인스트루먼트의 말단부의 위치를 예측하고 내시경 영상으로부터 상기 말단부의 실제 위치를 계산하여 상기 인스트루먼트의 변형에 대하여 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 변형력 인식 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 시스템.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 변형력 인식 수단은,

상기 인스트루먼트의 실제 변형에 대한 영상 해석을 기반으로 변위를 산출하는 변위 산출 수단; 및

상기 인스트루먼트의 샤프트의 재질, 길이, 두께를 포함한 특성 정보를 이용한 모델링에 기초하여 상기 변위에 대응되는 힘을 결정하는 힘 결정 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 시스템.

청구항 27

제25항에 있어서,

상기 마스터 로봇은,

상기 인스트루먼트의 샤프트의 상기 변형에 대한 해당 변위별로 힘의 크기를 데이터베이스화한 테이블값을 저장하는 저장 수단을 포함하고,

상기 변형력 인식 수단은,

상기 인스트루먼트의 실제 변형에 대한 영상 해석을 기반으로 변위를 산출하는 변위 산출 수단; 및

상기 변위에 대하여 상기 저장 수단에 저장된 상기 테이블값을 참조하여 상기 힘을 결정하는 힘 결정 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇 시스템.

청구항 28

하우징을 통해 로봇 암에 장착되고, 샤프트의 말단에 이펙터를 포함하는 수술용 인스트루먼트에 있어서,

상기 샤프트는 일정 탄성력이 유지되는 재질로 이루어져 변형의 원인이 되는 힘을 제거하면 본래의 직진 상태로 복원되고,

상기 변형에 대한 변위의 영상 해석에 기반하여 인체 내에서 받는 힘을 결정하기 위하여 상기 탄성력이 유지되는 재질을 이용하는 것을 특징으로 하는 인스트루먼트.

청구항 29

하우징을 통해 로봇 암에 장착되고, 샤프트의 말단에 이펙터를 포함하는 수술용 인스트루먼트에 있어서,

상기 샤프트는 일정 탄성력이 유지되는 재질로 이루어져 변형의 원인이 되는 힘을 제거하면 본래의 직진 상태로 복원되고,

상기 샤프트는 말단부에 형성된 일정 모양의 마커를 가지며, 내시경으로 획득한 영상에서 상기 마커가 상기 변형에 대한 변위의 측정에 이용되는 것을 특징으로 하는 인스트루먼트.

청구항 30

하우징을 통해 로봇 암에 장착되고, 샤프트의 말단에 이펙터를 포함하는 수술용 인스트루먼트에 있어서,

상기 샤프트는 일정 탄성력이 유지되는 재질로 이루어져 변형의 원인이 되는 힘을 제거하면 본래의 직진 상태로

복원되고,

상기 샤프트는 직진 줄 또는 점선 줄을 포함한 변형 감지 보조 무늬를 가지며, 내시경으로 획득한 영상에서 상기 변형 감지 보조 무늬가 상기 변형에 대한 변위의 측정에 이용되는 것을 특징으로 하는 인스트루먼트.

청구항 31

하우징을 통해 로봇 암에 장착되고, 샤프트의 말단에 이펙터를 포함하는 수술용 인스트루먼트에 있어서,

상기 샤프트는 일정 탄성력이 유지되는 재질로 이루어져 변형의 원인이 되는 힘을 제거하면 본래의 직진 상태로 복원되고,

인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에, 상기 샤프트의 변형에 대한 변위를 측정하고, 상기 변위에 기초하여 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 변형력 인식 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 인스트루먼트.

청구항 32

하우징을 통해 로봇 암에 장착되고, 샤프트의 말단에 이펙터를 포함하는 수술용 인스트루먼트에 있어서,

상기 샤프트는 일정 탄성력이 유지되는 재질로 이루어져 변형의 원인이 되는 힘을 제거하면 본래의 직진 상태로 복원되고,

인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에, 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 조작에 대응되는 상기 인스트루먼트의 말단부의 위치를 예측하고 내시경 영상으로부터 상기 말단부의 실제 위치를 계산하여 상기 인스트루먼트의 변형에 대하여 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 변형력 인식 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 인스트루먼트.

청구항 33

제32항에 있어서,

상기 변형력 인식 수단은,

상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하는 변위 산출 수단; 및

상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 힘 결정 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 인스트루먼트.

청구항 34

제33항에 있어서,

상기 힘 결정 수단은 상기 인스트루먼트의 샤프트의 재질, 길이, 두께를 포함한 특성 정보를 이용한 모델링에 기초하여 상기 변위에 대응되는 힘을 결정하는 것을 특징으로 하는 인스트루먼트.

청구항 35

제33항에 있어서,

상기 인스트루먼트의 샤프트의 상기 변형에 대한 해당 변위별로 힘의 크기를 데이터베이스화한 테이블값을 저장하는 저장 수단을 더 포함하고,

상기 힘 결정 수단은 상기 저장 수단에 저장된 상기 테이블값을 참조하여 상기 힘을 결정하는 것을 특징으로 하는 인스트루먼트.

청구항 36

제35항에 있어서,

상기 저장 수단은,

상기 인스트루먼트의 샤프트의 재질, 길이, 또는 두께에 따라 상기 테이블값이 별도로 데이터베이스화된 것을 특징으로 하는 인스트루먼트.

청구항 37

제28항 내지 제32항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 샤프트는 하우징 쪽의 기본 재질과 말단부 쪽의 기본 재질 사이에 변형 정도가 다른 재질을 포함하는 것을 특징으로 하는 인스트루먼트.

청구항 38

제37항에 있어서,

상기 변형 정도가 다른 재질은 상기 기본 재질보다 해당 부분에서 더 잘 굽어지는 것을 특징으로 하는 인스트루먼트.

청구항 39

제37항에 있어서, 상기 변형 정도가 다른 재질은 기본 재질 사이에 일정 간격으로 복수회 형성된 것을 특징으로 하는 인스트루먼트.

청구항 40

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 원격 수술 로봇 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것으로서, 특히 복강경 등을 이용한 내시경 수술 시에 로봇 암에 장착된 수술용 인스트루먼트가 인체 조직과 접촉 등에 의하여 발생하는 힘 등의 변형을 내시경 영상에 기초하여 간단히 감지하고 그때의 힘이 로봇 암을 조작하는 수단에 그대로 느껴지도록 함으로써 수술 의사에게 수동 수술에서와 유사한 느낌으로 용이하게 수술을 수행하도록 보조할 수 있는 원격 수술 로봇 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 의료 기계를 사용하여 피부나 점막 기타 인체 조직의 염증, 종양 등 환부를 자르거나 제거나 기타 조작을 가하여 병을 치료하는 외과적 수술이 많이 이루어지고 있다. 특히, 환부 등 수술 부위의 피부를 절개하여 열고 그 내부에 있는 기관 등을 치료, 성형하거나 제거하는 개복 수술은 출혈, 부작용, 환자의 고통, 흉터 등의 문제로 인하여 최근에는 이러한 부작용을 최소화할 수 있는 복강경 수술이 그 응용 범위를 확대하고 있다.

[0003] 복강경 수술이란 개복 부위를 최소화하면서 수술 도구를 삽입하여 내시경 등으로 체내를 관찰하면서 진행되는 수술을 말하는데, 이를 위하여 인체 내로 삽입되는 인스트루먼트 말단부에 각종 수술 부재(가위, 집게, 클립 등)를 탑재하고, 체내에 삽입 가능하여 체외에서 의사의 수동 조작이 가능하도록 되어 있는 수동(hand-held) 수술 기구가 널리 사용되고 있다.

[0004] 한편, 더 나아가서 로봇을 사용한 수술도 대안으로서 각광받고 있는데, 일반적으로, 이러한 수술용 로봇은 의사의 조작에 의해 필요한 신호를 생성하여 전송하는 마스터(master) 로봇과, 마스터 로봇으로부터 신호를 받아 직접 환자에 수술에 필요한 조작을 가하는 슬레이브(slave) 로봇으로 이루어지며, 마스터 로봇과 슬레이브 로봇을 통합하여 구성하거나, 각각 별도의 장치로 구성하여 수술실에 배치한 상태에서 수술을 진행할 수 있다.

[0005] 예를 들어, 로봇을 이용하여 복강경 등을 이용한 내시경 수술을 시행하는 데 있어서, 수술 의사는 복강경 등 내시경을 통하여 수신되는 영상에 의존하여 수술 부위로 인스트루먼트의 말단부를 근접시켜 환부를 시술하게 되므로, 인체 내에서 인스트루먼트의 이동 과정에서 인스트루먼트가 인체 조직에 접촉하여 무리한 힘으로 인체 조직에 상처를 주지는 않는 지 여부 등에 대하여 특별한 느낌없이 수술 의사의 육안 판단에만 의존하여 수술을 진행하게 된다.

