



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0104057
(43) 공개일자 2015년09월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 9/00 (2006.01) *B25J 13/08* (2006.01)
B25J 19/02 (2006.01) *B25J 9/08* (2006.01)
B25J 9/16 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B25J 9/0084 (2013.01)
B25J 13/08 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-0030288
 (22) 출원일자 2015년03월04일
 심사청구일자 2015년03월04일
- (30) 우선권주장
 14/196,951 2014년03월04일 미국(US)

- (71) 출원인
사르코스 엘씨
 미국, 84109-1468 유타, 솔트 레이크 시티, 에스.
 프로몬토리 디알. 2458
- (72) 발명자
스미스, 프레이저 엠.
 미국, 84109-1468 유타, 솔트 레이크 시티, 에스.
 프로몬토리 디알. 2458
- (74) 대리인
강명구

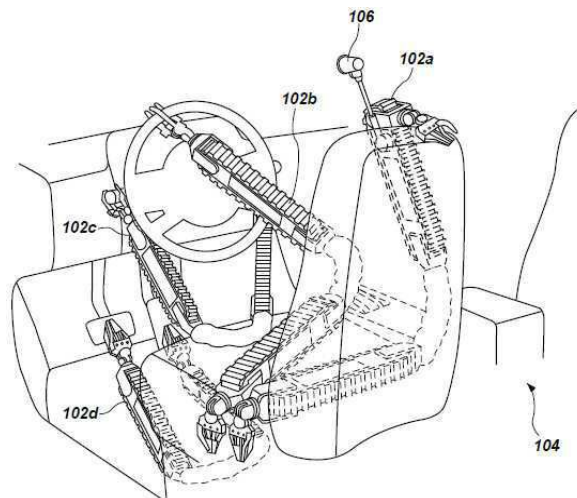
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **협력적 로봇 제어**

(57) 요약

디바이스 협력적 로봇 제어 기술이 기술된다. 로봇식 디바이스들의 네트워크가 확립된다. 인간형 모션이 오퍼레이터로부터 감지된다. 인간형 모션의 적어도 일부를 나타내는 하나 이상의 신호들이 생성된다. 하나 이상의 신호들이 로봇식 디바이스들의 네트워크를 작동시키기 위한 명령 집합 세트로 변환된다. 명령 집합 세트는 인간형 모션과 기능적으로 동등하다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B25J 19/02 (2013.01)

B25J 9/08 (2013.01)

B25J 9/1689 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

협력적 로봇 제어 방법으로서:

실행가능한 인스트럭션들로 구성된 하나 이상의 컴퓨터 시스템들의 제어 하에서:

로봇식 디바이스들의 네트워크를 확립하는 단계;

인간형 모션(anthropomorphic motion)을 오퍼레이터로부터 감지하는 단계;

상기 인간형 모션의 적어도 일부를 나타내는 하나 이상의 신호들을 생성하는 단계; 및

상기 하나 이상의 신호들을, 상기 로봇식 디바이스들의 네트워크 내의 하나 이상의 로봇식 디바이스들을 작동시키기 위한 명령 집합 세트로 변환시키는 단계를 포함하며,

상기 명령 집합 세트는 상기 인간형 모션에 기능적으로 동등한(functionally equivalent), 협력적 로봇 제어 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 명령 집합 세트를 상기 로봇식 디바이스들의 네트워크로 전송하는 단계를 더 포함하는, 협력적 로봇 제어 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 명령 집합 세트를 전송하는 단계는 상기 명령 집합 세트로부터의 명령들의 각각의 서브세트를 상기 로봇식 디바이스들의 네트워크 내의 각 로봇식 디바이스에 전송하는 단계를 포함하는, 협력적 로봇 제어 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 로봇식 디바이스들의 네트워크는 마스터 로봇식 디바이스 및 하나 이상의 슬레이브 로봇식 디바이스들을 포함하고,

상기 마스터 로봇식 디바이스는 상기 명령 집합 세트를 수신하여 상기 명령 집합 세트를 상기 로봇식 디바이스들의 네트워크에 분배하는, 협력적 로봇 제어 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 로봇식 디바이스들의 네트워크로부터 피드백을 감지하는 단계; 및

상기 감지된 피드백을 오퍼레이터에게 나타내는 단계를 더 포함하는, 협력적 로봇 제어 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 감지된 피드백을 오퍼레이터에게 나타내는 단계는 오퍼레이터 디바이스를 작동시키는 것, 오디오를 생성하는 것 또는 진동 페드들을 대는 것 중 적어도 하나를 포함하는, 협력적 로봇 제어 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 감지된 피드백을 오퍼레이터에게 나타내는 단계는 상기 감지된 피드백을 시각적으로 표시하는 것을 포함하는, 협력적 로봇 제어 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

비일시적 컴퓨터-판독가능한 매체 상에서 구현되는, 협력적 로봇 제어 방법.

청구항 9

협력적 로봇 시스템으로서:

인간형 모션을 감지하기 위한 복수의 제어 센서들;

명령을 수신하고 상기 명령에 기초하여서 모션을 작동시키는 복수의 로봇식 디바이스들; 및

상기 복수의 제어 센서들 및 상기 복수의 로봇식 디바이스들에 통신되게 접속되어서 상기 복수의 제어 센서들에 의해서 감지된 인간형 모션을 상기 복수의 로봇식 디바이스들을 작동시키기 위한 명령 집합 세트로 변환시키는 협력적 로봇 제어 디바이스를 포함하며,

상기 명령 집합 세트는 상기 인간형 모션에 기능적으로 동등한, 협력적 로봇 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 제어 센서들은 오퍼레이터에 부착된, 협력적 로봇 시스템.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 로봇식 디바이스들은 서펜타인 로봇식 크롤러를 포함하는, 협력적 로봇 시스템.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 협력적 로봇 제어 디바이스는 실행가능한 인스트럭션들로 구성된 하나 이상의 컴퓨터 시스템들을 사용하여서 상기 인간형 모션을 상기 명령 집합 세트로 변환시키는, 협력적 로봇 시스템.

