

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G06F 19/0010

(45) 공고일자 2005년11월08일  
(11) 등록번호 10-0526741  
(24) 등록일자 2005년10월31일

(21) 출원번호 10-2003-0029201  
(22) 출원일자 2003년05월09일

(65) 공개번호 10-2004-0086040  
(43) 공개일자 2004년10월08일

(73) 특허권자 김시학  
경기도 성남시 수정구 수진동 1356번지  
  
홍성관  
일본 가나가와현 사가미하라시 사가미다이단지 2-3동 501호  
  
미믹 테크놀러지  
미국 98103 워싱턴 시애틀 오로라 애비뉴 엔 스위트 201 4033

(72) 발명자 김시학  
경기도 성남시 수정구 수진동 1356번지  
  
홍성관  
일본 가나가와현 사가미하라시 사가미다이단지 2-3동 501호

(74) 대리인 김윤배

심사관 : 이재훈

(54) 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템과 이를 이용한 최소 절개용 수술시스템

요약

본 발명은 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템과 이를 이용한 최소 절개용 수술시스템에 관한 것으로서, 사용자에게 의한 병진운동 및 회전운동에 관한 입력값을 측정하는 인터페이스 장치; 상기 인터페이스 장치를 제어하고 상기 인터페이스 장치로부터 수신한 아날로그 신호 및 펄스 신호를 디지털 신호로 변환하는 제어장치; 상기 사용자에게 의한 병진운동 및 회전운동에 관한 입력값을 이용하여 위치계산, 충돌여부 검출 및 상기 제어장치를 제어하는 계산장치; 및 상기 계산장치로부터 생성되고 계산된 값들을 사용자가 시청각적으로 감지할 수 있도록 하는 표시장치; 를 포함한다.

대표도

도 2

색인어

와이어, 장력, 가상현실, 힘반력장치, 스케일러블 장치, 가상 수술용 촉각장치, 가상 복관경 시뮬레이터

## 명세서

### 도면의 간단한 설명

- 도 1 은 본 발명의 일실시예에 따른 시스템 블록도.
- 도 2 는 본 발명의 일실시예에 따른 인터페이스 장치에 관한 사시도.
- 도 3 은 본 발명의 일실시예에 따른 병진운동 감지부(120)에 관한 사시도.
- 도 4 는 본 발명의 일실시예에 따른 병진운동 감지부(120)에 관한 평면도.
- 도 5 는 도 4 에 도시된 본 발명의 일실시예에 따른 병진운동 감지부(120)에 채용된 지지대가 y축으로 90도 회전하였을 때의 평면도.
- 도 6 은 도 4 에 도시된 본 발명의 일실시예에 따른 병진운동 감지부(120)에 채용된 제 2 폴리의 정면도.
- 도 7 은 본 발명의 일실시예에 따른 의료용 투관침을 지지수단(160)으로 장착한 인터페이스 장치에 관한 사시도
- 도 8 은 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 장력을 이용한 힘 반력 제어에 관한 흐름도.
- 도 9 는 도 7에 도시된 본 발명의 일실시예에 따른 지지수단(160)이 2자유도의 회전력을 낼 수 있도록 와이어를 실제로 지지수단(160)에 연결한 예의 평면도.
- 도 10은 도 9에 도시된 지지수단(160)에 최소절개 수술용 툴(180)을 연결해서 2자유도의 회전력을 낼 수 있도록 만든 시스템의 사시도.

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템과 이를 이용한 최소 절개용 수술시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 최소한의 와이어와 센서를 사용하여 사용자가 직관적인 조작을 할 수 있고, 그에 따른 반력을 느낄 수 있도록 함으로써 일반 마우스의 대응, CAD도구, 모델링툴, 가상현실 분야의 시뮬레이터 및 가상 수술 시뮬레이터의 수술 장치 등에 응용 가능한, 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템과 이를 이용한 최소 절개용 수술시스템에 관한 것이다.

장력을 이용한 힘 반력시스템에 관하여는 미국특허공보 제 5,305,429호 "3차원 이미지를 이용한 입력장치"에 개시되어 있다.

상기 특허발명은 지지수단, 지지수단, 표시수단, 제어수단으로 구성되어 있다.

상기 지지수단은 정방향의 큐빅 프레임이고 프레임의 4곳에 엔코더가 고정되어있고 상기 각각의 엔코더의 끝은 폴리와 연결되어있고 폴리는 와이어로 감겨있는 구조이며 상기 감겨진 와이어의 한쪽은 제어수단으로서의 마그네틱 ON/OFF 스위치를 지나서 추와 연결되고 추의 무게로 인하여 와이어가 항상 평평하게 당겨지게 된다.

상기 지지수단은 핑거 팁(finger tip)이며 다른 한쪽의 와이어와 묶여 있다.

사용자가 표시수단인 모니터에서 보여지는 가상공간 속에 놓인 가상물체를 조작하거나 만지기 위해서 상기 지지수단을 움직이게 되면, 4개의 각각의 와이어는 길이변화가 발생하고, 상기 변화된 각각의 와이어 길이변화에 따른 펄스 수를 근거로 3차원 위치 변화를 계산하게 된다.

계산된 상기 지시수단의 3차원 위치와 가상공간상의 가상물체와의 관계에서 충돌이 되었으면 토크를 계산하게 되고, 제어부는 상기 제어수단으로서의 마그네틱 ON/OFF 스위치를 ON하게되는 바, 상기 각각의 와이어를 상기 마그네틱 ON/OFF스위치가 붙잡음으로써 상기 지시수단은 움직이지 않게 되어 마치 유저가 가상물체에 접촉한 것과 같은 감각을 느끼게 된다.

또한, 상기 마그네틱 ON/OFF스위치를 OFF하면 다시 지시수단을 움직일 수 있게 된다.

그러나, 상기 "3차원 이미지를 이용한 입력장치"는 (i) 마그네틱 스위치를 ON/OFF하면서 와이어를 잡거나 놓는 방식인 바, 정확한 힘제시가 불가능하고, (ii) 추를 이용하여 와이어를 팽팽히 하는 바, 최소장력이 일정하지 못하고, (iii)정방향 프레임 4곳의 정점에 엔코더를 장착하였는 바, 사용자가 조작하는데 있어서 정면에 존재하는 프레임에 의하여 조작공간에 많은 제약을 받았고, (iv) 프레임과 와이어 사이에 불필요한 마찰력이 발생하여, 제시되는 힘에는 불필요한 힘이 전달되었고, (v) 회전조작의 입력이 불가능했으며, (vi) 와이어의 길이를 측정하는 방법이 감겨진 와이어의 양에 따라서 측정값이 달라져서 오차의 영향을 받기 쉬운 문제점이 있었다.

상기 문제점들 가운데 일부분(i,ii,v)을 해결하기 위하여 일본 특개2001-282448 호 "3차원입력장치"가 출원되었다.

상기 출원발명은 지시수단, 지시수단, 표시수단 및 제어수단으로 구성되어 있다.

상기 지시수단은 정방향의 큐빅 프레임이고 프레임의 8곳에 엔코더와 모터가 고정되어 있다. 상기 각각의 엔코더의 끝은 풀리와 연결되어있고 풀리는 와이어로 감겨있다. 감겨진 와이어의 한쪽은 상기 제어수단인 모터와 연결되고 모터에는 항상 최소 장력이 인가됨으로 인하여 실이 항상 평평하게 당겨지게 된다.

상기 지시수단은 그립이다. 상기 그립은 사람이 엄지와 다른 네손가락 사이에 그립을 놓았을 때 두 개의 막대가 쥐는 힘의 크기에 따라 회전하는 기계적인 구조로 되어있고 두 개의 막대의 각각의 정점 4곳에 프레임의 각각의 정점에서 나온 2개씩의 와이어과 연결되어 있다.