[0006] 최근에 이러한 문제를 해결하기 위하여, 변형 게이지를 인스트루먼트에 장착시켜 인스트루먼트의 변형을 감지함

으로써 인스트루먼트의 상태를 파악하려는 시도가 있다. 그러나, 인스트루먼트는 최소한의 개복 부위를 통해 삽입될 수 있도록 한 정밀 수술도구이므로, 인스트루먼트에 변형 게이지를 장착하고 그 변형에 대한 정보를 외부로 출력하기 위한 수단들을 갖추도록 하기에는 많은 제조 상의 어려움이 있을 뿐만아니라, 제조 비용을 상승시키는 요인이 되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0007] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 복강경 등을 이용한 내시경 수술 시에 수술용 인스트루먼트가 인체 내에서 인체 조직과 접촉하는 힘을 수술 의사에게 전달하여 수동 수술에서와 유사한 느낌으로 용이하게 수술을 수행하도록 보조할 수 있는 원격 수술 로봇 시스템 및 그 제어 방법을 제공하는 데 있다.
- [0008] 또한, 본 발명의 다른 목적은, 복강경 등을 이용한 원격 내시경 수술 시 수술용 인스트루먼트가 인체 조직과 접촉하면서 발생하는 휨 등의 변형을 내시경 영상에 기초하여 간단히 감지할 수 있는 원격 수술 로봇 시스템 및 그 제어 방법을 제공하는 데 있다.
- [0009] 그리고, 본 발명의 또 다른 목적은, 인스트루먼트의 재질, 길이, 두께 등의 특성을 고려하여 인스트루먼트에 발생하는 변형력이 파악되도록 하여 수술 의사에게 필요한 수술 과정의 느낌을 수술의 종류나 수술 환경에 따라 변함없이 전달할 수 있는 원격 수술 로봇 시스템 및 그 제어 방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

- [0010] 상기한 과제를 실현하기 위한 본 발명의 일면에 따른, 수술 로봇 제어 방법은, 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에, 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하고, 상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 상기 결정된 힘에 따라, 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 운동을 위한 구동력에 반력을 가할 수 있다. 상기 조작 수단의 운동에 이용되는 상기 구동력은 모터의 회전력, 유압, 또는 공기압을 포함할 수 있다.
- [0012] 내시경으로 획득한 영상에 기초하여 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하여 상기 힘을 결정할 수 있다.
- [0013] 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 조작에 따라 조작 처리 수단에서 생성하는 조작 신호를 이용하여 예측한 상기 인스트루먼트의 말단부의 위치 정보와 내시경으로 획득한 상기 말단부의 실제 위치에 대한 영상으로부터 계산한 상기 말단부의 실제 위치 정보를 비교하여 상기 변형에 대한 상기 변위를 산출할 수 있다.
- [0014] 힘을 받아 변형되기 전의 상기 인스트루먼트의 영상과 변형 후의 상기 인스트루먼트의 영상을 서로 비교하여 변형 전후의 상기 인스트루먼트의 말단부에 대한 상기 변위를 산출할 수도 있다.
- [0015] 상기 결정된 힘의 크기에 대한 정보를 내시경 영상이 디스플레이되는 수단을 통해 표시할 수 있다.
- [0016] 상기 인스트루먼트의 샤프트는 일정 탄성력이 유지되는 재질로 이루어지고 상기 변형의 원인이 되는 힘을 제거하면 본래의 직진 상태로 복원될 수 있으며, 상기 인스트루먼트의 샤프트는 하우징 쪽의 기본 재질과 말단부 쪽의 기본 재질 사이에 변형 정도가 다른 재질을 포함할 수도 있다. 상기 변형 정도가 다른 재질은 상기 기본 재질보다 해당 부분에서 더 잘 굽어질 수 있으며, 상기 변형 정도가 다른 재질은 기본 재질 사이에 일정 간격으로 복수회 형성될 수도 있다.
- [0017] 상기 샤프트는 말단부에 형성된 일정 모양의 마커를 가지며, 내시경으로 획득한 영상에서 상기 마커를 이용하여 상기 변위를 산출할 수도 있다.
- [0018] 상기 인스트루먼트의 샤프트에 직선 줄 또는 점선 줄을 포함한 변형 감지 보조 무늬를 가지며, 내시경으로 획득한 영상에서 상기 변형 감지 보조 무늬를 이용하여 상기 변위를 산출할 수도 있다.
- [0019] 상기 인스트루먼트의 샤프트의 재질, 길이, 두께를 포함한 특성 정보를 이용한 모델링에 기초하여 상기 변위에 대응되는 힘을 결정할 수 있다.
- [0020] 상기 인스트루먼트의 샤프트의 상기 변형에 대한 해당 변위별로 힘의 크기를 데이터베이스화한 테이블값을 참조하여 상기 힘을 결정한다. 상기 인스트루먼트의 샤프트의 재질, 길이, 또는 두께에 따라 상기 테이블값이 별도

로 데이터베이스화될 수도 있다.

- [0021] 복수의 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에, 상기 복수의 인스트루먼트 중 어느 하나가 다른 인스트루먼트와의 상대적 당김 또는 밀기 동작을 할 때의 상기 인스트루먼트의 상기 변형에 대한 상기 힘을 결정하는 데에도 적용할 수 있다.
- [0022] 또한, 본 발명의 다른 일면에 따른 수술 로봇 제어 방법은, 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에, 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 조작에 대응되는 상기 인스트루먼트의 말단부의 위치를 예측하고 내시경 영상으로부터 상기 말단부의 실제 위치를 계산하여 상기 인스트루먼트의 변형에 대하여 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 본 발명의 또 다른 일면에 따라, 수술 로봇을 제어하기 위한 변형력 인식 장치는 별도의 독립된 장치로도 구현될 수 있고, 상기 변형력 인식 장치는, 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안의 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하는 변위 산출 수단; 및 상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 힘 결정 수단을 포함한다.
- [0024] 상기 힘 결정 수단은, 상기 결정된 힘에 따라 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 운동을 위한 구동력에 반력을 가할 수 있다.
- [0025] 상기 변위 산출 수단은, 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 조작에 따라 조작 처리 수단에서 생성하는 조작 신호를 이용하여 예측한 상기 인스트루먼트의 말단부의 위치 정보와 내시경으로 획득한 상기 말단부의 실제 위치에 대한 영상으로부터 계산한 상기 말단부의 실제 위치 정보를 비교하여 상기 변형에 대한 상기 변위를 산출할 수 있다.
- [0026] 상기 힘 결정 수단은, 상기 인스트루먼트의 샤프트의 재질, 길이, 두께를 포함한 특성 정보를 이용한 모델링에 기초하여 상기 변위에 대응되는 힘을 결정할 수 있다.
- [0027] 상기 힘 결정 수단은, 상기 인스트루먼트의 샤프트의 상기 변형에 대한 해당 변위별 힘의 크기가 저장 수단에 데이터베이스화되어 저장되어 있는 테이블값을 참조하여 상기 변위에 대한 상기 힘을 결정할 수도 있다.
- [0028] 또한, 본 발명의 또 다른 일면에 따라, 로봇암에 장착되는 인스트루먼트를 포함하는 슬레이브 로봇과 상기 슬레이브 로봇을 제어하기 위한 마스터 로봇을 포함하는 수술 로봇 시스템에 있어서, 상기 마스터 로봇은, 상기 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안의 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하고, 상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 변형력 인식 수단을 포함한다.
- [0029] 또한, 본 발명의 또 다른 일면에 따라, 로봇암에 장착되는 인스트루먼트를 포함하는 슬레이브 로봇과 상기 슬레이브 로봇을 제어하기 위한 마스터 로봇을 포함하는 수술 로봇 시스템에 있어서, 상기 마스터 로봇은, 상기 인스트루먼트를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에, 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 조작에 대응되는 상기 인스트루먼트의 말단부의 위치를 예측하고 내시경 영상으로부터 상기 말단부의 실제 위치를 계산하여 상기 인스트루먼트의 변형에 대하여 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 변형력 인식 수단을 포함한다.
- [0030] 상기 변형력 인식 수단은, 상기 인스트루먼트의 실제 변형에 대한 영상 해석을 기반으로 변위를 산출하는 변위 산출 수단; 및 상기 인스트루먼트의 샤프트의 재질, 길이, 두께를 포함한 특성 정보를 이용한 모델링에 기초하여 상기 변위에 대응되는 힘을 결정하는 힘 결정 수단을 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 마스터 로봇은, 상기 인스트루먼트의 샤프트의 상기 변형에 대한 해당 변위별로 힘의 크기를 데이터베이스화한 테이블값을 저장하는 저장 수단을 포함하고, 상기 변형력 인식 수단은, 상기 인스트루먼트의 실제 변형에 대한 영상 해석을 기반으로 변위를 산출하는 변위 산출 수단; 및 상기 변위에 대하여 상기 저장 수단에 저장된 상기 테이블값을 참조하여 상기 힘을 결정하는 힘 결정 수단을 포함한다.
- [0032] 또한, 본 발명의 또 다른 일면에 따라, 하우징을 통해 로봇 암에 장착되고, 샤프트의 말단에 이펙터를 포함하는 수술용 인스트루먼트에 있어서, 상기 샤프트는 일정 탄성력이 유지되는 재질로 이루어져 변형의 원인이 되는 힘을 제거하면 본래의 직진 상태로 복원되는 것을 특징으로 한다. 상기 변형에 대한 변위의 영상 해석에 기반하여 인체 내에서 받는 힘을 결정하기 위하여 상기 탄성력이 유지되는 재질을 이용한다.
- [0033] 상기 샤프트는 하우징 쪽의 기본 재질과 말단부 쪽의 기본 재질 사이에 변형 정도가 다른 재질을 포함할 수 있으며, 상기 변형 정도가 다른 재질은 상기 기본 재질보다 해당 부분에서 더 잘 굽어질 수 있다. 상기 변형 정도가 다른 재질은 기본 재질 사이에 일정 간격으로 복수회 형성될 수도 있다.