청구항 13

협력적 로봇 제어 디바이스로서:

프로세서;

상기 프로세서에 의해서 실행되어서 동작들의 세트를 수행하는 인스트럭션들을 포함하는 메모리;

인간형 모션을 감지하도록 구성된 복수의 제어 센서들;

로봇 피드백을 수신하도록 구성된 피드백 디바이스;

상기 복수의 제어 센서들에 의해서 감지된 인간형 모션을, 로봇식 디바이스들의 네트워크에 의한 모션의 정도들(degrees)을 작동시키기 위한 명령 집합 세트로 변환시키도록 구성된 운동학적 변환기(kinematic convertor)로서, 상기 명령 집합 세트는 상기 인간형 모션과 기능적으로 동등한, 상기 운동학적 변환기; 및

상기 로봇식 디바이스들의 네트워크와 통신하게 구성된 통신 인터페이스를 포함하는, 협력적 로봇 제어 디바이스.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 피드백 디바이스는 비디오 디스플레이, 오디오 스피커 또는 촉각 피드백 디바이스 중 적어도 하나를 포함하는, 협력적 로봇 제어 디바이스.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 피드백 디바이스로부터 수신된 피드백은 상기 복수의 제어 센서들에 통합된 디바이스를 통해서 오퍼레이터에게 제공되는, 협력적 로봇 제어 디바이스.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 복수의 제어 센서들은 3 차원 모션을 감지하는, 협력적 로봇 제어 디바이스.

청구항 17

제 13 항에 있어서,

환경은 기능적 동등성(functional equivalency)을 제한하는 상기 운동학적 변환기에 대해서 프로그램 방식으로 규정되는, 협력적 로봇 제어 디바이스.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 환경은 XML(extensible markup language) 문서를 사용하여서 프로그램 방식으로 규정되는, 협력적 로봇 제어 디바이스.

발명의 설명

배경 기술

- [0001] 로봇들은 하나 이상의 컴퓨터 프로그램들 및/또는 전자 회로에 의해서 제어되는 전기-기계적 머신들이다. 자동 로봇들은 연속적인 인간의 개입 없는 비지시형 환경들에서 목표 임무들을 수행할 수 있는 로봇들이다. 이와 대조하여서, 반-자동 로봇들 또는 수동 로봇들은 때로 인간의 개입을 필요로 한다.
- [0002] 로봇들은 예를 들어서, 제조, 우주 탐사, 및 의료 분야를 포함하는 다양한 분야에서 사용된다. 특정용 로봇들은 일반적으로 차량의 바디를 도장하는 등과 같이, 단일 임무 또는 단일 임무 세트를 수행하도록 설계된다.
- [0003] 휴먼로이드 로봇들은 더럽거나 위험한 작업들을 포함하여 일부 인간의 임무들을 모방하는 로봇들의 범주이다. 휴먼로이드 로봇은 인간의 바디의 형상과 유사하게 구성된 바디 형상을 갖는 로봇이다. 휴먼로이드 로봇은 인간의 도구들 및 환경들과 인터페이스하는 것과 같이, 기능적 목적들을 위해서 설계될 수 있다. 일반적으로, 휴먼로이드 로봇들은 몸통, 헤드, 2 개의 암들, 및 2 개의 다리들을 갖는다. 일부 휴먼로이드 로봇들은 또한 눈들 또는 귀들과 같은 인간의 감각적 특징기관들을 복제하도록 설계된 헤드들을 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0004] 도 1은 예시적인 실시예들에 따른, 로봇식 디바이스들의 네트워크를 예시한다.
- 도 2는 도 1의 로봇식 디바이스들의 예시적인 네트워크의 다른 뷰를 예시한다.
- 도 3은 오퍼레이터에 의해서 사용되는 협력적 로봇 제어 시스템의 예시적인 일부를 예시한다.
- 도 4는 예시적인 협력적 로봇식 시스템을 예시하는 구성요소 블록도이다.
- 도 5는 예시적인 서펜타인 로봇식 크롤러(serpentine robotic crawler)를 예시한다.
- 도 6은 오퍼레이터에 의해서 제어되는 서펜타인 로봇식 크롤러의 실례를 예시한다.

도 7은 로봇식 디바이스들의 네트워크에 대한 예시적인 협력적 로봇 제어 방법을 예시하는 흐름도이다.