사용자가 표시수단으로서의 모니터에서 보여지는 가상공간 속에 놓인 가상물체를 조작하거나 만지기 위해서 지시수단인 그립을 움직이면, 상기 각각의 와이어 길이가 변하게 되고 상기 각각의 길이 변화를 엔코더가 감지하여, 카운트된 엔코더 펄스 수를 근거로 3차원 위치(병진위치, 회전위치, 쥐는 정도)를 계산하게 된다.

계산된 위치와 가상공간상의 가상물체와의 관계에서 충돌이 되었으면 토크를 계산하게 되고 제어부에서 각각의 와이어에 필요한 장력으로 변환한 다음 모터로 보내어 지게된다. 장력값이 능동적으로 변환되면서 병진, 회전 및 쥐는 힘을 동시에 제시 할 수 있게 된다. 제시한 힘을 통해서 사용자는 가상물체에 접촉한 것과 같은 감각을 느끼게 된다.

그러나, 상기 "3차원입력장치"는 (i) 적어도 7개 이상의 와이어를 사용한 경우에만 적용이 가능하고, (6개 이하의 와이어를 사용하는 경우에는 적용할 수 없음) (ii) 와이어의 길이를 측정하는 방법이 감겨진 와이어의 양에 따라서 측정값이 달라져서 와이어 길이의 계산시 오차의 영향을 받기 쉬웠고, (iii) 오차의 영향을 받기 쉬운 방법으로 와이어의 길이를 계산한 후, 계산된 8개의 와이어의 길이만으로 회전각을 계산함으로 회전각의 정밀도가 떨어지고 오차가 쌓이게 되며, (iv) 이를 해결하기 위해서는 각각의 와이어의 길이를 초기화하는 과정이 필요하지만, 이러한 방법은 없었고, (v) 8개의 와이어를 사용하기 때문에 유저가 지시수단을 조작할 때 각각의 와이어에 얽히지 않게 조작할 수 있는 작업공간이 좁았고, (vi) 와이어와 프레임 사이의 마찰로 인하여 필요한 장력을 제시해야 함에도 불구하고 불필요한 힘이 전달되어 버리며, (vii) 결과값(위치와 회전)의 오차가 3자유도 시스템(미국특허공보 제 5,305,429호 "3차원 이미지를 이용한 입력장치")보다 훨씬 커진다는 문제점이 있었다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은, 최소한의 와이어와 센서만을 이용하여 상기 문제점을 모두 해결하기 위한 것으로서, 와이어 장력을 이용한 새로운 위치추적 및 반력 제시 시스템과 계산방법을 시행하고, 프레임과 와이어 사이에서 발생하는 마찰력을 줄이고, 와이어 길이변화의 측정 오차를 줄이고, 가상물체의 회전성분을 와이어의 길이를 측정하는 대신 센서를 이용하여 계산하고, 프레임에 의한 조작공간의 제약을 해소하며, 정확한 초기화를 시행함에 있다.

### 발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템과 이를 이용한 최소 절개용 수술시스템에 관한 것으로서, 사용자에 의한 병진운동 및 회전운동에 관한 입력값을 측정하는 인터페이스 장치(100); 상기 인터페이스 장치(100)를 제어하고 상기 인터페이스 장치(100)로부터 수신한 아날로그 신호 및 펄스 신호를 디지털 신호로 변환하는 제어장치(200); 상기 사용자에게 의한 병진운동 및 회전운동에 관한 입력값을 이용하여 위치계산, 충돌여부 검출 및 상기 제어장치(200)를 제어하는 계산장치(300); 및 상기 계산장치(300)로부터 생성되고 계산된 값들을 사용자가 시정각적으로 감지할 수 있도록 하는 표시장치(400); 를 포함한다.

바람직하게는 상기 인터페이스 장치(100)는, x 축과 평행한 4개의 프레임(111 내지 114) 중 z 좌표축 값이 큰 2개의 프레임(111 및 112) 각각의 소정지점 및 y 축과 평행한 3개의 프레임(115 내지 117) 중 z 좌표축 값이 작은 2개의 프레임(115 및 116) 각각의 소정지점에 고정되어 있고, 상기 사용자에게 의한 병진운동을 감지하는 4개의 병진운동 감지부(120, 130, 140 및 150); 상기 4개의 병진운동 감지부(120, 130, 140 및 150)를 지지하기 위한 지지 프레임(110); 및 상기 4개의 병진운동 감지부(120, 130, 140 및 150)와 와이어(127, 137, 147 및 157)로 연결되어 있어 상기 사용자에게 의한 병진운동을 상기 4개의 병진운동 감지부(120, 130, 140 및 150) 각각에 전달하고, 상기 사용자에게 의한 회전운동을 감지하는 지지부(160);를 포함하되, 상기 지지 프레임(110)은, 정육면체의 형상으로서, 총 12 개의 모서리 중 9 개의 모서리에는 봉형상의 각각의 프레임(111 내지 119)이 연결되어 있고, 나머지 3 개의 모서리인 상기 프레임(115)이 존재하는 모서리에 z 축으로 대응하는 모서리와, 상기 프레임(118)이 존재하는 모서리에 x 축으로 대응하는 모서리와, 상기 프레임(119)이 존재하는 모서리에 x 축으로 대응하는 모서리에는 프레임이 존재하지 않는 구조를 갖는 것을 특징으로 하고, 상기 지지부(160)는, 자이로 센서 및 가속도 센서 중 적어도 어느 한 종류의 센서로서 3개의 센서를 포함하는 것을 특징으로 한다.

더욱 바람직하게는 상기 4개의 병진운동 감지부(120, 130, 140 및 150)는, 상기 프레임(111, 112, 115 및 116)에 고정 장착되어 있는 고정대(121a, 131a, 141a 및 151a) 및 상기 각각의 고정대(121a, 131a, 141a 및 151a)에 제 2 베어링(128, 138, 148 및 158)을 통하여 회전 가능하게 설치되어 있는 지지대(121b, 131b, 141b 및 151b)를 포함하는 각각의 마운트(121, 131, 141 및 151); 상기 각각의 프레임(111, 112, 115 및 116)의 외측면에 고정되어 있고, 상기 제어장치(200)로부터 출력한 토크 값대로 와이어에 장력을 발생시키는 기능을 수행하는 각각의 모터(124, 134, 144 및 154); 및 상기 각각의 모터(124, 134, 144 및 154)의 후면에 고정되어 있고, 사용자의 입력값을 펄스로 변환하는 기능을 수행하는 각각의 엔코더(125, 135, 145 및 155)를 포함하여 이루어지며, 상기 각각의 지지대(121b, 131b, 141b 및 151b)는 그 중심에 각각의 와이어(127, 137, 147 및 157)가 삽입되는 관통구멍(121d)이 형성되어 있고, 그 일측에 각각의 회전축(121c, 131c, 141c 및 151c)을 구비하고 있고, 타 측단에는 상기 각각의 제 1 풀리(122, 132, 142 및 152)를 상기 프레임에 대하여 수직방향을 중심(회전축)으로 회전될 수 있도록 회전 가능하게 지지하고 있는 한쌍의 지지편(121d, 131d, 141d 및 151d)을 구비하고 있으며, 상기 프레임(111, 112, 115 및 116)에 부착되어 있는 상기 마운트의 고정대(121a, 131a, 141a 및 151a)에는 제 2 베어링(128, 138, 148 및 158)을 개재하여 상기 지지대의 회전축(121c, 131c, 141c 및 151c)이 프레임에 대하여 수직방향을 중심(회전축)으로 회전 가능하게 설치되어 있으며, 상기 각각의 모터(124, 134, 144 및 154)의 회전축에는 각각의 제 2 풀리(126, 136, 146 및 156)가 고정되어 상기 모터의 회전에 의해서 상기 각각의 와이어(127, 137, 147 및 157)를 감고 풀어주는 것을 특징으로 한다.