- [0034] 상기 샤프트는 말단부에 형성된 일정 모양의 마커를 가지며, 내시경으로 획득한 영상에서 상기 마커가 상기 변형에 대한 변위의 측정에 이용될 수도 있다.
- [0035] 상기 샤프트는 직선 줄 또는 점선 줄을 포함한 변형 감지 보조 무늬를 가지며, 내시경으로 획득한 영상에서 상기 변형 감지 보조 무늬가 상기 변형에 대한 변위의 측정에 이용될 수도 있다.
- [0036] 상기 인스트루먼트는, 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에, 상기 샤프트의 변형에 대한 변위를 측정하고, 상기 변위에 기초하여 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 변형력 인식 수단을 포함할 수 있다.
- [0037] 상기 인스트루먼트는, 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에, 상기 인스트루먼트의 조작 수단의 조작에 대응되는 상기 인스트루먼트의 말단부의 위치를 예측하고 내시경 영상으로부터 상기 말단부의 실제 위치를 계산하여 상기 인스트루먼트의 변형에 대하여 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 변형력 인식 수단을 포함할 수 있다.
- [0038] 상기 변형력 인식 수단은, 상기 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 산출하는 변위 산출 수단; 및 상기 변위에 기초하여 상기 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정하는 힘 결정 수단을 포함할 수 있다.
- [0039] 상기 힘 결정 수단은 상기 인스트루먼트의 샤프트의 재질, 길이, 두께를 포함한 특성 정보를 이용한 모델링에 기초하여 상기 변위에 대응되는 힘을 결정할 수 있다.
- [0040] 상기 인스트루먼트는, 상기 인스트루먼트의 샤프트의 상기 변형에 대한 해당 변위별로 힘의 크기를 데이터베이스화한 테이블값을 저장하는 저장 수단을 더 포함하고, 상기 저장 수단에 저장된 상기 테이블값을 참조하여 상기 힘을 결정할 수 있다. 상기 저장 수단은, 상기 인스트루먼트의 샤프트의 재질, 길이, 또는 두께에 따라 상기 테이블값이 별도로 데이터베이스화할 수도 있다.

효 과

- [0041] 본 발명에 따른 원격 수술 로봇 시스템 및 그 제어 방법에 따르면, 복강경 등을 이용한 내시경 수술 시에 수술용 인스트루먼트가 인체 내에서 인체 조직과 접촉하는 힘을 수술 의사에게 전달하여 수동 수술에서와 유사한 느낌으로 용이하게 수술을 수행하도록 보조할 수 있다.
- [0042] 또한, 본 발명에 따른 원격 수술 로봇 시스템 및 그 제어 방법에 따르면, 복강경 등을 이용한 원격 내시경 수술 시 수술용 인스트루먼트가 인체 조직과 접촉하면서 발생하는 힘 등의 변형을 내시경 영상에 기초하여 간단히 감지할 수 있다.
- [0043] 그리고, 본 발명에 따른 원격 수술 로봇 시스템 및 그 제어 방법에 따르면, 인스트루먼트의 재질, 길이, 두께 등의 특성을 고려하여 인스트루먼트에 발생하는 변형력이 파악되도록 하여 수술 의사에게 필요한 수술 과정의 느낌을 수술의 종류나 수술 환경에 따라 변함없이 전달할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0044] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0045] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0046] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 원격 수술 로봇 시스템을 설명하기 위한 사시도이다.
- [0047] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 원격 수술 로봇 시스템은 마스터 로봇(1)과 마스터 로봇(1)의 원격 제어를 받아 수술대에 누워있는 환자에게 수술을 행하는 슬레이브 로봇(2)을 포함한다. 마스터 로봇(1)과 슬레이브 로봇(2)이 반드시 물리적으로 독립된 별도의 장치로 분리되어야 하는 것은 아니며, 하나로 통합되어 일체형으로 구성될 수 있으며, 이 경우 슬레이브 로봇(2)에 포함되는 마스터 인터페이스(4)는 마스터 로봇(1)과 일체화된 로봇 시스템의 인터페이스 부분에 해당할 수 있다.
- [0048] 마스터 로봇(1)은 수술 과정을 모니터링하는 수단(6)이나 슬레이브 로봇(2)의 로봇 암(8,9)을 조작하기 위한 핸들 형태의 조작 수단(10) 및 슬레이브 로봇(2)의 전반적인 제어를 위한 제어장치(도 6참조) 등이 구비된 마스터 인터페이스(4)를 포함하고, 슬레이브 로봇(2)은 수술용 로봇 암(8)에 장착된 인스트루먼트나 복강경용 로봇 암(9)에 장착된 복강경 등 내시경을 포함한다.
- [0049] 마스터 로봇(1)과 슬레이브 로봇(2)은 전용선으로 연결될 수 있으며, 또는 유선 통신망 또는 무선 통신망을 통

해 상호 통신하여 조작 신호, 복강경 등 내시경을 통해 획득된 영상 등을 송수신할 수 있다.