도 8은 협력적 로봇 제어 시에 사용될 수 있는 컴퓨팅 디바이스의 실례를 예시하는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0005]

협력적 로봇 제어 기술이 기술된다. 특히, 이 기술은 2 개 이상의 로봇식 디바이스들을 로봇식 디바이스들의 네트워크로서 협력적으로 사용하는 것을 가능하게 할 수 있다. 로봇식 디바이스들의 네트워크는 다양한 협력적 인간과-유사한 또는 복잡한 또는 다면적인 임무들 또는 심지어 간단한 협력적 임무들(이하에서는, "협력적 임무들")을 원격으로 달성할 수 있다. 인간 오퍼레이터는 센서 세트를 조작함으로써 제어를 제공할 수 있다. 로봇식 디바이스들의 네트워크 내의 단일 로봇식 디바이스는 제한된 환경에서 인간과-유사한 임무의 일부를 수행하며, 한편 로봇식 디바이스들의 네트워크 내의 나머지 로봇식 디바이스들은 제한된 환경에서 인간과-유사한 임무의 나머지 부분들을 수행할 수 있다. 이러한 구성에서, 원격으로 위치한 오퍼레이터는 예를 들어서 헤드-장착용 디스플레이에 뷰들의 단일 또는 입체 표현들에 의해서 표시된 자신의 관절 위치들의 실시간 측정을 실행하는 마스터링 디바이스(mastering device)를 착용하고, 오퍼레이터와 인체구조상(anatomically) 일치하는 것과 같이 모션들을 실행할 수 있는, 로봇식 디바이스들의 네트워크 내의 로봇식 디바이스들의 집합으로 자신의 목표된 모션들을 전달할 수 있다. 요약하면, 오퍼레이터는 이러한 환경 내의 대상들과의 자신의 인터페이스가 어떤 것도 휴먼로이드 로봇이 아닌 다수의 로봇식 디바이스들을 통해서 되고, 단지 이들이 위치하는 환경의 상황 내에서 이들이 마치 그러한 바와 같이 집합적으로(collectively) 기능할 수 있다는 것을 반드시 염려할 필요는 없을 것이다. 다수의 로봇들의 협력적 사용은 단일 유닛과 같이 동작하도록 될 수 있다. 이는 로봇식 디바이스들이 물리적으로 연결될 필요 없이 발생할 수 있다.

[0006]

일 실례로서, 차량 운전은 하나의 인간과-유사한 임무를 달성하기 위해서 몇 개의 상이한 타입들의 인간형 모션들(anthropomorphic motions)을 수반하는 인간과-유사한 임무일 수 있다. 이러한 인간과-유사한 임무들은 예를 들어서, 운전대를 돌리는 것, 깜박이를 켜는 것, 클러치를 체결시키는 것, 변속기를 움직이는 것, 가속기로 가속도를 증가시키는 것, 및 브레이크를 작동시키는 것을 포함할 수 있다.

[0007]

보다 구체적인 실례로서, 오퍼레이터는 우측 손을 원격 운전대 위에 고정되게 두면서 동시에 좌측 손을 원격 운전대의 예지에 두고 아래로 움직임으로써 깜박이를 표시할 수 있다. 센서 세트가 이러한 모션을 검출하게 오퍼레이터에 또는 오퍼레이터 주위에 유리하게 배치될 수 있다. 이어서, 이러한 모션이 로봇식 디바이스들의 네트워크에 의해서 수행될 수 있다. 로봇식 디바이스들의 네트워크 내의 일 로봇식 디바이스는, 다른 로봇식 디바이스가 예를 들어서 깜박이를 켜는 동안에, 운전대를 계속 잡고 있을 수 있다.

[0008]

따라서, 도 1 및 도 2를 참조하면, 예시적인 로봇식 디바이스들의 네트워크(100)가 예시된다. 특히, 로봇식 디바이스들의 네트워크(100)는 4 개의 로봇식 디바이스들(102a-d)을 포함한다. 카메라(106)가 또한 로봇식 디바이스들의 네트워크(100)의 오퍼레이터에게 시각적 정보를 제공하는 피드백 디바이스 역할을 할 수 있다.

[0009]

로봇식 디바이스들의 네트워크(100)는 환경(104) 내에서 동작한다. 보다 구체적으로, 환경(104)은 차량 내의 운전자의 구역이다. 로봇식 디바이스들(102a-d)은 명령을 수신하고 이 명령에 기초하여서 모션을 작동시킬 수 있다. 이러한 방식으로, 로봇식 디바이스들의 네트워크(100)는 협력적 방식으로 동작하여서 인간과-유사한 임무들을 수행할 수 있다. 오퍼레이터는 원격으로 위치하고 제어 로봇식 디바이스들의 네트워크(100)에 센서 세트를 통해서 인간형 모션을 제공할 수 있다. 보다 많은 로봇식 디바이스들이, 보다 복잡한 임무들 또는 보다 큰 범위의 모션을 요구하는 임무들을 수행하기 위해서, 로봇식 디바이스들의 네트워크(100)에 더해질 수 있다.

[0010]

일 실례로서, 예시된 바와 같이 차량을 운전하기 위해서, 인간은 보고, 운전대를 돌리고, 깜박이를 켜고, 변속기를 움직이고, 가속기를 가압하거나 브레이크를 가압할 필요가 있을 수 있다. 하나의 인간 형태의 폼 팩터를 갖는 로봇식 디바이스를 구현하는 대신에, 4 개의 로봇식 디바이스들(102a-d)이 협력적 방식으로 동작하여서 오퍼레이터의 모션과 기능적으로 동등한 모션을 제공할 수 있다.

[0011]

보다 구체적으로, 로봇식 디바이스(102a)는 차량의 윈드셴드를 투시하고 이후에 차량의 아웃 사이드 윈도우들을 투시하여 후방 뷰 미러들을 볼 수 있도록 카메라(106)를 포지셔닝할 수 있게 시트(seat) 상에 위치될 수 있다. 로봇식 디바이스(102b)는 또한 시트 상에 위치될 수 있으며 차량의 운전대를 돌릴 수 있다. 로봇식 디바이스(102c)는 깜박이(turn signal)를 켜고/켜거나 변속기를 이동시킬 수 있다. 로봇식 디바이스(102d)는 바닥부 상에 위치될 수 있으며 가속기 또는 브레이크를 가압할 수 있다. 이러한 방식으로, 로봇식 디바이스들의 네트워크(100)는 협력적 방식으로 동작하여서 인간과-유사한 임무들을 수행할 수 있다.