또한 바람직하게는 상기 제어장치(200)는, 상기 계산장치(300)의 입력신호에 따라 장력을 제어하는 모터 제어부(210); 상기 각각의 엔코더(125, 135, 145 및 155)의 펄스 수를 카운터 하여 상기 계산장치(300)로 전송하는 엔코더 카운터부(220); 상기 지지부(160)로부터 수신한 아날로그 형태의 회전운동 정보를 디지털 형식의 회전운동 정보로 변환하여 상기 계산장치(300)로 전송하는 A/D 컨버터부(230);를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한 바람직하게는 상기 계산장치(300)는, 상기 지지부(160)의 운동에 따라 가상공간 내에서 병진, 회전 및 충돌 운동 등을 수행하는 가상물체를 제작하고 제작한 상기 가상물체를 상기 표시장치(400)로 전송하는 가상물체 제작부(310); 상기 지지부(160)의 병진운동 및 회전운동에 대한 위치를 계산하는 위치 계산부(320); 상기 지지부(160)와 상기 가상물체 사이의 충돌유무를 확인하는 충돌 검출부(330); 상기 충돌 검출부(330)에서 확인한 상기 지지부(160)와 상기 가상물체 사이의 충돌유무를 이용하여 장력을 계산하는 힘 제어부(340); 및 어플리케이션을 저장하는 어플리케이션 저장부(350); 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세하게 설명하면 다음과 같다.

도 1 내지 도 6 을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템과 이를 이용한 최소 절개용 수술시스템을 설명하면 다음과 같다.

도 1 은 본 발명의 일실시예에 따른 시스템 블록도이고, 도 2 는 본 발명의 일실시예에 따른 인터페이스 장치에 관한 사시도이고, 도 3 은 본 발명의 일실시예에 따른 병진운동 감지부(200)에 관한 사시도이고, 도 4 는 본 발명의 일실시예에 따른 병진운동 감지부(200)에 관한 평면도이고, 도 5 는 도 4 에 도시된 본 발명의 일실시예에 따른 병진운동 감지부(120)에 채용된 지지대가 y축으로 90도 회전하였을 때의 평면도이며, 도 6 은 도 4 에 도시된 본 발명의 일실시예에 따른 병진운동 감지부(120)에 채용된 제 2 폴리의 평면도이다.

상기 도 1 에 예시된 바와 같이 본 발명의 일실시예에 따른 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템과 이를 이용한 최소 절개용 수술시스템은, 사용자에게 의한 병진운동 및 회전운동에 관한 입력값을 측정하는 인터페이스 장치(100), 상기 인터페이스 장치(100)를 제어하고 상기 인터페이스 장치(100)로부터 수신한 아날로그신호 및 펄스신호를 디지털 신호로 변환하는 제어장치(200), 본 발명에 따른 가상물체를 생성하고 상기 사용자에게 의한 병진운동 및 회전운동에 관한 입력값을 이용하여 위치계산을 수행하며 본 발명에 따른 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템을 제어하는 계산장치(300) 및 상기 계산장치(300)로부터 생성되고 계산된 값들을 사용자가 시청각적으로 감지할 수 있도록 하는 표시장치(400)를 포함한다.

상기 인터페이스 장치(100)는 상기 도 2 에 도시된 바와 같이, 지지 프레임(110), 4개의 병진운동 감지부(120, 130, 140 및 150) 및 지지부(160)를 포함한다.

상기 지지 프레임(110)은 정육면체의 형상으로서, 총 12 개의 모서리 중 9 개의 모서리에는 봉형상의 각각의 프레임(111 내지 119)이 연결되어 있고, 나머지 3 개의 모서리, 즉 상기 프레임(115)이 존재하는 모서리에 z 축으로 대응하는 모서리와, 상기 프레임(118)이 존재하는 모서리에 x 축으로 대응하는 모서리와, 상기 프레임(119)이 존재하는 모서리에 x 축으로 대응하는 모서리에는 프레임이 존재하지 않는 구조를 가졌으나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

본 실시예에서 상기 봉형상의 각각의 프레임(111 내지 119)은 50cm의 알루미늄 재질 파이프를 사용하였으나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

상술한 구조를 가지는 상기 지지 프레임(110)을 사용함으로써 사용자는 종래보다 더 넓은 조작공간을 가질 수 있게 된다.

또한 상기 4개의 병진운동 감지부(120, 130, 140 및 150) 각각은, x 축과 평행한 4개의 프레임(111 내지 114) 중 z 좌표 축 값이 큰 2개의 프레임(111 및 112) 각각의 소정지점 및 y 축과 평행한 3개의 프레임(115 내지 117) 중 z 좌표축 값이 작은 2개의 프레임(115 및 116) 각각의 소정지점에 고정되어 있는 바, 마운트(121, 131, 141 및 151), 제 1 폴리(122, 132, 142 및 152), 제 1 베어링(123, 133, 143 및 153), 모터(124, 134, 144 및 154), 엔코더(125, 135, 145 및 155), 제 2 폴리(126, 136, 146 및 156), 와이어(127, 137, 147 및 157) 및 제 2 베어링(128, 138, 148 및 158)을 포함한다. 또한 상기 4개의 병진운동 감지부(120, 130, 140 및 150) 중 상기 프레임(111)의 소정지점에 고정된 병진운동 감지부(120)의 제 1 폴리(122)와 상기 프레임(112)의 소정지점에 고정된 병진운동 감지부(130)의 제 1 폴리(132)는 서로 마주보고 있고, 상기 프레임(115)의 소정지점에 고정된 병진운동 감지부(140)의 제 1 폴리(142)와 상기 프레임(116)의 소정지점에 고정된 병진운동 감지부(150)의 제 1 폴리(152)도 서로 마주보고 있다.

상기 각각의 마운트(121, 131, 141 및 151)는, 상기 프레임(111, 112, 115 및 116)에 고정 장착되어 있는 고정대(121a, 131a, 141a 및 151a) 및 상기 각각의 고정대(121a, 131a, 141a 및 151a)에 제 2 베어링(128, 138, 148 및 158)을 통하여 회전 가능하게 설치되어 있는 지지대(121b, 131b, 141b 및 151b)를 포함한다. 상기 각각의 지지대(121b, 131b, 141b 및 151b)는 그 중심에 각각의 와이어(127, 137, 147 및 157)가 삽입되는 관통구멍(121d)이 형성되어 있다.

상기 도 4 및 도 5 에 도시된 바와 같이, 상기 프레임(111)에 부착되어 있는 마운트(121)의 고정대(121a)에는 제 2 베어링(128)을 개재하여 상기 지지대(121b)의 회전축(121c)이 y축선 방향 즉, 프레임(111)에 대하여 수직방향을 중심(회전축)으로 회전 가능하게 설치되어 있다. 나머지 각각의 마운트(131, 141, 151)에 있어서도 지지대(131b, 141b, 151b)는 각각 프레임(112, 115, 116)에 대하여 수직방향을 중심(회전축)으로 회전 가능하게 설치되어 있다. 본 실시예에서 상기 각각의 고정대(121a, 131a, 141a 및 151a)는 알루미늄 재질로 구성되어 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

상술한 바와 같이, 상기 각각의 지지대(121b, 131b, 141b 및 151b)는 일측에 각각의 회전축(121c, 131c, 141c 및 151c)을 구비하고 있고, 타 측단에는 상기 각각의 제 1 폴리(122, 132, 142 및 152)를 회전 가능하게 지지하고 있는 한쌍의 지지편(121d, 131d, 141d 및 151d)을 구비하고 있다.