- [0050] 마스터 로봇(1)의 모니터링 수단(6)은 복강경 등 내시경으로부터 획득된 영상을 화상 이미지로 표시한다. 모니터링 수단(6)은 하나 또는 복수의 디스플레이 수단으로 구성될 수 있으며, 각 디스플레이 수단에 수술 시 필요한 정보들이 개별적으로 표시되도록 할 수 있다. 예를 들어, 복수의 디스플레이 수단을 통해 환자의 상태를 나타내는 지표, 예를 들어, 체온, 맥박, 호흡 및 혈압 등과 같은 생체 정보가 영역별로 나뉘어져 출력될 수도 있다. 이러한 생체 정보를 마스터 로봇(1)으로 제공하기 위해, 슬레이브 로봇(2)은 체온 측정 모듈, 맥박 측정 모듈, 호흡 측정 모듈, 혈압 측정 모듈, 심전도 측정 모듈 등을 포함할 수 있으며, 각 모듈에 의해 측정된 생체 정보는 아날로그 신호 또는 디지털 신호의 형태로 슬레이브 로봇(2)에서 마스터 로봇(1)으로 전송되어, 마스터 로봇(1)이 각 디스플레이 수단을 통해 수신된 해당 생체 정보를 디스플레이할 수 있다.
- [0051] 조작 수단(10)은 수술자가 양손에 각각 파지하여 조작할 수 있도록 핸들 형태로 구현될 수 있으며, 수술자가 조작 수단(10)을 조작함에 따라 조작신호가 슬레이브 로봇(2)으로 전송되어 로봇 암(8,9)이 제어될 수 있다. 예를 들어, 조작 수단(10)의 움직임을 제어하는 처리 수단은 모터의 회전력이나 유압 또는 공기압 등 다양한 구동력을 이용하여 조작 수단(10)이 부드럽게 한정된 범위에서 움직일 수 있도록 제어할 수 있으며, 이때 해당 조작 신호를 발생시켜 로봇 암(8,9)이 조작 수단(10)의 움직임에 따라 일정 비율로 같은 운동을 하도록 할 수 있다. 로봇 암(8,9)의 운동에도 모터의 회전력이나 유압 또는 공기압 등을 이용할 수 있으며, 해당 조작 신호에 따라 부드럽게 한정된 범위에서 움직일 수 있다. 이에 따라, 수술자가 조작 수단(10)을 조작할 때, 로봇 암(8, 9)에 장착된 인스트루먼트의 위치 이동, 회전, 절단 작업 등이 수행될 수 있다. 조작 수단(10)은 메인 핸들(main handle)과 서브 핸들(sub handle) 등 복수의 핸들로 구성될 수도 있으며, 핸들 형태 이외에도 조이스틱 형태, 키패드, 트랙볼, 터치스크린 등 슬레이브 로봇(2)의 로봇 암(8,9)이나 기타 수술 장비를 작동시키기 위한 다양한 입력수단이 대신하여 사용될 수 있다.
- [0052] 슬레이브 로봇(2)의 로봇 암(8,9)은 다자유도를 가지고 구동되도록 구현될 수 있다. 로봇 암(8,9)은 예를 들어 환자의 수술 부위에 삽입되는 수술기구인 인스트루먼트(instrument)(20)(도 2참조), 인스트루먼트(20)를 수술 위치에 따라 요(yaw)방향으로 회전시키는 요동 구동부, 요동 구동부의 회전 구동과 직교하는 피치(pitch) 방향으로 인스트루먼트(20)를 회전시키는 피치 구동부, 인스트루먼트(20)를 길이 방향으로 이동시키는 이송 구동부와, 인스트루먼트(20)를 회전시키는 회전 구동부를 포함하고, 인스트루먼트(20)의 말단부에는 수술 병변을 잡거나, 절개 또는 절단하는 구동부인 이펙터(effector)가 구비된다. 다만, 로봇 암(8,9)의 구성이 이에 제한되지 않으며, 이러한 예시가 본 발명의 권리범위를 제한하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 수술자가 조작 수단(10)을 조작함에 의해 로봇 암(3)이 상응하는 방향으로 회전, 이동하는 등의 실제적인 제어 과정은 본 발명의 요지와 다소 거리감이 있으므로 이에 대한 구체적인 설명은 생략한다. 또한, 로봇 암(8,9)은 환자를 수술하기 위하여 하나 이상이 이용될 수 있으며, 수술 부위가 모니터링 수단(6)을 통해 화상 이미지로 표시되도록 하기 위한 복강경용 로봇 암(9)과 해당 복강경 등 내시경은 독립된 별도의 슬레이브 로봇으로 구현될 수도 있다.
- [0053] 또한, 본 발명의 일실시예로서 복강경을 사용하는 수술 로봇 시스템에 대하여 설명하지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 실시예들은 복강경 이외의 다양한 수술용 내시경, 예를 들어, 흉강경, 관절경, 비경, 방광경, 직장경, 십이지장경, 종격경, 심장경 등이 이용되는 수술들에 대하여도 범용적으로 유사하게 실시될 수 있다.
- [0054] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 슬레이브 로봇(2)을 나타내는 사시도이다.
- [0055] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 슬레이브 로봇(2)은, 수술 조작을 위한 수술용 로봇암의 선단부에 인스트루먼트(20)가 장착될 수 있도록 결합된커플링 구조를 포함한다.
- [0056] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 인스트루먼트(20)를 나타내는 사시도이다.
- [0057] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 인스트루먼트(20)는 하우징(30), 이펙터(38), 및 샤프트(40)를 포함한다. 각각의 인스트루먼트(20)는 다른 로봇 암이나 인스트루먼트와의 간섭을 최소화하기 위한 커플링 구조로 결합되는데, 예를 들어, 로봇 암의 선단부에 결합되어 있는 소정 어댑터에 인스트루먼트(20)의 하우징(30)을 끼워 넣는 방식으로 인스트루먼트(20)가 로봇 암의 선단부에 장착될 수 있다. 하우징(30)에 일방향으로 연장되는 샤프트(40)의 말단부에는 이펙터(38)가 결합되어 있다. 원격 수술 과정에서 샤프트(40)가 수술 부위 내에 삽입되며, 이펙터(38)는 마스터 로봇(1)의 제어에 따라 수술 부위 근처에서 수술에 필요한 집게 동작, 절단, 절개 등 각종 조작을 하게 된다.
- [0058] 샤프트(40)는 하우징(30)을 통해 전달되는 구동력을 이펙터(38)에 전달하는 기능을 수행할 수 있으며, 이를 위

해 튜브 형태의 샤프트(40)의 내부에 수용된 와이어(50)가 이펙터(38)의 각 운동 요소에 필요한 구동력을 전달함으로써 이펙터(38)가 수술에 필요한 동작을 수행할 수 있게 된다. 특히, 샤프트(40)는 일정 탄성력이 유지되는 재질로 이루어져 변형의 원인이 되는 힘을 제거하면 본래의 직진 상태로 복원될 수 있고, 본 발명에 따라 이와 같은 샤프트(40)의 변형에 대한 변위에 기반하여 인체 내에서 받는 힘을 결정하고자 한다. 이펙터(38)는 수술 부위에 삽입되어 집게 동작이나 절단 동작 등을 수행하는 구성요소로서, 한 쌍의 죠(jaw)가 힌지축을 중심으로 결합되고 각 죠 및 힌지축에는 와이어가 연결되는 구조로 이루어질 수 있다.

[0059] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 복강경(내시경) 영상의 사진이다. 도 4와 같이, 마스터 로봇(1)의 조작 수단(10)을 조작하여 슬레이브 로봇(2)에 장착된 인스트루먼트(20)를 수술 부위에 근접시키거나 인스트루먼트(20)를 이용하여 수술하는 동안의 과정이, 복강경 등 내시경으로 획득한 영상에 따라 디스플레이 수단(6)에 표시될 수 있다.

[0060] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 인스트루먼트(20)의 샤프트(40)에서의 변형을 나타내는 도면이다.

[0061] 도 5와 같이, 마스터 로봇(1)의 조작 수단(10)을 조작하여 슬레이브 로봇(2)에 장착된 인스트루먼트(20)를 수술 부위에 근접시켜 수술을 진행하는 동안에, 인스트루먼트(20)의 말단부의 이펙터(38)가 인체 조직, 예를 들어, 뼈, 근육, 각종 장기를 들어 올리는 과정 등에서 인스트루먼트(20)의 샤프트(40)가 휘어지는 변형을 일으킬 수 있다. 도 5에는 인스트루먼트(20)를 이용해 장기를 들어 올리는 그림을 예시하였으나 이에 한정되지 않으며 인스트루먼트(20)를 이용해 장기를 누르거나 잡아 당기는 과정 등에서도 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)가 변형을 일으킬 수 있다. 수동 수술에 경험있는 의사는 인스트루먼트(20)를 인체내에 삽입하면서 이동 중의 위치감, 말단부 이펙터(38)가 인체 조직에 접촉하거나 이펙터(38)를 이용해 장기를 누르거나 잡아 당기거나 들어 올릴 때 작용력이나 촉감을 느끼면서 쉽게 수술을 진행할 수 있었지만, 본 발명과 같은 원격 로봇을 이용한 수술 중에도 이러한 위치감, 작용력, 촉감을 수술 의사가 간접적으로 느낄 수 있도록 하기 위하여, 인스트루먼트(20)의 샤프트(40)의 변형, 예를 들어, 굽은 정도 또는 각도(θ) 등의 변위를 측정하여 이러한 변위에 기초하여 인스트루먼트(20)가 인체 내에서 받는 힘을 파악하여 수술 의사에게 알려줄 수 있다. 도 15와 같이 상기 결정된 힘의 크기에 대한 정보를 숫자나 그래프 등으로 내시경 영상이 디스플레이되는 수단을 통해 표시할 수도 있으며, 또는 인스트루먼트(20)의 조작 수단(10)에 그에 맞게 반력(또는 반발력)이 가해져 수술자에게 느껴지도록 할 수도 있다. 예를 들어, 인스트루먼트(20)의 변형에 대응하여 결정된 힘에 따라, 조작 수단(10)의 운동에 이용되는 모터의 회전력에 반력을 주어 수술 의사가 조작 수단(10)을 움직일 때 해당 반력이 느껴지게 하여 수동 수술을 진행하는 것과 유사한 수술감을 간접적으로 느끼도록 할 수 있다. 조작 수단(10)의 운동에 유압, 공기압 등 다른 구동력이 이용될 때에도 유사한 방법으로 조작 수단(10)의 해당 구동력에 반력을 가하여 이를 수술의사가 느끼도록 할 수 있다.

[0062] 이와 같이 인스트루먼트(20), 즉, 말단부 이펙터(38)가 구비된 샤프트(40)를 인체 내에 삽입하여 수술하는 동안에 샤프트(40)의 변형에 따라 조작 수단(10)이 힘을 받는 느낌을 제공하기 위하여, 이하에서 다양한 방식으로 이를 구현하는 장치의 구성과 동작에 대하여 설명한다. 하기하는 바와 같이, 수술 중 인스트루먼트(20)의 이동시에 인스트루먼트(20)의 굽어지는 변형 정도나 각도 등 변위를 영상 해석 방법으로 간단히 측정 계산함으로써 조작 수단(10)에 힘이 느껴지게 하는 수단이나 방식을 다양한 형태로 구현할 수 있다.

[0063] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 원격 수술 로봇 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.