- [0012] 도 3은 오퍼레이터(300)에 의해서 사용되는 협력적 로봇 제어 시스템의 예시적인 부분을 예시한다. 특히, 협력적 로봇 제어 시스템은 복수의 제어 센서들(306, 308, 310, 312, 314, 316)을 포함하여 인간형 모션을 오퍼레이터(300)로부터 감지할 수 있다. 오퍼레이터(300)가 이동할 때에, 제어 센서들(306, 308, 310, 312, 314, 316)이 이 모션을 감지하고 이 모션을 나타내는 출력 신호를 생성한다. 제어 센서들(306, 308, 310, 312, 314, 316)은, 예를 들어서, 센서들에 3 차원 좌표들을 제공하는 디지털 위치추적 디바이스들 또는 가속도계들일 수 있다. 다른 실례로서, 센서들(306, 308, 310, 312, 314, 316)은 오퍼레이터(300)의 관절들의 각 회전 또는 압력 또는 힘을 측정할 수 있다. 복수의 제어 센서들은 오퍼레이터에 부착될 수 있거나, 오퍼레이터로부터 일정 거리 떨어져서 모션을 감지할 수 있다. 예를 들어서, 레이더 또는 LIDAR, 또는 다른 3D 깊이-감지 디바이스는 오퍼레이터로부터 수 피트 떨어져서 배치되고 오퍼레이터를 향해서 포인팅되어서 인간형 모션의 일부를 감지할 수 있다. 센서들의 다른 조합들이 사용되어서 오퍼레이터(300)의 인간형 모션을 감지할 수 있다.
- [0013] 협력적 로봇 제어 시스템은 또한 협력적 로봇 제어 디바이스를 포함할 수 있다. 협력적 로봇 제어 디바이스는 복수의 제어 센서들(306, 308, 310, 312, 314, 316)과 통신가능하게 연결되며 복수의 제어 센서들(306, 308, 310, 312, 314, 316)로부터 감지된 인간형 모션을 명령 집합 세트로 변환할 수 있다. 이 명령 집합 세트는 도 1 및 도 2에 기술된 바와 같은 복수의 로봇식 디바이스들을 작동시킬 수 있다. 이러한 방식으로, 명령 집합 세트는 하나 이상의 서펜타인 로봇식 크롤러들을 동작시킬 수 있으며, 예를 들어서 이러한 크롤러들은 9/13/2013에 출원된 미국 특허 출원 번호 14/026,284 및 10/31/2012에 출원된 미국 특허 출원 번호 13/665,669에 도시 및 기술되어 있으며, 이 문헌들 각각은 그 전체 내용이 본 명세서에서 참조로서 인용된다.
- [0014] 명령 집합 세트에 의해서 작동된 로봇식 디바이스들의 네트워크 내의 모션은 복수의 제어 센서들에 의해서 감지된 인간형 모션과 기능적으로 동등할 수 있다. 예를 들어서, 모션은 오퍼레이터(300)가 발을 뒤로 빼고 좌측으로 움직이고 이어서 앞으로 미는 것일 수 있으며 이러한 바는 가속기 페달에서 브레이크 페달로 발을 움직이는 것을 모방하는 것일 수 있다(즉, 이는 하위-임무로서 고려되거나 지칭될 수 있는 목표된 보다 낮은 레벨의 임무를 포함할 수 있으며, 이러한 임무는 붓식 디바이스들의 네트워크에 의해서 완료될 차를 운전하는 보다 높은 레벨의 임무에 대해서 하위적이다). 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 로봇식 디바이스(102d)에 의해서 수행된 기능적으로 동등한 모션은 가속기 페달로부터 브레이크 페달로 움직이는 하나의 로봇식 발 모션을 포함할 수는 없지만, 로봇식 디바이스(102d)의 일 단부는 가속기 페달과 분리되고 한편 로봇식 디바이스(102d)의 다른 단부는 브레이크 페달과 체결될 수 있다. 이러한 방식으로, 로봇식 디바이스(102d)의 환경 내의 대상들, 즉 가속기 페달 및 브레이크 페달은 기능적으로 동등한 방식으로 작용될 수 있다. 이로써, 복수의 로봇식 디바이스들은 명령들을 수신할 수 있으며 이 명령들에 기초하여서 하나 이상의 모션들을 작동시킬 수 있으며, 이로써 명령 집합 세트는 오퍼레이터의 인간형 모션들과 실질적으로 기능적으로 동등한 또는 기능적으로 동등한, 로봇식 디바이스들에 의한 움직임 또는 모션들을 낳는다(즉, 네트워크 내의 이러한 모션들은 협력적 임무를 달성하는데 필요함). 이후에 보다 상세하게 기술될 바와 같이, 로봇식 디바이스들의 네트워크 내의 기능적으로 동등한 모션들은 하나 또는 복수의 로봇식 디바이스들에 의해서 수행될 수 있으며, 이 모션들은 서로 협력적이다(예를 들어서, 2개 이상의 로봇식 디바이스들에 의한 모션들이 사용되어서 오퍼레이팅 의해서 개시된 임무를 수행할 수 있음).
- [0015] 협력적 로봇 제어 디바이스는 도 3에 예시된 바와 같이 백팩(302) 내에 수용될 수 있거나 다른 위치 내에 수용되어서 복수의 제어 센서들(306, 308, 310, 312, 314, 316)과 통신가능하게 접속될 수 있다. 유사하게, 협력적 로봇 제어 시스템은 비디오 디바이스(304)와 같은 하나 이상의 피드백 디바이스들을 또한 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 피드백이 로봇식 디바이스들의 네트워크로부터 감지될 수 있다.
- [0016] 로봇 제어 디바이스는 인간형 모션을 명령 집합 세트로 변환하기 위한 실행가능한 인스트럭션들로 구성된 하나 이상의 컴퓨터 시스템들을 사용할 수 있다. 이러한 방식으로, 백팩(302)이 이러한 변환을 수행하도록 구성된 소프트웨어 인스트럭션들로 프로그램가능한 컴퓨터를 수용한다. 백팩(302)은 또한 이러한 변환을 수행하기 위해서 유사한 프로세싱을 구현하는 회로를 수용할 수 있다.
- [0017] 복수의 제어 센서들(306, 308, 310, 312, 314, 316)에 의해서 감지된 바와 같은 인간형 모션이 일단 명령 집합 세트로 변환되면, 명령 집합 세트는 로봇식 디바이스들의 네트워크로 전달될 수 있다. 명령 집합 세트의 분배는 다양한 방식으로 수행될 수 있다. 예를 들어서, 명령들의 각각의 서브세트들이 로봇식 디바이스들의 네트워크 내의 각각의 로봇식 디바이스에 전달될 수 있다. 이러한 방식으로, 로봇식 디바이스들의 네트워크 내의 각 로봇식 디바이스는 명령들의 서브세트들을 직접적으로 수신할 수 있다. 이와 달리, 로봇식 디바이스들의 네트워크는 하나의 마스터 로봇식 디바이스 및 하나 이상의 슬레이브 로봇식 디바이스들을 포함할 수 있다. 마스터 로봇식 디바이스가 명령 집합 세트를 수신하고 이어서 이 명령 집합 세트를 로봇식 디바이스들의 네트워크에 적절하게 분배할 수 있다. 이러한 방식으로, 로봇식 디바이스들의 네트워크 내의 각 로봇식 디바이스는 명령들의 서브세