상기 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 한쌍의 지지편(121d)은 상기 제 1 폴리(122)가 x축선 방향, 즉 상기 프레임(111)에 수직방향을 중심(회전축)으로 회전될 수 있도록 하는 기능을 수행한다. 나머지 각각의 마운트(131, 141, 151)에 있어서도 한쌍의 지지편(131d, 141d, 151d)도 나머지 제 1 폴리(132, 142, 152)가 각각 프레임(112, 115, 116)에 대하여 수직방향을 중심(회전축)으로 회전 가능하게 설치되어 있다. 본 실시예에서 상기 지지대는 알루미늄 재질로 구성되어 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

또한 상기 제 1 폴리(122, 132, 142 및 152)는 각각 제 1 베어링(123, 133, 143 및 153)을 통하여 상기 한쌍의 지지편(121d, 131d, 141d 및 151d)에 회전 가능하게 설치되어 있다. 본 실시예에서 상기 각각의 제 1 폴리(122, 132, 142 및 152)는 알루미늄으로 구성되어 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

또한 상기 각각의 모터(124, 134, 144 및 154)는 상기 각각의 프레임(111, 112, 115 및 116)의 외측면에 고정되어 있고, 백드라이브 마찰(back drive friction)이 적은 DC 모터로서 상기 제어장치(200)로부터 출력한 토크 값대로 와이어에 장력을 발생시키는 기능을 수행하며 본 실시예에서는 백래쉬(backlash)를 줄이기 위해서 기어비를 사용하지 않았으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

또한 상기 각각의 엔코더(125, 135, 145 및 155)는 상기 각각의 모터(124, 134, 144 및 154)의 후면에 고정되어 있고, 사용자의 입력값을 펄스로 변환하는 기능을 수행하는 바, 본 실시예에서 1회전당 2000펄스를 카운트 할 수 있는 엔코더를 사용하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

또한 상기 각각의 제 2 폴리(126, 136, 146 및 156)는 상기 각각의 모터(124, 134, 144 및 154)의 회전축(x축)에 고정되어 있고, 상기 각각의 와이어(127, 137, 147 및 157)를 감거나 또는 풀어주므로써 상기 지시부(160)의 병진운동 변위를 상기 각각의 엔코더(125, 135, 145 및 155)에 의해 계산하도록 하는 기능을 수행하는 바, 본 실시예에서는 반경이 8mm이고, 재질은 알루미늄이며 상기 도 6에 도시된 바와 같이 상기 각각의 와이어(127, 137, 147 및 157)가 규칙적으로 감기게 하기 위하여 골(126a, 136a, 146a 및 156a)을 포함하도록 구성되어 있으나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

또한 상기 각각의 와이어(127, 137, 147 및 157)의 일측단은 상기 지시부(160)에 고정되어 있고, 상기 제 1 폴리(122, 132, 142 및 152)에 의해 진행방향이 변경되어 상기 지지대(121b, 131b, 141b 및 151b), 고정대(121a, 131a, 141a 및 151a) 및 프레임(111, 112, 115 및 116)을 관통하여 연장되며, 그 타측단은 상기 각각의 제 2 폴리(126, 136, 146 및 156)에 고정되어 있으며 그 각각의 길이는  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$  및  $l_4$ 로서, 상기 지시부(160)의 병진운동 값을 제공해 주는 기능을 수행한다. 본 실시예에서 상기 각각의 와이어(127, 137, 147 및 157)는 연성이 적은 무색의 낚시줄을 사용하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

또한 상기 지시부(160)는 상기 각각의 와이어(127, 137, 147 및 157)의 일측단과 연결되어 있고, 도면에 도시되지 않은 자이로 센서 및 가속도 센서 중 적어도 어느 한 종류의 센서로서 3개의 센서를 포함하고 있어 회전운동을 감지하는 기능을 수행하고, 감지신호를 전송하기 위한 전선도 도면에 도시되지는 않았으나 상기 지시부(160)로부터 상기 제어장치(200)로 연결되어 있다. 또한 본 실시예에서는 상기 지시부(160)가 원형으로 하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아닌 바, 본 발명이 사용되는 어플리케이션의 종류에 따라 여러가지 형태(펜, 가위, 핀(Stylus), 투관침(trocars), 집게(Pliers), 죄는 기구(Wrench), 치과용 이빨 뽑는 집게(Forceps), 외과용 메스(Scalpel), 내시경(Endoscope), 관절 내시경(Arthroscopy), 최소 절개 수술용 툴(Minimally invasive surgical tool) 등)의 타입일 수도 있다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 최소 절개 수술용 툴을 지시수단(160)으로 장착한 인터페이스 장치에 관한 사시도이다. 상기도 7에 도시된 바와 같이 지시수단(160)은 최소 절개 수술용 툴로 구성되어 있으나 본 발명은 여기에 한정되는 것은 아니다.

또한, 상기 제어장치(200)는 상기 계산장치(300)의 입력신호에 따라 장력제어를 하는 모터 제어부(210)와, 상기 각각의 엔코더(125, 135, 145 및 155)의 펄스 수를 카운터 하여 상기 계산장치(300)로 전송하는 엔코더 카운터부(220)와, 상기 지시부(160)로부터 수신한 아날로그 형태의 회전운동 정보를 디지털 형식의 회전운동 정보로 변환하여 상기 계산장치(300)로 전송하는 A/D 컨버터부(230)를 포함한다.

또한, 상기 계산장치(300)는 상기 지시부(160)의 운동에 따라 가상공간 내에서 병진, 회전 및 충돌 운동 등을 수행하는 가상물체를 제작하고 제작한 상기 가상물체를 상기 표시장치(400)로 전송하는 가상물체 제작부(310)와, 상기 지시부(160)의 병진운동 및 회전운동에 대한 위치를 계산하는 위치 계산부(320)와, 상기 지시부(160)와 상기 가상물체 사이의

충돌유무를 확인하는 충돌 검출부(330)와, 상기 충돌 검출부(330)에서 확인한 상기 지시부(160)와 상기 가상물체 사이의 충돌유무를 이용하여 장력을 계산하는 힘 제어부(340)와, 본 발명에 따른 어플리케이션을 저장하는 어플리케이션 저장부(350)를 포함한다.

그리고, 상기 표시장치(400)는 상기 계산장치(300)에서 제작된 가상물체를 시청각적으로 표시하는 기능을 수행하는 바, 본 실시예에서는 상기 계산장치(300)에서 초당 30프레임씩 가상물체의 정보를 갱신해서 전송하는 것으로 하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

상기 본 발명의 일실시에 따른 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템의 제어방법을 도 8 을 참조하여 각 단계별로 상세하게 설명하면 다음과 같다.

도 8 은 본 발명의 일실시에 따른 와이어 장력을 이용한 힘 반력 제어에 관한 흐름도이다.

상기 도 8 에 도시된 바와 같이, 가상물체 제작부(310)는 상기 표시장치(400)로 기제작된 가상물체에 관한 정보를 전송하여 사용자가 상기 가상물체를 볼 수 있도록 한다(S2).

위치 계산부(320)는 엔코더 카운터부(220)에 미리 계산된 프리셋 신호를 송신하고 지시부(160)의 위치를 초기화한다(S4).

상기 지시부(160)의 초기화에 대하여 상술하면 다음과 같다.

우선 상기 프레임(111)상의 상기 폴리(122)의 고정위치까지 상기 지시부(160)를 이동시킴으로써 와이어의 길이( $l_1$ )가 0cm가 되도록 한 후, 펄스수를 카운터하는 상기 카운터부(220)의 채널값을 0으로 설정한다.

같은 방법으로 상기 프레임(112)상의 폴리(132)의 고정위치까지 상기 지시부(160)를 이동시킴으로써 와이어의 길이( $l_2$ )가 0cm가 되도록 한 후, 펄스수를 카운터하는 상기 카운터부(220)의 채널값을 0으로 설정하며, 상기 프레임(115)상의 폴리(142)의 고정위치까지 상기 지시부(160)를 이동시킴으로써 와이어의 길이( $l_3$ )가 0cm가 되도록 한 후, 펄스수를 카운터하는 상기 카운터부(220)의 채널값을 0으로 설정하고, 상기 프레임(116)상의 폴리(152)의 고정위치까지 상기 지시부(160)를 이동시킴으로써 와이어의 길이( $l_4$ )가 0cm가 되도록 한 후, 펄스수를 카운터하는 상기 카운터부(220)의 채널값을 0으로 설정함으로써 상기 지시부(160)를 초기화 한다.