[0064] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 원격 수술 로봇 시스템은, 마스터 로봇(1) 및 슬레이브 로봇(2)을 포함한다. 슬레이브 로봇(2)은 수술용 로봇암(8)에 장착되는 인스트루먼트(20)와 복강경용 로봇암(9)에 장착되는 복강경 등의 내시경(21)을 포함한다. 마스터 로봇(1)은 마스터 인터페이스(4), LCD 등 디스플레이 수단(6), 및 암 조작부(10)를 포함하고, 마스터 인터페이스(4)는 제어부(610), 메모리(611), 영상 입력부(620), 화면 표시부(630), 조작 처리부(640) 및 변형력 인식 수단(690)을 포함한다. 변형력 인식 수단(690)은 변위 산출부(650), 힘 결정부(660)를 포함한다.

[0065] 인스트루먼트(20)는 도 1과 같이 슬레이브 로봇(2)의 수술용 로봇암(8)에 장착되고, 복강경 등의 내시경(21)은 슬레이브 로봇(2)의 복강경용 로봇암(9)에 장착된다. LCD 등 디스플레이 수단(6)은 수술 과정을 모니터링하기 위한 수단으로서 복강경 등의 내시경(21)이 획득한 영상에 기초하여 해당 영상을 표시하며, 암(arm) 조작부(10)는 핸들 형태로서 슬레이브 로봇(2)의 로봇암(8,9)의 위치 및 기능을 수술자가 조작할 수 있도록 하기 위한 수단이고, 암 조작부(10)의 조작에 따라 조작 처리부(640)가 해당 조작 신호를 생성함으로써 슬레이브 로봇(2)의 로봇암(8,9)에 장착된 인스트루먼트(20)의 운동을 제어할 수 있다. 조작 처리부(640)는 모터의 회전력이나 유압 또는 공기압 등 다양한 구동력을 이용하여 암 조작부(10)가 부드럽게 한정된 범위에서 움직일 수 있도록

제어할 수 있으며, 조작 처리부(640)의 해당 조작 신호의 발생은 슬레이브 로봇(2)의 로봇암(8,9)에 장착된 인스트루먼트(20)가 일정 비율로 같은 방향의 운동을 일으킬 수 있다. 로봇 암(8,9)의 운동에도 모터의 회전력이나 유압 또는 공기압 등을 이용할 수 있으며, 해당 조작 신호에 따라 부드럽게 한정된 범위에서 움직일 수 있다.

[0066] 제어부(610)는 위와 같은 마스터 인터페이스(4)를 구성하는 메모리(611), 영상 입력부(620), 화면 표시부(630), 조작 처리부(640) 및 변형력 인식 수단(690) 등의 전반적인 제어를 담당하는 프로세서에 해당하며, 위와 같은 마스터 인터페이스(4)의 구성 요소들의 일부를 포함하여 해당 기능이 수행되도록 할 수도 있다. 위와 같은 마스터 인터페이스(4)의 구성요소들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다.

[0067] 메모리(611)에는 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)의 굽은 정도나 굽은 각도 등의 변형에 대한 해당 변위별 힘의 크기를 데이터베이스화한 테이블값을 저장한다. 도 7에는 이와 같이 데이터베이스화되는 변위별 힘의 크기에 대한 예가 도시되어 있다. 하기하는 바와 같이, 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)의 재질, 길이, 또는 두께에 따라 같은 변위에 대하여 힘을 받는 정도가 다를 수 있으므로, 이와 같은 샤프트(40)의 재질, 길이, 또는 두께 등을 고려하여 참조되도록 메모리(611)에는 각각에 대하여 테이블값(변위별 힘의 크기)이 별도로 데이터베이스화되어 저장될 수도 있다. 이와 같은 테이블값은 탄성체로 된 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)가 실제 변형하는 정도를 실측하여 이를 바탕으로 실제 받는 힘과 유사한 값으로 데이터베이스화될 수 있다.

[0068] 영상 입력부(620)는 슬레이브 로봇(2)의 내시경(21)에 구비된 소정 카메라를 통해 획득된 영상 정보를 수신하며, 화면 표시부(630)는 영상 입력부(620)로부터의 영상 신호에 기초하여 해당 영상을 디스플레이 수단(6)을 통해 디스플레이 할 수 있도록 처리한다.

[0069] 변위 산출부(650)는 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에, 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)가 인체 조직에 접촉한 후의 변형(예를 들어, 장기를 누르기, 잡아 당기기, 또는 들어 올리기 등의 과정에서의 변형)에 대한 변위를 측정할 수 있다. 변위 산출부(650)는 내시경(21)으로 획득한 영상에 기초하여 다양한 방식으로 영상을 해석함으로써 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)의 변형에 대한 해당 변위를 측정할 수 있다.

[0070] 힘 결정부(660)는 변위 산출부(650)가 측정하여 산출한 변위에 기초하여 인스트루먼트(20)가 인체 내에서 받는 힘을 결정할 수 있다. 힘 결정부(660)는 인스트루먼트(20)의 샤프트(40)의 재질, 길이, 두께 등의 특성 정보를 이용한 모델링에 기초하여 실시간으로 해당 변위에 대한 힘을 결정할 수 있다. 예를 들어, 모델링 함수 $f(\text{재질, 길이, 두께 등 특성 정보와 변위})$ 의 변수가 되는 해당 특성 정보와 변위만 정해지면 힘 결정부(660)는 위와 같은 모델링 함수에 따라 변위별 힘을 산출할 수 있다.

[0071] 이외에도, 힘 결정부(660)는 도 7과 같이 메모리(611)에 데이터베이스화된 테이블값을 참조하여 변위 산출부(650)가 측정하여 산출한 변위에 대응된 힘의 크기에 대한 테이블값을 추출할 수도 있고, 이와 같이 추출된 힘을 수술 의사에게 알려줄 수 있다. 이때 힘 결정부(660)는 인스트루먼트(20)의 샤프트(40)의 재질, 길이, 두께 등에 따라 메모리(611)에 데이터베이스화된 적절한 테이블값을 참조하여 해당 힘을 추출할 수도 있다. 도 14와 같이 상기 결정된 힘의 크기에 대한 정보는 내시경 영상이 디스플레이되는 수단을 통해 표시될 수도 있으며, 또는 암 조작부(10)에 해당 반력이 가해지도록 할 수도 있다.

[0072] 도 8은 도 5와 같은 인스트루먼트(20)의 변형에 대한 힘의 크기를 결정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0073] 도 8을 참조하면, 먼저, 수술 의사는 인스트루먼트(20)를 인체 내에 삽입하여 수술 부위에 근접시키기 위하여 암 조작부(10)를 조작하기 시작한다(S11). 암 조작부(10)를 조작하여 인스트루먼트(20)를 인체 내에 삽입하는 동안 또는 인스트루먼트(20)를 이용한 수술 과정 동안에, 인스트루먼트(20), 즉, 이펙터(38) 또는 샤프트(40) 등 인스트루먼트(20)의 구성 요소가 인체 조직에 접촉될 때, 도 5와 같이 샤프트(40)는 힘을 받는 만큼 굽어질 수 있다(S12). 예를 들어, 인스트루먼트(20)의 이펙터(38)를 이용해 장기를 누르거나, 잡아 당기거나, 또는 들어 올리기 등의 과정에서 샤프트(40)는 힘을 받는 만큼 굽어질 수 있다.

[0074] 이때 변위 산출부(650)는 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)의 변형에 대한 영상을 분석하기 시작한다(S13). 기본적으로 암 조작부(10)의 조작에 따라 조작 처리부(640)가 해당 조작 신호, 예를 들어, 상하/좌우/앞뒤 등의 운동 정보를 생성함으로써 슬레이브 로봇(2)의 로봇암(8,9)에 장착된 인스트루먼트(20)의 운동을 제어하므로, 변위 산출부(650)는 조작 처리부(640)로부터의 조작 신호를 이용하여 인스트루먼트(20)의 말단부, 즉, 이펙터(38)의 위치 정보(예를 들어, 내시경 영상에서의 수평 및 수직 위치)를 예측할 수 있으며, 또한 변위 산출부(650)는 샤프트(40)의 변형 후의 영상, 즉, 인스트루먼트(20)의 말단부의 실제 위치에 대한 영상을 영상 입력부

(620)를 통해 수신하여 인스트루먼트(20)의 말단부, 즉, 이펙터(38)의 실제 위치 정보(예를 들어, 내시경 영상에서의 수평 및 수직 위치)를 계산할 수 있다. 이에 따라, 변위 산출부(650)는 조작 신호로부터 예측한 위치 정보와 실제 위치에 대한 영상으로부터 계산한 실제 위치 정보를 비교하여 샤프트(40)가 굽어지는 정도나 각도 등의 변위를 산출할 수 있다(S14).