트를 직접적으로 수신하거나(예를 들어, 마스터 로봇식 디바이스) 또는 마스터 로봇식 디바이스를 통해서 간접적으로 수신할 수 있다(예를 들어서, 슬레이브 로봇식 디바이스들).

[0018] 도 4는 예시적 협력적 로봇식 시스템을 예시하는 구성요소 블록도이다. 시스템(400)은 지금까지 도 1 내지 도 3을 참조하여서 기술되거나 또는 도 5 내지 도 8을 참조하여서 이하에서 기술될 다른 실례들에서 기술될 기능을 구현하는데 사용될 수 있다. 시스템(400)은 하나 이상의 컴퓨팅 디바이스들(406), 로봇식 디바이스들의 네트워크(410), 피드백 디바이스들(412) 세트 및 센서들(402) 세트를 포함할 수 있다. 네트워크(408)는 피드백 디바이스들(412) 세트 및 로봇식 디바이스들의 네트워크(410)를 컴퓨팅 디바이스(406)와 통신가능하게 연결할 수 있다.

[0019] 네트워크(408)는 임의의 유용한 컴퓨팅 또는 신호 네트워크를 포함하며, 예를 들어서 인트라넷, 인터넷, LAN, WAN, 무선 데이터 네트워크, 셀 네트워크, 직접 RF 링크, 스테이트리스 릴레이(stateless relay) 네트워크 또는 임의의 다른 이러한 네트워크, 또는 이들의 조합을 포함하며, 그를 통해서 전송하기 위해서 다양한 프로토콜들을 사용할 수 있으며, 이러한 프로토콜들은 예를 들어서, IP(Internet Protocol), TCP(transmission control protocol), UDP(user datagram protocol) 및 다른 네트워킹 프로토콜들을 포함한다. 이러한 시스템을 위해서 사용되는 구성요소들은 적어도 부분적으로 선택된 네트워크 및/또는 환경의 타입에 의존할 수 있다. 네트워크를 통한 통신은 유선, 광섬유, 또는 무선 접속 및 이들의 조합에 의해서 실현될 수 있다.

[0020] 로봇식 디바이스들의 네트워크(410) 내의 로봇식 디바이스들(460a-d) 각각은, 피드백 디바이스들(412) 세트 내의 각 피드백 디바이스(470a-b) 및 센서들(402) 세트 내의 각 센서들(420a-i)과 함께, 소정의 데이터 프로세싱 및 저장 기능들을 가질 수 있다. 예를 들어서, 로봇식 디바이스는 프로세서, 메모리, 및 데이터 저장부를 예를 들어서 포함할 수 있다. 마찬가지로, 피드백 디바이스 또는 센서도 또한 프로세서, 메모리 및 데이터 저장부를 가질 수 있다. 또한, 모든 디바이스들이 네트워크(408)와 인터페이싱하기 위한 NIC(network interfaces circuitry)를 가질 수 있다. 예를 들어서, 컴퓨팅 디바이스((434))는 컴퓨팅 디바이스((434)) 용 NIC(436)를 나타내고 있다.

[0021] 로봇식 디바이스들의 네트워크(410) 및 피드백 디바이스들(412) 세트가 네트워크(408)를 통해서 컴퓨팅 디바이스(406)로 연결되는 것으로 도시되었지만, 로봇식 디바이스들의 네트워크(410) 및 피드백 디바이스들(412) 세트는 개별 네트워크들을 통해서 컴퓨팅 디바이스(406)로 접속될 수도 있다는 것이 이해된다. 또한, 센서들(402) 세트가 로컬 인터페이스(404)를 통해서 컴퓨팅 디바이스(406)에 직접적으로 연결된 것으로 도시되었지만, 센서들(402) 세트는 네트워크(408)와 같은 네트워크를 통해서 컴퓨팅 디바이스(496)와 통신하게 연결될 수 있다는 것이 이해된다.