위치 계산부(320)는 엔코더 카운터부(220)로부터 상기 각각의 엔코더(125, 135, 145 및 155)에 의한 상기 지시부(160)의 병진운동 정보와 자이로 센서 및 가속도 센서 중 적어도 어느 한 종류의 센서로서 3개의 센서에 의한 상기 지시부(160)의 회전운동 정보를 수신한다(S6).

상기 위치 계산부(320)는 상기 제 S6 단계에 의한 병진운동 정보 및 회전운동 정보를 이용하여 상기 지시부(160)의 위치를 계산한다(S8).

상기 위치계산 중 와이어의 길이 변화를 통한 병진운동 계산방법은 다음과 같은 2가지이다.

첫 번째 방법으로, 상기 각각의 와이어 길이를 각각  $l_1, l_2, l_3$  및  $l_4$  라고 하고 상기 각각의 프레임(111, 112, 115 및 116)상의 4개의 고정위치의 좌표를 각각  $(x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2), (x_3, y_3, z_3)$  및  $(x_4, y_4, z_4)$ 라 하고 구하려는 3차원 위치 좌표를  $(x, y, z)$ 라고 하면 다음과 같은 식이 유도되어진다.

[식1]

$$l_1 = \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2}$$

[식2]

$$l_2 = \sqrt{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2}$$

[식3]

$$l_3 = \sqrt{(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2}$$

[식4]

$$l_4 = \sqrt{(x - x_4)^2 + (y - y_4)^2 + (z - z_4)^2}$$

여기서 각축에 대한 프레임의 반지름을 각각 a,b,c라고 하면,

상기 위치 계산부(320)는 상기 식1 내지 식4를 이용하여 상기 지시부(160)의 병진운동 좌표(x, y, z)를 계산하고 다음과 같은 결과를 얻는다.

본 실시예에서 a,b,c를 35cm로 한정하였으나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

$$x = \frac{l_2^2 - l_1^2}{4a}$$

$$y = \frac{l_3^2 - l_4^2}{4c}$$

$$z = \frac{l_3^2 + l_4^2 - l_2^2 - l_1^2}{8b} + \frac{a^2 - c^2}{4b}$$

두 번째 방법으로, 상기 각각의 프레임(111, 112, 115 및 116)상의 4개의 고정위치의 좌표를 각각  $P_1(x_1, y_1, z_1)$ ,  $P_2(x_2, y_2, z_2)$ ,  $P_3(x_3, y_3, z_3)$ ,  $P_4(x_4, y_4, z_4)$  라고 하고 구하려는 3차원 좌표를  $P(x, y, z)$  라고 하면, 와이어의 길이가 각각  $l_1, l_2, l_3$  및  $l_4$ 인 각각의 와이어에 연결된 지시부(160)의 위치는 사면체 볼륨  $V$ 를 형성하고 있다. 또한 와이어의 길이가 각각  $l_1, l_2, l_3$  및  $l_4$ 인 각각의 와이어가 연결된 지시수단(160)의 위치는 상기의 사면체 볼륨  $V$ 를 작은 4개의 사면체 볼륨으로 나누는데 사용되어진다. 만약 구하려는 3차원 위치 좌표  $P(x, y, z)$ 가 지시수단(160)으로의 각각의  $l_1, l_2, l_3$  및  $l_4$ 의 길이를 갖는 각각의 와이어와의 연결점이라면,  $V_1$ 의 볼륨은  $P$ 와  $P_2, P_3, P_4$ 로,  $V_2$ 의 볼륨은  $P$ 와  $P_1, P_3, P_4$ 로,  $V_3$ 의 볼륨은  $P$ 와  $P_1, P_2, P_4$ 로,  $V_4$ 의 볼륨은  $P$ 와  $P_1, P_2, P_3$ 로 형성된다. 또한 상기의 작은 4개의 사면체  $V_1, V_2, V_3$ 와  $V_4$ 의 변의 길이를 알고 있기 때문에, 상기의 각각의 변의 길이(상기의 각각의 와이어의 길이  $l_1, l_2, l_3$  및  $l_4$ 와 상기의 4개의 고정위치 좌표 각각  $P_1(x_1, y_1, z_1), P_2(x_2, y_2, z_2), P_3(x_3, y_3, z_3), P_4(x_4, y_4, z_4)$  사이의 거리)로부터 상기의 작은 4개의 사면체의 볼륨을 계산할 수 있다. (예를 들면, Piero della Francesca 공식 또는 Heron공식을 사용) 그러므로 상기의 지시수단(160)의 위치(Zienkiewicz의 공식)는 다음과 같이 유도된다.

$$x = \frac{V_1}{V} x_1 + \frac{V_2}{V} x_2 + \frac{V_3}{V} x_3 + \frac{V_4}{V} x_4$$

$$y = \frac{V_1}{V} y_1 + \frac{V_2}{V} y_2 + \frac{V_3}{V} y_3 + \frac{V_4}{V} y_4$$

$$z = \frac{V_1}{V} z_1 + \frac{V_2}{V} z_2 + \frac{V_3}{V} z_3 + \frac{V_4}{V} z_4$$

상기 지시부(160)의 병진운동 좌표(x, y, z)를 정확하게 측정하기 위해서는 상기 각각의 와이어(127, 137, 147 및 157) 길이의 측정오차를 최소화하여야 하는 바, 본 실시예에서는 최소 자승법을 이용하여 상기 각각의 와이어(127, 137, 147 및 157) 길이의 측정오차를 최소화하였다.

즉, 각각의 엔코더(125, 135, 145 및 155)의 분해능이 1회전당 2,000 펄스를 검지할 수 있고 폴리의 반경을 8mm라고 한다면 1펄스당 와이어의 길이는  $(2 \times 3.14 \times 8) / 2000 = 0.02512\text{mm}$  가 되는 바, 상기 위치 계산부(320)는 카운트된 펄스 수와 1펄스당 와이어의 길이를 곱한 값으로 와이어의 길이를 측정하게 된다.

그러나, 이러한 방법은 와이어가 많이 감기게 되면 감겨진 와이어의 양에 따라서 폴리의 두께도 늘어나기 때문에 1펄스당 와이어의 길이 값도 변하게된다. 또한, 폴리에 와이어가 규칙적으로 감겨지지 않게 되면 와이어가 한쪽으로만 쏠리면서 감기게되어 폴리의 두께가 변하기 때문에 정확한 와이어의 길이를 측정할 수 없게된다. 이러한 것들은 실제로 자주 일어나기 때문에 측정오차를 줄이기 위해서는 반드시 해결해야만 한다.

이를 해결하기 위해서 실제로 10cm씩 와이어를 움직이고 실제로 움직인 와이어의 길이를 실제길이(Real length)라 하고, 그때 얻어진 엔코더 카운터 값을 엔코더값(encoder value)이라 하면, 상기 실제길이(real length)와 엔코더값(encoder value)을 가지고 최소 자승법을 이용하여 실제길이를 구하는 식 즉,  $y = ax + b$ 를 얻게 된다. 여기서 y는 측정된 와이어의 길이를 말하고, x는 엔코더의 펄스 수, 그리고 a, b는 최소 자승법을 통해서 계산된 상수이다. 이 식을 이용해서 와이어의 길이를 구하면 상술한 바와 같이 오차를 현저히 줄일 수 있게 된다.

또한, 상기 위치계산 중 회전운동에 따른 상기 지시부(160)의 회전운동 계산은 다음과 같다.