[0075] 샤프트(40)는 일정 탄성력이 유지되는 재질로 이루어져 변형의 원인(인체 조직에 접촉 등)이 되는 힘을 제거하면 본래의 직진 상태로 복원될 수 있으므로, 변위 산출부(650)는 위와 같은 방법으로 샤프트(40)의 변형되기 전 단부쪽의 직진성과 샤프트(40)의 단부쪽이 굽어져 변형된 후의 샤프트(40)의 굽은 정도를 계산할 수 있다. 샤프트(40)의 단부나 기타 인체 조직 등에 의하여 힘을 받게 되면 샤프트(40)의 단부쪽은 직진성을 잃게 되고, 힘의 크기에 따라 그 굽은 정도, 즉 변위가 달라지게 된다. 여기서 변위는 도 5와 같이 샤프트(40)의 직진 시에 단부가 가리키는 방향과 변형 시에 단부가 가리키는 방향 사이의 각도 또는 샤프트(40)의 직진 시에 단부가 가리키는 점과 변형 시에 단부가 가리키는 점 사이의 거리 등으로 계산될 수 있다.

[0076] 이와 같은 변형 정도를 좀 더 쉽게 파악할 수 있도록 하기 위하여, 도 9와 같이, 샤프트(40)(샤프트의 외형)의 중간 부분(하우징 쪽의 기본 재질과 말단부 쪽의 기본 재질 사이)에 기본 재질보다 변형 정도가 다른 재질(91)을 둘 수도 있다. 기본 재질은 변형이 쉽게 일어나지 않는 단단한(rigid) 재질일 수도 있고, 다른 재질(91) 부분은 플렉서블 재질로 하여 기본 재질 보다는 더 잘 굽어지도록 하여 해당 부분에서 샤프트(40)의 변형량이 커지도록 할 수 있다. 이때, 수술 목적에 적합하도록 다양한 어플리케이션에서 플렉서블 부분(91)을 기본 재질 사이에 일정 간격으로 복수의 위치에 형성될 수 있으며, 그 길이나 탄성력도 해당 목적에 적합하도록 선택되어 제조될 수 있다.

[0077] 또한, 변위 산출부(650)가 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)의 변형 전과 비교된 변형 후의 변위를 좀 더 잘 측정할 수 있도록 하기 위하여, 도 10과 같이 인스트루먼트(20)의 말단부, 예를 들어, 샤프트(40)의 끝에 마커(marker)(92)를 둘 수도 있다. 마커(92)는 원주를 따라 복수개가 형성될 수도 있다. 변위 산출부(650)가 영상 입력부(620)를 통해 인스트루먼트(20)의 말단부의 실제 위치에 대한 영상을 수신하는 경우에, 영상 입력부(620)를 통해 수신되는 내시경(21) 영상은 수술 부위 주변의 장기 환경이나 내시경(21)에 장착된 카메라의 해상도 등에 따라 화질이 저하될 수 있으므로, 변위 산출부(650)는 영상 입력부(620)를 통해 수신하는 영상을 해석 시, 즉, 샤프트(40)의 직진성 판단이나 변형 판단 시에 오류를 일으킬 가능성도 있다. 따라서, 샤프트(40)의 끝에 원형, 네모, 별모양 등 일정 모양의 마커(92)를 검정색 또는 파랑색 등 선명한 색상으로 형성해 놓은 경우에, 변위 산출부(650)는 마커(92)에 대한 위치 산출을 통해 해당 실제 위치 정보를 좀 더 정확하게 산출할 수 있다. 이에 따라, 변위 산출부(650)는 조작 신호로부터 예측한 위치 정보와 마커(92)의 실제 위치에 대한 영상으로부터 계산한 실제 위치 정보를 비교하여 샤프트(40)가 굽어지는 정도나 각도 등의 변위를 산출할 수 있다(S14).

[0078] 이외에도, 도 11과 같이, 샤프트(40)의 길이 방향으로 복수의 직선 줄 등의 변형 감지 보조 무늬(93)를 형성하여 변위 산출부(650)의 변위 계산을 보조하도록 할 수 있다. 여기서, 샤프트(40)의 길이 방향으로 직선 줄이 형성된 것을 예시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 기타 점선 줄 등 좀 더 뚜렷한 영상으로 영상 해석을 보조할 다양한 변형 감지 보조 무늬(93)를 형성하여 이용할 수도 있다. 예를 들어, 변위 산출부(650)는 직선 줄이나 점선 줄 등의 변형 감지 보조 무늬(93)의 굽은 정도를 계산하여 샤프트(40)의 변형 전 직선일 때와 비교된 변형 후의 변위를 산출할 수 있다(S14).

[0079] 다른 방법으로는, 변위 산출부(650)는 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)의 변형 전과 후의 영상을 비교하기 위하여, 영상 입력부(620)를 통해 샤프트(40)의 변형 전의 영상과 인체 조직에 의해 힘을 받은 후 샤프트(40)의 변형 후의 영상을 수신할 수 있으며, 이와 같은 해석에 필요한 영상을 캡처하여 비교함으로써 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)가 인체 조직에 접촉하여 굽어지는 정도나 각도 등의 변위를 측정하여 산출할 수도 있다(S14). 예를 들어, 변위 산출부(650)는 인체 조직에 의해 힘을 받아 변형되기 전의 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)의 영상과 그 변형 후의 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)의 영상을 서로 비교하여 샤프트(40)가 변형된 해당 변위, 예를 들어, 변형 전후의 샤프트(40) 끝점의 변화된 거리나 변형 전후의 샤프트(40) 말단의 변화된 방향의 각도를 산출할 수도 있다.

[0080] 한편, 변위 산출부(650)가 샤프트(40)의 변형에 대한 변위를 산출하면, 이에 따라 힘 결정부(660)는 인스트루먼트(20)의 샤프트(40)의 재질, 길이, 두께 등의 특성에 대한 정보에 기초하여 실시간으로 해당 변위에 대한 힘을 결정할 수 있다. 예를 들어, 샤프트(40)의 재질, 길이, 두께 등의 특성에 대한 정보와 변위를 변수로 하는 소정 모델링 함수, 예를 들어, $f(\text{재질, 길이, 두께 등 특성 정보와 변위})$ 를 이용하여, 힘 결정부(660)는 해당 변위에 대하여 그에 대응되는 힘을 실시간 산출할 수 있다.