[0022] 컴퓨팅 디바이스(406)는 예를 들어서, 컴퓨팅 능력을 제공하는 서버 컴퓨터 또는 임의의 다른 시스템을 포함할 수 있다. 이와 달리, 예를 들어서 하나 이상의 서버 뱅크들 또는 컴퓨터 뱅크들 또는 다른 장치들 내에 배열된 복수의 컴퓨팅 디바이스들(406)이 채용될 수도 있다. 편의를 위해서, 컴퓨팅 디바이스(406)는 단수로 지칭될 수 있지만, 복수의 컴퓨팅 디바이스들(406)이 상술한 바와 같은 다양한 배열들로 채용될 수 있다는 것이 이해된다.

[0023] 본 명세서에서 기술된 바와 같은 다양한 프로세스들 및/또는 다른 기능이 다양한 실례들에 따라서 시스템(400)에서 실행될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(406)는 예를 들어서, 일부 중앙 서버 프로세싱 서비스들을 제공하는 한편, 협력적 로봇식 시스템(400) 내의 다른 디바이스들은 로컬 프로세싱 서비스들을 제공하고 컴퓨팅 디바이스(406)의 서비스들과 인터페이싱하도록 프로세싱 서비스들을 인터페이스할 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 기술된 바와 같은 프로세싱 서비스들은 요청들을 수신하고 다른 서비스들 또는 커스터머 디바이스들에 출력을 제공할 수 있는 중앙에서 호스팅된 기능 또는 서비스 애플리케이션일 수 있다는 것이 고려된다.

[0024] 예를 들어서, 서비스들은 서버, 클라우드, 그리드 또는 클러스터 컴퓨팅 시스템에서 호스트된 요구-시 컴퓨팅(on-demand computing)으로서 고려될 수 있다. API(application program interface)가 각 서비스에 제공되어서 제 2 서비스가 요청들을 전송하고 제 2 서비스로부터 출력을 수신하게 할 수 있다. 이러한 API들은 또한 제 3 자들로 하여금 서비스와 인터페이스하고 요청을 하고 이 서비스로부터 출력을 수신할 수 있게 할 수 있다. 프로세서(430)는 컴퓨팅 디바이스(406) 상의 메모리 (432)와 통신함으로써 인스트럭션들을 프로세싱하는 것을 제공할 수 있다. 메모리 디바이스는 프로세서에 의해서 실행되어서 동작 세트를 수행하게 동작가능한 인스트럭션들을 포함할 수 있다. 프로세서(430) 및/또는 메모리(432)는 데이터 저장부(434)와 직접적으로 또는 간접적으로 통신할 수 있다. 로봇식 디바이스들의 네트워크(410) 내의 각 로봇식 디바이스, 센서들(402) 세트 내의 각 센서 및 피드백 디바이스들(412) 세트 내의 각 피드백 디바이스는 유사한 프로세싱 기능들을 포함할 수 있다. 이와

달리, 프로세싱 기능들 중 일부 또는 전부는 컴퓨팅 디바이스(406) 또는 마스터 로봇식 디바이스와 같은, 협력적 로봇식 시스템 내의 다른 디바이스들에 의해서 제공될 수 있다.

[0025] 다양한 데이터가 컴퓨팅 디바이스(406)에 액세스가능한 데이터 저장부(434) 내에 저장될 수 있다. 용어 "데이터 저장부"는 데이터를 저장, 액세스, 조직 및/또는 검색할 수 있는 임의의 디바이스 또는 디바이스들의 조합을 지칭하며, 이들은 데이터 서버들, 관계형 데이터베이스들, 객체 지향 데이터베이스들, 클라우드 저장 시스템들, 데이터 저장 디바이스들, 데이터 웨어하우스들, 플랫폼 파일들(flat files)의 임의의 조합 및 개수 및 임의의 중앙식, 분산식 또는 클러스터식 환경으로의 데이터 저장 구성을 포함할 수 있다. 데이터 저장부(434)의 저장 시스템 구성요소들은 저장 시스템들, 예를 들어서 SAN(Storage Area Network), 클라우드 저장 네트워크, 휘발성 또는 비휘발성 RAM, 광학적 매체, 또는 하드-드라이브 타입 매체를 포함할 수 있다. 데이터 저장부(434)는 복수의 데이터 저장부들(434)을 나타낼 수도 있다.