3개의 자이로 센서 또는 가속도 센서는 회전 가속도(각가속도) 또는 회전 각도의 출력을 이용하여 상기 지시부(160)의 회전운동을 아날로그 형식의 회전 3자유도의 성분으로 측정한다.

상기 아날로그 형식의 회전 3자유도 성분은 A/D 컨버터부(230)로 전송되어 디지털 형식의 회전성분으로 변환된 후, 상기 엔코더 카운터부(220)를 경유하여 상기 위치 계산부(320)로 전송된다.

상기 위치 계산부(320)는 상기 수신된 디지털 형식의 회전성분을 이용하여 상기 지시부(160)의 회전운동을 계산하게 된다.

충돌 검출부(330)는 상기 제 S8 단계에서 계산된 병진운동 정보 및 회전운동 정보를 이용하여 상기 가상물체가 상기 표시장치(400)에서 상기 지시부(160)의 위치를 나타내는 커서와 충돌하였는지 여부를 검출한다(S10). 계산방법은 상기 지시부(160)의 위치를 나타내는 커서를 감싸고 있는 반경이 R인 축각구를 생성하고 축각구와 가상물체와 가장 가까운 거리(S)를 측정하여  $R > S$  인 경우 충돌이 일어난 것으로 판단하고 그렇지 않았을 경우는 충돌이 일어나지 않은 것으로 본다. 상기 충돌검출부(330)에서 행해지는 실행주기는 적어도 300Hz이상이어야 한다.

힘 제어부(340)는 상기 제 S10 단계에 의한 상기 가상물체와 상기 지시부(160)가 충돌하였는지 여부에 관한 정보를 이용하여 이에 상응하는 장력을 계산하여, 그 계산된 값을 모터 제어부(210)로 전송한다(S12).

상기 힘 제어부(340)는 다음의 식을 이용하여 장력을 계산하게 된다.

[식5]

$$J = (A\tau - f) + \alpha[\tau]^2$$

$$\min |J|^2 \Rightarrow 0$$

tau : 장력  $(\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4)$

alpha : 힘의 안정성을 나타내는 계수

J : 목표함수

$w_i (i=1,2,3,4)$  : 단위 장력을 각각의 와이어에 주었을 때 와이어가 낼 수 있는 힘의 행렬  $\langle B \rangle w_i (R^{3 \times 4}) \langle B \rangle$

$$A = \{ w_1, w_2, w_3, w_4 \} (R^{3 \times 4})$$

f: 제시할 함수  $f=(f_x, f_y, f_z)$

상기 힘 제어부(340)는 상기 식5에서 목표함수를 최소로 하는(0에 가까워지도록 하는) 장력값을 계산하게 된다.

상기 모터 제어부(210)는 상기 힘 제어부(340)으로부터 수신한 장력 계산 값을 상기 각각의 모터(124, 134, 144 및 154)로 전송하여 상기 각각의 모터(124, 134, 144 및 154)를 구동시킴으로써 장력을 발생시킨다(S14).

본 실시예에서 상기 a값은 0.1을 대입했으나 본 발명이 상기 값에 한정되는것은 아니다. 모멘트력 계산은 본식에서 기입하지 않았지만 같은 방법으로 계산하면 모멘트력 계산에도 적용할 수 있다.

상기 충돌 검출부(330)는 상기 제 S10 단계에 의한 상기 지시부(160)의 충돌여부에 관한 결과를 상기 표시장치(400)로 전송하여 사용자가 상기 지시부(160)와 가상물체 사이의 충돌여부를 시청각적으로 확인할 수 있도록 한다(S16).

이렇게 함으로써 상기 사용자는 상기 표시장치(400)를 보면서 그 안에 만들어진 가상물체들과 시각, 청각 및 촉각 등을 이용한 상호작용을 할 수 있게 된다.

이상에서 설명한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되는 것이 아니다.

### 발명의 효과

상기와 같은 본 발명에 의하면, 사용자는 가상공간에 존재하는 가상물체들을 실제 생활에서 조작하는 대로 병진과 회전에 관한 6자유도의 직관적인 조작과 함께 장력을 이용한 3자유도의 힘을 느낄 수 있게 된다. 기존의 시스템의 단점을 해결하여 최소한의 와이어와 센서만을 사용해서 보다 정밀한 위치 입력과 회전에 대한 작업공간이 늘어났고, 제안한 장력 제어식을 사용함으로써 안정한 힘의 제시가 가능해지는 효과가 있다.

또한 본 발명은 장력을 이용하였기 때문에 백드라이브 마찰(backdrive friction), 백래쉬(backlash) 및 관성(inertia)의 영향을 받지 않는 인터페이스 장치를 제공하는 바, 다른 인터페이스 장치로는 구축할 수 없는 스케일러블한 인터페이스 구축도 가능해지는 효과도 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템에 있어서,

사용자에 의한 병진운동 및 회전운동에 관한 입력값을 측정하는 인터페이스 장치(100);

상기 인터페이스 장치(100)를 제어하고 상기 인터페이스 장치(100)로부터 수신한 아날로그 신호 및 펄스 신호를 디지털 신호로 변환하는 제어장치(200);

상기 사용자에게 의한 병진운동 및 회전운동에 관한 입력값을 이용하여 위치계산, 충돌여부 검출 및 상기 제어장치(200)를 제어하는 계산장치(300); 및

상기 계산장치(300)로부터 생성되고 계산된 값들을 사용자가 시청각적으로 감지할 수 있도록 하는 표시장치(400)를 포함하며,

상기 계산장치(300)는,

상기 사용자에게 의한 운동을 감지하는 지시부(160)의 운동에 따라 가상공간 내에서 병진, 회전 및 충돌 운동 등을 수행하는 가상물체를 제작하고 제작한 상기 가상물체를 상기 표시장치(400)로 전송하는 가상물체 제작부(310);

상기 지시부(160)의 병진운동 및 회전운동에 대한 위치를 계산하는 위치 계산부(320);

상기 지시부(160)와 상기 가상물체 사이의 충돌유무를 확인하는 충돌 검출부(330);

상기 충돌 검출부(330)에서 확인한 상기 지시부(160)와 상기 가상물체 사이의 충돌유무를 이용하여 장력을 계산하는 힘 제어부(340); 및

어플리케이션을 저장하는 어플리케이션 저장부(350); 를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템.

## 청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 인터페이스 장치(100)는,

x 축과 평행한 4개의 프레임(111 내지 114) 중 z 좌표축 값이 큰 2개의 프레임(111 및 112) 각각의 소정지점 및 y 축과 평행한 3개의 프레임(115 내지 117) 중 z 좌표축 값이 작은 2개의 프레임(115 및 116) 각각의 소정지점에 고정되어 있고, 상기 사용자에게 의한 병진운동을 감지하는 4개의 병진운동 감지부(120, 130, 140 및 150);

상기 4개의 병진운동 감지부(120, 130, 140 및 150)를 지지하기 위한 지지 프레임(110); 및

상기 4개의 병진운동 감지부(120, 130, 140 및 150)와 와이어(127, 137, 147 및 157)로 연결되어 있어 상기 사용자에게 의한 병진운동을 상기 4개의 병진운동 감지부(120, 130, 140 및 150) 각각에 전달하고, 상기 사용자에게 의한 회전운동을 감지하는 지시부(160);를 포함하되,

상기 지지 프레임(110)은,

정육면체의 형상으로서, 총 12 개의 모서리 중 9 개의 모서리에는 봉형상의 각각의 프레임(111 내지 119)이 연결되어 있고, 나머지 3 개의 모서리인 상기 프레임(115)이 존재하는 모서리에 z 축으로 대응하는 모서리와, 상기 프레임(118)이 존재하는 모서리에 x 축으로 대응하는 모서리와, 상기 프레임(119)이 존재하는 모서리에 x 축으로 대응하는 모서리에는 프레임이 존재하지 않는 구조를 갖는 것을 특징으로 하고,

상기 지시부(160)는,

자이로 센서 및 가속도 센서 중 적어도 어느 한 종류의 센서로서 3개의 센서와 진동 소자를 포함하여 단순한 진동느낌도 제시할 수 있는 것을 특징으로 하는 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템.