- [0081] 다른 예로서, 도 7과 같이 메모리(611)에 미리 저장된 변위별 힘의 크기를 데이터베이스화한 테이블값을 참조하여 위의 변위 산출 결과와 매칭되거나 가장 근사한 에러를 갖는 힘의 크기에 대한 테이블값을 추출하여 인스트루먼트(20)가 인체 내에서 받는 힘을 결정할 수도 있다(S15). 이때 힘 결정부(660)는 인스트루먼트(20)의 샤프트(40)의 재질, 길이, 두께 등에 따라 메모리(611)에 데이터베이스화된 적절한 테이블값을 참조하여 해당 힘을 추출할 수도 있다.
- [0082] 이때 도 14와 같이 상기 결정된 힘의 크기에 대한 정보를 내시경 영상이 디스플레이되는 수단을 통해 표시할 수도 있으며, 또는 압 조작부(10)에 해당 반력이 가해지도록 할 수도 있다.
- [0083] 예를 들어, 위와 같이 인스트루먼트(20)가 인체 내에서 받는 힘이 결정되면, 해당 결정된 힘은 조작 처리부(640)로 전달될 수 있고, 조작 처리부(640)는 압 조작부(10)의 운동에 대하여 샤프트(40)의 변형 전 보다 모터의 회전력이나 유압 또는 공기압 등의 구동력이 적게 발생되도록 반력을 가할 수 있다. 이와 같은 반력은 힘 결정부(660)가 결정한 힘에 비례할 수 있으며, 이에 따라, 수술 의사는 인스트루먼트(20)의 변형이 없을 때 압 조작부(10)의 조작 시의 느낌과 인스트루먼트(20)의 변형이 있을 때 압 조작부(10)의 조작 시의 느낌이 다를 수 있다. 수술 의사로서는 압 조작부(10)의 조작에 반력을 느낌으로써 인스트루먼트(20)의 변형을 인지하게 되고, 수술 부위나 기타 인체 조직의 접촉에 의한 상해가 발생하지 않도록 조심하면서 수술을 진행 할 수 있게 된다.
- [0084] 이외에도, 도 12와 같이 인스트루먼트(20) 2개 또는 그 이상을 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에 대하여도 응용하여 위와 같은 힘을 결정할 수 있다. 예를 들어, 삽입된 인스트루먼트들 중 어느 하나 이상이 실밥 매듭을 위하여 좌우로 당김 동작을 하거나 2개의 인스트루먼트를 이용해 장기를 잡을 때와 같이 다른 인스트루먼트와의 상대적 당김(또는 밀기) 동작 시에, 변위 산출부(650)가 해당 인스트루먼트의 변형에 대한 변위를 측정할 수 있고, 이에 따라 힘 결정부(660)가 측정된 변위에 기초하여 메모리(611)에 데이터베이스화된 테이블값을 참조하여 해당 인스트루먼트가 인체 내에서 받는 힘을 결정할 수 있다. 이에 따라 도 14와 같이 해당 힘의 크기에 대한 정보가 내시경 영상이 디스플레이되는 수단을 통해 해당 인스트루먼트들에 대하여 표시될 수 있으며, 압 조작부(10)의 해당 조작 수단에 반력을 줄 수도 있다.
- [0085] 위에서, 본 발명의 일실시예에 따른 인스트루먼트(20)는 일정 탄성력이 유지되는 재질로 이루어져 변형의 원인(인체 조직에 접촉, 장기 누르기, 잡아 당기기, 누르기, 다른 인스트루먼트와의 당김/밀기 동작 등)이 되는 힘을 제거하면 본래의 직진 상태로 복원될 수 있는 재질로 이루어진 샤프트(40)를 구비함을 설명하였다. 이와 같이 샤프트(40)가 탄성력이 유지되는 재질로 이루어진 것은, 인체 내에 삽입되어 수술 진행 동안에 인체 내에서 받는 힘에 의하여 일으키는 변형 정도를 변위 산출부(650)에 의하여 영상 해석으로 산출할 수 있게 하고, 이에 따라 힘 결정부(660)는 해당 변위에 대하여 인스트루먼트(20)가 인체 내에서 받는 힘을 결정하도록 하기 위함이었다.
- [0086] 또한, 도 9와 같이, 인스트루먼트(20)는 샤프트(40)의 변형 정도를 좀 더 쉽게 파악할 수 있도록 하기 위하여, 샤프트(40)의 중간 부분(하우징 쪽의 기본 샤프트 재질과 말단부 쪽의 기본 샤프트 재질 사이)에 기본 재질보다 좀 더 잘 굽어지는 플렉서블 부분(91)을 적절한 위치에 한 번 이상 둘 수도 있으며, 또한, 도 10과 같이, 변위 산출부(650)가 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)의 변형에 대한 해당 변위를 좀 더 잘 측정할 수 있도록 하기 위하여, 인스트루먼트(20)의 말단부, 예를 들어, 샤프트(40)의 끝에 마커(marker)(92)를 둘 수도 있다.
- [0087] 이외에도, 도 11과 같이, 인스트루먼트(20)의 샤프트(40)에는 길이 방향으로 복수의 직선 줄이나 점선 줄 등의 다양한 변형 감지 보조 무늬(91)가 형성되어 있을 수 있으며, 이는 변위 산출부(650)에서 변위 계산을 보조하도록 할 수 있다. 변형 감지 보조 무늬는 영상의 화질 저하 시에도 잘 보일 수 있도록 검정색, 파랑색 등의 굵은 실선이나 점선으로 될 수 있으며, 이때 샤프트(40)의 바탕 색은 흰색이나 회색 등 변형 감지 보조 무늬가 더 잘 보이게 하는 색상으로 선택되어 제조될 수 있다. 즉, 변위 산출부(650)가 영상 입력부(620)를 통해 수신되는 내시경(21) 영상에서 샤프트(40)에 형성된 위와 같은 변형 감지 보조 무늬에 대하여 직진성 판단이나 변형 판단을 수행함으로써 영상의 화질 저하 등의 문제에 따른 변위 산출부(650)의 변위 계산에 오류를 감소시킬 수 있다.
- [0088] 도 13과 같이 인스트루먼트(20)에는 도 6에서 설명된 변형력 인식 수단(690)이 하우징(30) 등 적절한 위치에 장착될 수도 있다. 이때에는 도 6에서 변형력 인식 수단(690)이 제거되거나 동작을 멈추고 마스터 인터페이스(4)의 제어부(610)를 통하여 인스트루먼트(20)에 장착된 변형력 인식 수단(690)으로 필요한 신호가 송신될 수 있으며, 변형력 인식 수단(690)으로부터 제어부(610)로 필요한 신호가 수신될 수 있다. 즉, 변형력 인식 수단(690)은 도 6과 같은 변위 산출부(650)와 힘 결정부(660)를 포함할 수 있다.

- [0089] 이에 따라, 인스트루먼트(20), 즉, 샤프트(40)를 인체 내에 삽입하여 수술을 진행하는 동안에, 인스트루먼트(20)에 장착된 변형력 인식 수단(690)의 변위 산출부(650)는 도 8의 S14 단계와 유사한 방법으로 인체 조직에 접촉된 후의 샤프트(40)의 변형에 대한 변위를 측정할 수 있으며, 인스트루먼트(20)에 장착된 변형력 인식 수단(690)의 힘 결정부(660)는 도 8의 S15 단계와 유사한 방법으로 상기 변위에 기초하여 인체 내에서 받는 힘을 결정할 수 있다.
- [0090] 또한, 도 13과 같이, 복수의 인스트루먼트를 사용하는 수술에서도 응용되어, 인스트루먼트(20)에 장착된 변형력 인식 수단(690)의 변위 산출부(650)는 다른 인스트루먼트와의 상대적 당김(또는 밀기) 동작 시의 샤프트(40)의 변형에 대한 변위를 측정할 수 있으며, 인스트루먼트(20)에 장착된 변형력 인식 수단(690)의 힘 결정부(660)는 해당 변위에 기초하여 인체 내에서 받는 힘을 결정할 수 있다. 여기서, 힘 결정부(660)는 인스트루먼트(20)의 샤프트(40)의 길이, 재질, 두께 등을 반영하여 메모리(611)를 참조하여 변위 산출부(650)가 측정한 변위에 해당하는 힘을 결정할 수도 있다. 또한, 필요한 경우, 도 6의 메모리(611)를 변형력 인식 수단(690)과 연결되도록 인스트루먼트(20) 내부에 장착하여 힘 결정부(660)가 해당 힘의 결정에 참조하도록 할 수도 있다. 이와 같이 인스트루먼트(20) 내부에 장착되는 메모리(611)와 변형력 인식 수단(690), 경우에 따라서는 제어부(610)의 일부 기능 등은 근거리 통신이 가능한 IC 칩 형태 또는 RFID 태그 형태로 구현되어 장착될 수도 있다.
- [0091] 위에서도 기술한 바와 같은 메모리(611)와 변형력 인식 수단(690) 및 변형력 인식 수단(690)의 동작을 위한 제어부(610)의 일부 기능 등은 도 6과 같이 마스터 로봇(1)에 장착되어 동작하는 것은 아니며, 도 13과 같이 인스트루먼트(20)의 하우징(30)에도 장착될 수 있고, 경우에 따라서는 독립적으로 구성되어 슬레이브 로봇(2)의 로봇 암(8) 등 다른 장치에 장착되어 동작되도록 할 수도 있다.
- [0092] 이상에서와 같이 도면과 명세서에서 최적 실시예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

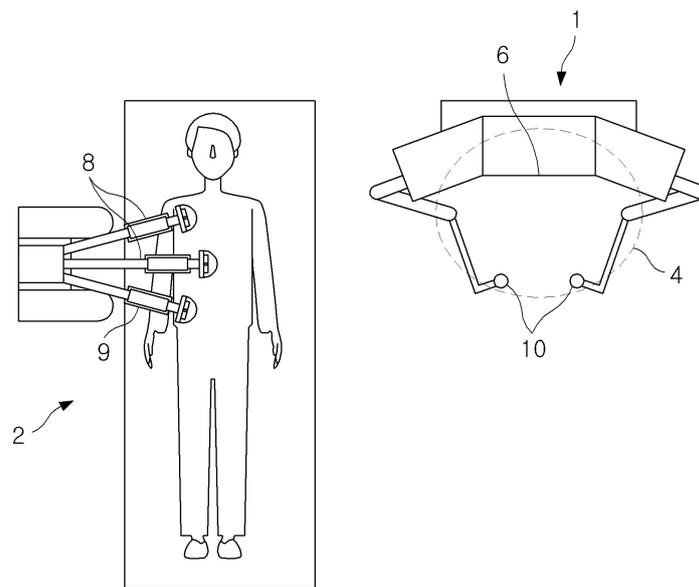
도면의 간단한 설명

- [0093] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 원격 수술 로봇 시스템을 설명하기 위한 사시도이다.
- [0094] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 슬레이브 로봇을 나타내는 사시도이다.
- [0095] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 인스트루먼트를 나타내는 사시도이다.
- [0096] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 내시경 영상의 사진이다.
- [0097] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 인스트루먼트의 샤프트에서의 변형을 나타내는 도면이다.
- [0098] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 원격 수술 로봇 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.
- [0099] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 인스트루먼트의 변위별로 데이터베이스화한 힘의 크기를 설명하기 위한 도면이다.
- [0100] 도 8은 도 5와 같은 인스트루먼트의 변형에 대한 힘의 크기를 결정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0101] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 인스트루먼트의 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0102] 도 10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 인스트루먼트의 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0103] 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 인스트루먼트의 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0104] 도 12는 환부 묶기 동작에 대한 수술 과정의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [0105] 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 인스트루먼트의 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0106] 도 14는 인스트루먼트에 가해지는 힘의 크기에 대한 정보를 표시하는 디스플레이 화면의 일례이다.
- [0107] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- [0108] 1: 마스터 로봇