[0026] 데이터 저장부(434) 내에 저장된 데이터는 예를 들어서, 환경 데이터 저장부(440), 로봇 상태 데이터 저장부(442), 센서 데이터 저장부(444) 및 피드백 데이터 저장부(446)를 포함할 수 있다. 환경 데이터 저장부(440)는 로봇식 디바이스들 (460a-d)이 효과적으로 동작하도록 구성된 환경에 대한 세부사항들을 포함할 수 있다. 이러한 방식으로 환경 데이터 저장부는 시스템(400)의 기능적 제약사항에 대한 일부 정보를 포함하고 로봇식 디바이스들의 네트워크(410)에 의한 모션의 정도를 작동시키도록 감지된 인간형 모션의 명령 집합 세트로의 변환에 대한 정보를 포함할 수 있다. 이로써, 환경은 기능적 대응성을 제약하는 운동학적 변환기 모듈(454)에 대해서 프로그램 방식으로 규정될 수 있다. 예를 들어서, 환경은 XML(extensible markup language) 문서로 프로그램 방식으로 규정될 수 있으며 데이터 저장부(440) 내에 저장될 수 있다. 사용될 수 있는 다른 표준은 무인 시스템들을 관철 아키텍처(joint architecture for unmanned systems)(JAUS)이다. 로봇 상태 데이터 저장부(442)는 로봇식 디바이스들(460a-d)의 상태에 대한 세부사항들, 예를 들어서, 포지셔닝 정보, 로딩 정보, 속도 정보, 가속도 정보, 위치 정보, 신호 강도 정보, 안정도 정보, 및 주변 환경 사항들을 포함할 수 있다. 센서 데이터 저장부(444)는 센서들(420a-i)에 의해서 제공된 데이터에 대한 버퍼 또는 프로세싱 구역 역할을 할 수 있다. 마찬가지로, 피드백 데이터 저장부(446)는 또한 피드백 디바이스들(470a-b)에 의해 제공된 데이터에 대한 버퍼 또는 프로세싱 구역 역할을 할 수 있다.

[0027] 센서 모듈(450)이 센서들(402) 세트로부터 데이터를 수신 및 프로세싱하기 위한 인터페이스를 제공할 수 있다. 이러한 방식으로, 센서 모듈(450)은 센서 데이터 저장부(444) 및 다른 모듈들, 예를 들어서 운동학적 변환기 모듈(454)과 인터페이싱할 수 있다. 이로써 제어 센서는 인간형 모션을 감지하고 인간형 모션을 컴퓨팅 디바이스(406)로 전달하도록 구성될 수 있다. 피드백 모듈(452)이 피드백 디바이스들(412) 세트에 대한 인터페이스일 수 있으며 피드백 데이터 저장부(446)와 인터페이스할 수 있다. 이러한 방식으로, 피드백 디바이스는 로봇식 피드백을 수신하도록 구성될 수 있다. 이어서, 감지된 피드백은 오퍼레이터 디바이스를 동작시키거나 오디오를 생성하거나 진동 패드들과 체결되거나 또는 시각적 디스플레이를 통해서 오퍼레이터에게 제공될 수 있다. 또한, 수신된 피드백은 예를 들어서 복수의 제어 센서들 중 적어도 하나에 통합된 디바이스를 통해서 오퍼레이터에게 제공될 수 있다.

[0028] 운동학적 변환기 모듈(454)은 로봇식 디바이스들의 네트워크(410) 내의 하나 이상의 로봇식 디바이스들(460a-d)에 의한 모션의 정도들을 작동시키도록 센서들(420a-i)에 의해서 감지된 인간형 모션을 명령 집합 세트로 변환시킬 수 있다. 명령 집합 세트는 인간형 모션과 기능적으로 동등하거나 실질적으로 동등하며, 이는 사용자에게 의해서 수행된 기능이 로봇식 디바이스들의 네트워크(410) 내에서 하나 또는 복수의 로봇식 디바이스들에 의해서 동등하게 수행됨을 의미한다. 이러한 방식으로, 운동학적 변환기 모듈(454)은 센서 데이터 저장부(444), 환경 데이터 저장부(440) 및 로봇 상태 데이터 저장부(442)와 인터페이싱할 수 있다. 또한, 운동학적 변환기 모듈(454)은 또한 다른 모듈들, 예를 들어서 작동 모듈(456)과 인터페이싱하여서 명령 집합 세트를 상기 작동 모듈에 의한 작동을 위해서 로봇식 디바이스들의 네트워크(410)로 전달할 수 있다. 이러한 방식으로, 작동 모듈(456)은 작동을 위해서 로봇식 디바이스들의 네트워크(410)에 명령들을 전송하기 위한 인터페이스를 제공할 수 있다. 이로써, 운동학적 변환기 모듈(454)은 로봇식 디바이스들의 네트워크에 의해 모션들의 각도가 작동되게 복수의 제어 센서들에 의해서 감지된 인간형 모션을 명령 집합 세트로 변환시키도록 구성될 수 있으며, 여기서 이 명령 집합 세트는 인간형 모션과 기능적으로 동등하며, 통신 인터페이스는 로봇식 디바이스들의 네트워크(410)와 통신하게 구성될 수 있다. 피드백 디바이스들(420a-i) 중 임의의 것이 비디오 디스플레이, 오디오 스피커, 또는 촉각적 피드백 디바이스와 같은 디바이스들을 포함할 수 있다. 또한, 복수의 제어 센서들은 3 차원 모션을 감지할 수 있다.