### 청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 지지부(160)는,

적어도 한손 또는 양손으로 쥐면서 조작할 수 있는 자유도(自由度)를 가지고 있으면서, 펜, 가위, 펜(Stylus), 투관침(trocars), 집게(Pliers), 죄는 기구(Wrench), 치과용 이빨 뽑는 집게(Forceps), 외과용 메스(Scalpel), 내시경(Endoscope), 관절 내시경(Arthroscope), 및 최소 절개 수술용 툴(Minimally invasive surgical tool) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템.

### 청구항 4.

제 2 항에 있어서,

4개의 병진운동 감지부(120, 130, 140 및 150)는,

상기 프레임(111, 112, 115 및 116)에 고정 장착되어 있는 고정대(121a, 131a, 141a 및 151a) 및 상기 각각의 고정대(121a, 131a, 141a 및 151a)에 제 2 베어링(128, 138, 148 및 158)을 통하여 회전 가능하게 설치되어 있는 지지대(121b, 131b, 141b 및 151b)를 포함하는 각각의 마운트(121, 131, 141 및 151);

상기 각각의 프레임(111, 112, 115 및 116)의 외측면에 고정되어 있고, 상기 제어장치(200)로부터 출력한 토크 값대로 와이어에 장력을 발생시키는 기능을 수행하는 각각의 모터(124, 134, 144 및 154); 및

상기 각각의 모터(124, 134, 144 및 154)의 후면에 고정되어 있고, 사용자의 입력값을 펄스로 변환하는 기능을 수행하는 각각의 엔코더(125, 135, 145 및 155)를 포함하여 이루어지며,

상기 각각의 지지대(121b, 131b, 141b 및 151b)는 그 중심에 각각의 와이어(127, 137, 147 및 157)가 삽입되는 관통구멍(121d)이 형성되어 있고, 그 일측에 각각의 회전축(121c, 131c, 141c 및 151c)을 구비하고 있고, 타 측단에는 상기 각각의 제 1 폴리(122, 132, 142 및 152)를 상기 프레임에 대하여 수직방향을 중심(회전축)으로 회전될 수 있도록 회전 가능하게 지지하고 있는 한쌍의 지지편(121d, 131d, 141d 및 151d)을 구비하고 있으며,

상기 프레임(111, 112, 115 및 116)에 부착되어 있는 상기 마운트의 고정대(121a, 131a, 141a 및 151a)에는 제 2 베어링(128, 138, 148 및 158)을 개재하여 상기 지지대의 회전축(121c, 131c, 141c 및 151c)이 프레임에 대하여 수직방향을 중심(회전축)으로 회전 가능하게 설치되어 있으며,

상기 각각의 모터(124, 134, 144 및 154)의 회전축에는 각각의 제 2 폴리(126, 136, 146 및 156)가 고정되어 상기 모터의 회전에 의해서 툴의 4곳의 정점에 연결된 상기 각각의 와이어(127, 137, 147 및 157)를 감고 풀어주는 것을 특징으로 하는 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템.

### 청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 각각의 모터(124, 134, 144 및 154)의 회전축에 브레이크 또는 클러치를 연결함으로써 전원이 꺼지면 브레이크 또는 클러치를 작동시켜서 상기 와이어(127, 137, 147 및 157)를 잡아줌으로써 툴의 위치가 고정될 수 있도록 하는 것을 특징으로 하는 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템.

**청구항 6.**

제 1 항에 있어서,

상기 제어장치(200)는,

상기 계산장치(300)의 입력신호에 따라 장력을 제어하는 모터 제어부(210);

상기 각각의 엔코더(125, 135, 145 및 155)의 펄스 수를 카운터 하여 상기 계산장치(300)로 전송하는 엔코더 카운터부(220);

상기 지시부(160)로부터 수신한 아날로그 형태의 회전운동 정보를 디지털 형식의 회전운동 정보로 변환하여 상기 계산장치(300)로 전송하는 A/D 컨버터부(230);를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템.

**청구항 7.**

삭제

**청구항 8.**

제 1 항 내지 제 6 항중 어느 한 항에 의한 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템을 이용한 최소 절개용 수술시스템에 있어서,

2자유도의 회전력만을 낼 수 있는 가상수술용 장치의 개발에 있어서 지시수단(160)은 최소절개용 수술용 툴(180)과 상기 각각의 모터(124, 134, 144 및 154) 및 상기 각각의 모터 (124, 134, 144 및 154)의 후면에 고정되어있고, 사용자의 입력값을 펄스로 변환하는 기능을 수행하는 각각의 엔코더(125,135,145 및 155)중에서 임의의 3개의 모터와 엔코더만을 가지고도 2자유도의 회전력을 제시할 수 있는 것을 특징으로 하는 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템을 이용한 최소 절개용 수술시스템.

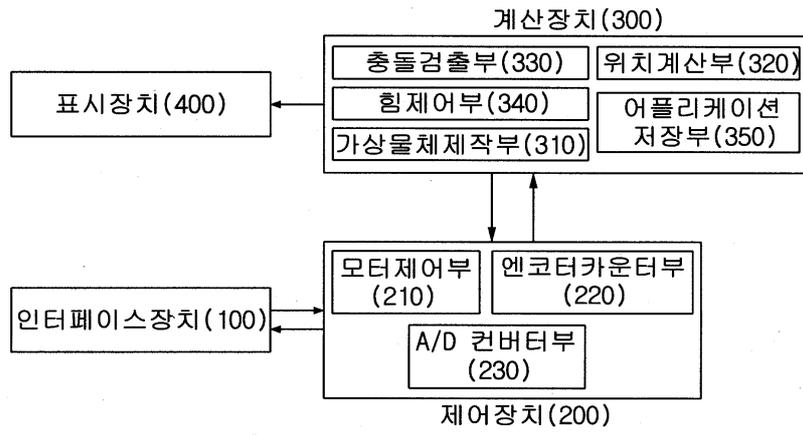
**청구항 9.**

제 1 항에 있어서,

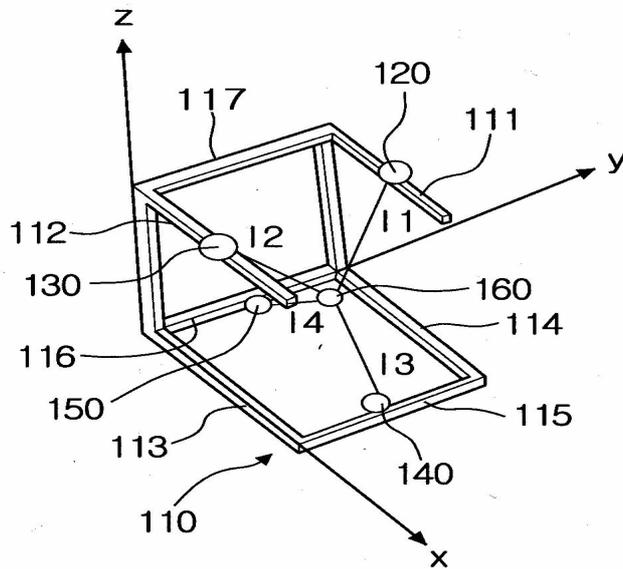
상기 사용자가 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템의 툴을 쥐고서 조작한 조작량에 따라서 멀리 떨어져 있는 로봇 또는 매뉴플레이터가 움직이고, 상기 로봇 또는 매뉴플레이터가 보내오는 힘의 정보를 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템의 툴을 통해서 사용자가 느낄 수 있도록 하는 텔레프레젠스(telepresence)가 가능한 것을 특징으로 하는 와이어의 장력을 이용한 위치 추적 및 반력시스템.