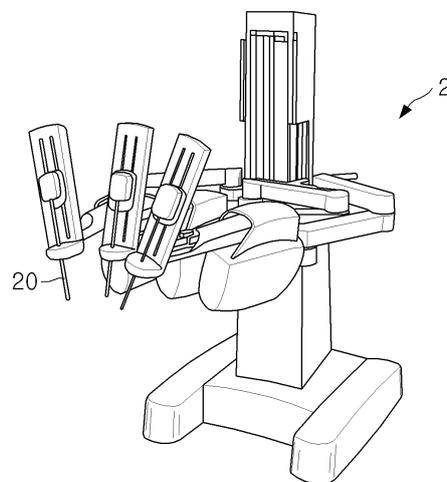
- [0109] 2: 슬레이브 로봇
- [0110] 3: 로봇 암
- [0111] 6: 마스터 인터페이스
- [0112] 10: 압조작부
- [0113] 20: 인스트루먼트
- [0114] 38: 이펙터(effector)
- [0115] 40: 샤프트(shaft)

도면

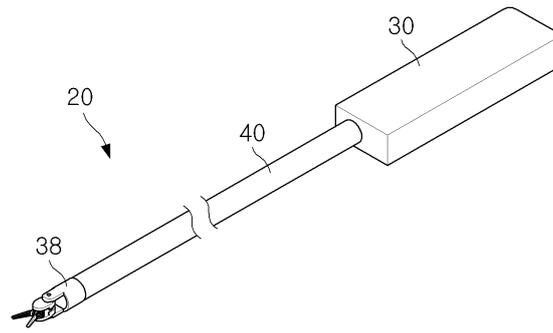
도면1



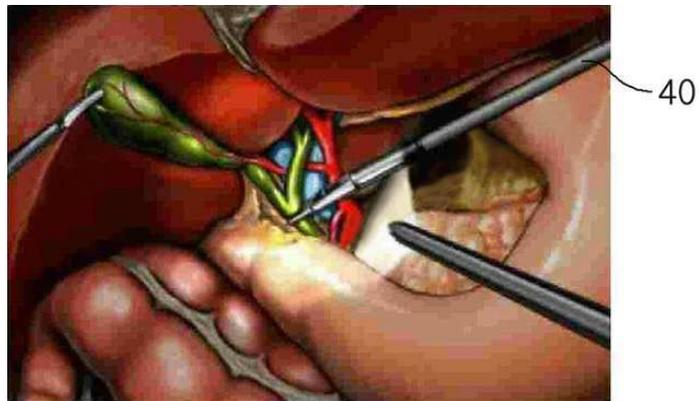
도면2



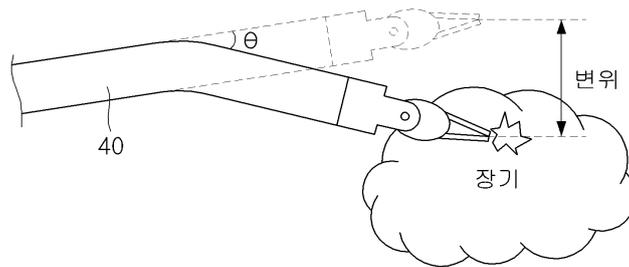
도면3



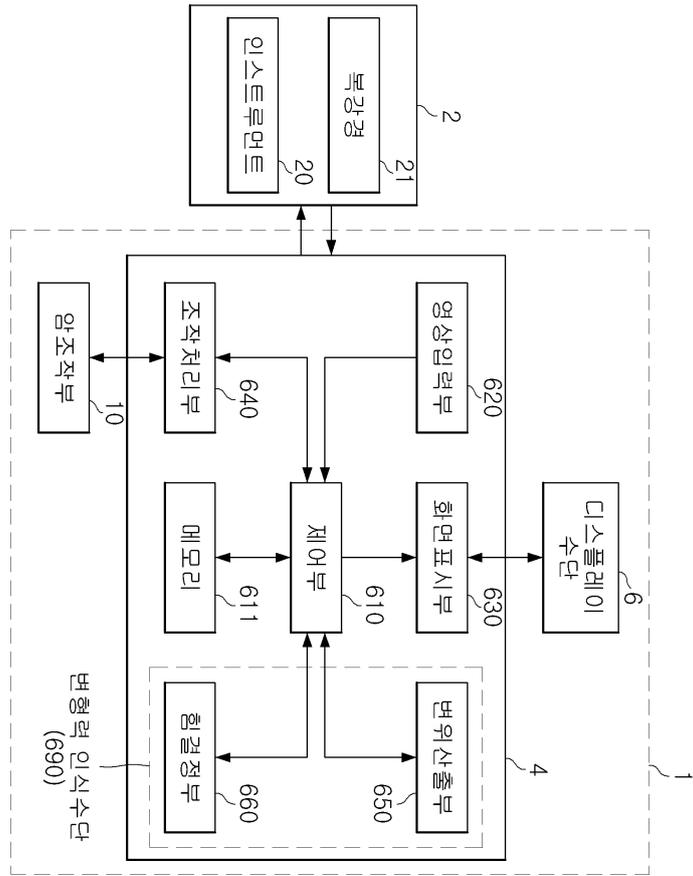
도면4



도면5



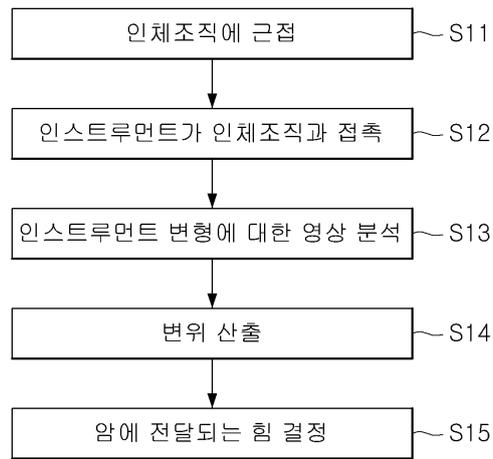
도면6



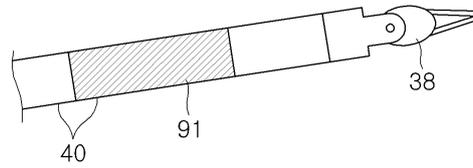
도면7

범위	행의 크기
A	XX
B	XX
C	XX
D	XX
E	XX

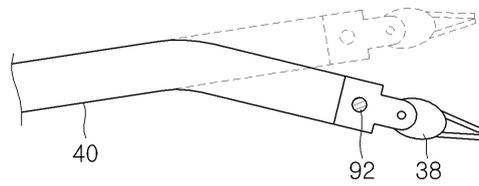
도면8



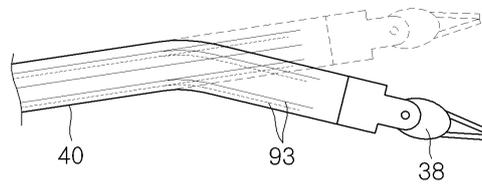
도면9



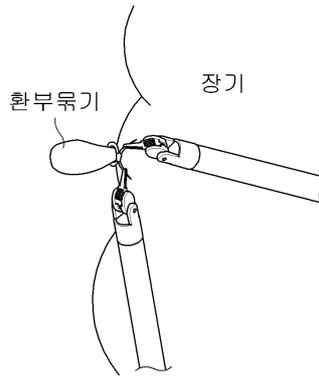
도면10



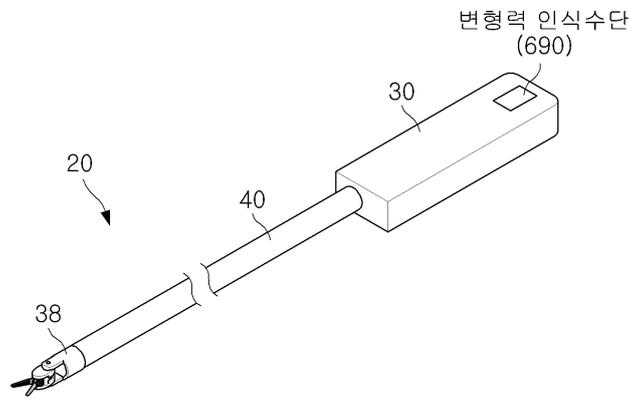
도면11



도면12



도면13



도면14