도면

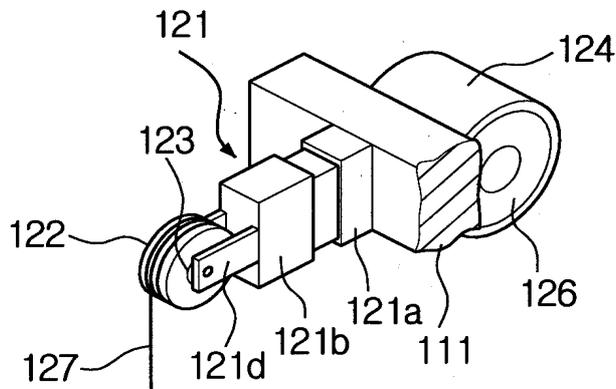
도면1



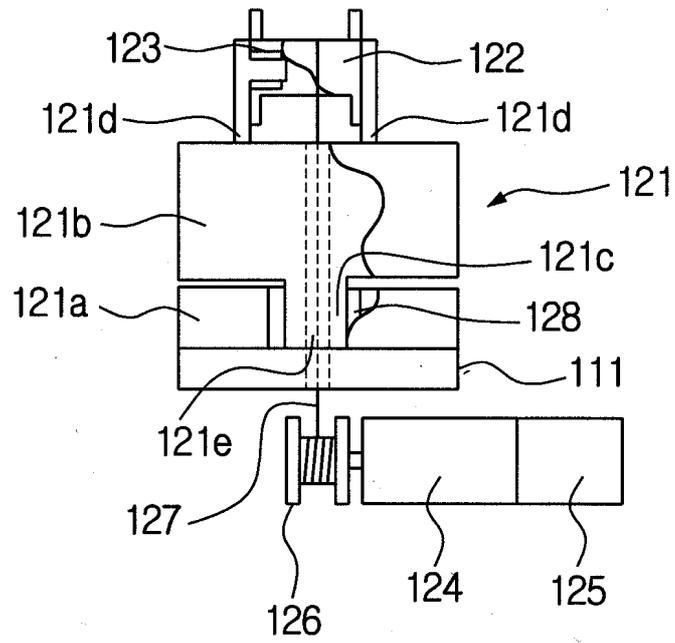
도면2



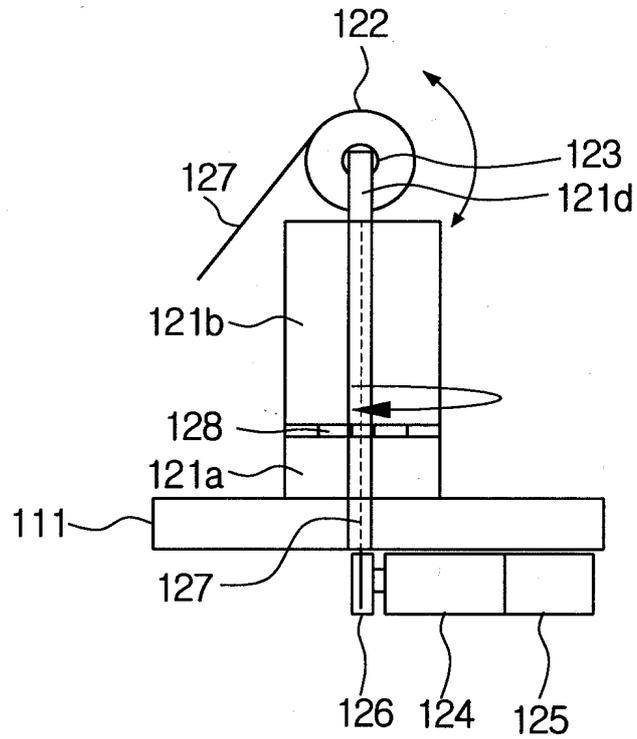
도면3



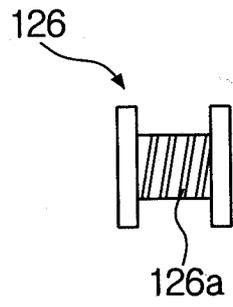
도면4



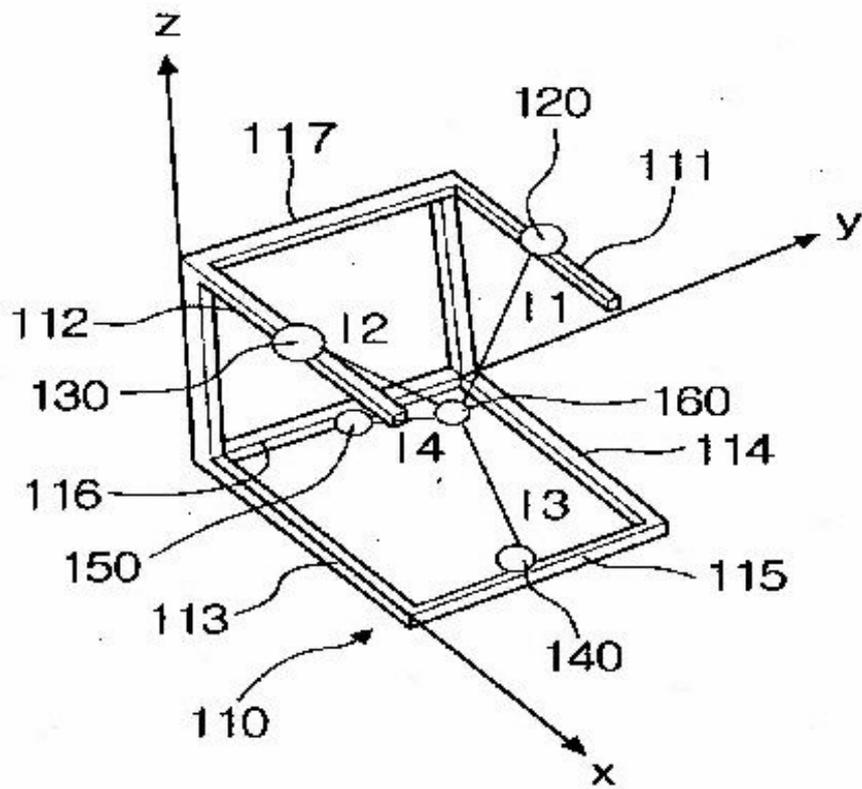
도면5



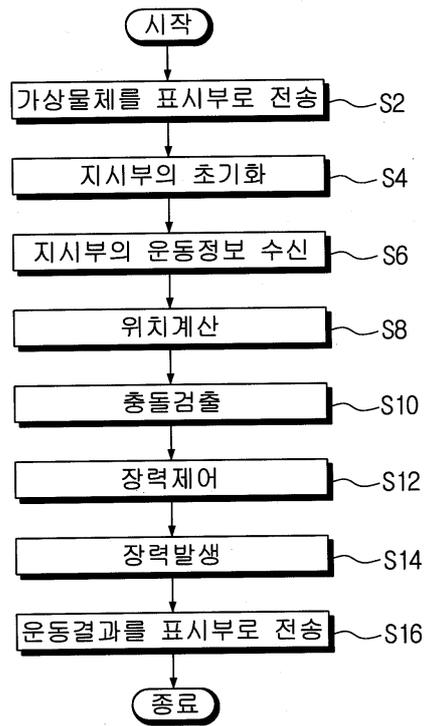
도면6



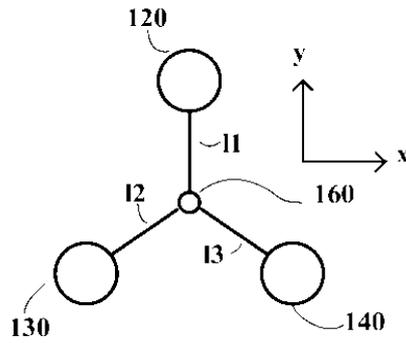
도면7



도면8



도면9



도면10