[0029] 일 실시예에서, 운동학적 변환기 모듈(454)이 로봇들(460a-d)이 사용될 수 있는 시나리오들을 예상하도록 미리

구성될 수 있다. 예를 들어서, 운동학적 변환기 모듈(454)은 특정 높은 레벨의 임무, 예를 들어서, 차를 운전하는 것, 생리학적 센서들을 의식이 없는 사람에게 배치하는 것 또는 위험한 환경에 있는 제어 패널을 동작시키는 것과 같은 임무를 위해서 설계된 사전-프로그램된 기초사항들(pre-programmed primitives)을 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 오퍼레이터는 네트워크 내의 로봇식 디바이스들(460a-d)이 이 환경 내에서 특정 임무들을 수행하기 위해서 충분한 자유도를 집합적으로 포함한다는 것을 확신할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 로봇식 디바이스들의 집합은 동일하거나 상이한 환경들 내에서 새로운 또는 상이한 임무들을 수행하게 구성 및 재구성될 수 있다. 예를 들어서, 로봇식 디바이스들의 집합은 이동 모드로 구성되고 일 위치에서 다른 위치로 이동하도록 개별적으로 동작될 수 있으며 이 경우에 목표된 목표지에 도달하면 로봇식 디바이스들의 집합은 재구성되고 목표된 임무를 달성 또는 수행할 수 있는 위치에 위치될 수 있다. 오직 예시적인 목적들을 위해서, 복수의 서펜타인(뱀형상) 로봇식 디바이스들이 운동 또는 구동 모드로 개별적으로 구성되어서 크기가 제약된 경로(예를 들어서, 지하 시추공 또는 갱도)를 통해서 목표된 환경으로의 접근을 획득할 수 있으며 이어서 재구성되고 목표된 환경 내에 위치되어서 환경 내에서의 협력적 정교한 임무들을 제공할 수 있으며, 이러한 환경은 예를 들어서 차량 내에 위치될 수 있으며 이 경우에 수행될 임무는 차량을 운전하는 것이다. 일단 위치하면, 오퍼레이터는 예를 들어서 오퍼레이터와 운동학적으로 일치하는 마스터링 디바이스를 사용하여 텔레-오퍼레이션(tele-operation)을 통해서 이 환경 내에서 정교한 임무들을 수행할 수 있으며, 이 경우에 마스터링 디바이스로부터의 출력은 명령들을 네트워크 내의 로봇식 디바이스들로 제공하도록 변환되며, 이로써 운동학적으로 동등한 슬레이브 로봇 디바이스로 이 명령들이 전송될 경우에 달성될 수 있는 것들이 달성되게 된다.

[0030]

다양한 로봇식 디바이스들의 협력적 제어를 예시하는 일 예시적인 실시예에서, 센서들(420a-i)은 제어 공간 중의 구획된 구역들 또는 제한된 구역들을 포함할 수 있다. 이러한 제어 공간 중의 구역들 내에서의 대응하는 오퍼레이터 움직임은 이 오퍼레이터 움직임에 기초하여서 하나 이상의 로봇식 디바이스들(460)의 제어를 표시할 수 있다. 일단 오퍼레이터가 제어 공간의 이 구역을 떠나면, 센서(420)는 오퍼레이터 움직임을 하나 이상의 로봇식 디바이스들(460)을 제어하는 것으로 더 이상 해석하지 않을 수 있다. 그러나, 다른 센서(420)에 대한 다른 제어 구역은 이 제어 구역 내로부터의 하나 이상의 다른 로봇식 디바이스들(460)을 제어하는 것으로서 오퍼레이터 움직임을 해석할 수 있다(즉, 다른 정도의 자유도가 임무를 달성하는데 사용됨). 달리 말하면, 다수의 구획된 구역들에 걸친 오퍼레이터에 의한 단일 움직임은 다수의 정도들의 자유도들이 로봇식 디바이스들의 네트워크 내에서 활성화될 수 있게 할 수 있으며, 이러한 다수의 정도들의 자유도들은 다수의 로봇식 디바이스들에 걸쳐서 있거나 다수의 로봇식 디바이스들 근처에 있을 수 있다. 이러한 오퍼레이션 구역들은 환경 자체, 로봇식 디바이스들의 네트워크 내의 다양한 로봇식 디바이스들의 모션의 범위들, 다양한 로봇식 디바이스들의 개별 자유도의 모션의 범위, 로봇식 디바이스들의 특정 위치 및 수 및 다른 요소들과 같은 인자들에 기초하거나 이에 의해서 결정될 수 있다. 이러한 오퍼레이션 존들은 수치적으로(예를 들어서, 기준점에 대한 그들의 Cartesian 좌표들로), 그래픽적으로(예를 들어, 맵핑된 환경), 또는 로봇식 디바이스의 자유도의 모션의 범위를 규정하는데 사용되는 본 기술 분야의 당업자에게 명백한 임의의 다른 시스템 또는 방법 또는 수단으로 표현될 수 있다.

[0031]

도 5는 2013년 9월 13일에 출원된 미국 특허 출원 번호 14/026,284 "Serpentine Robotic Crawler for Performing Dexterous Operations"(Attorney Docket No. 2865-12.3329.US.NP)에서 기술된 로봇식 크롤러와 유사한 예시적인 서펜타인 로봇식 크롤러(500)를 도시하며, 이 문헌은 그 전체가 본 명세서에서 참조로서 인용된다. 서펜타인 로봇식 크롤러(500)는 로봇식 디바이스들의 네트워크 내의 로봇식 디바이스로서 사용되며 그 일부가 이하에서 상세하게 기술될 다양한 상황들에서 정교한 오퍼레이션들을 수행하도록 위치 및 관절운동할 수 있는 복수의 정교한 매니플레이터들(dexterous manipulators)을 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, 제 1 정교한 매니플레이터(562)는 제 1 프레임(568)의 원위 단부(556)를 중심으로 연결되며 제 2 정교한 매니플레이터(522)는 제 2 프레임(528)의 원위 단부(516)를 중심으로 연결된다. 프레임들(568,528)은 각기 원위 단부(556 및 516)를 포함하며 각기 근위 단부(550 및 510)를 포함한다. 서펜타인 로봇식 크롤러는 프레임들(568 및 528)이 지면 또는 다른 표면을 중심으로 그리고 서로에 대해서 이동하여서 예를 들어서 상이한 구성들 및 추진 모드들을 달성하도록 하게 구성된 추진 시스템을 더 포함할 수 있다. 추진 시스템은 일 구동 서브시스템(554) 및 다른 유사한 구동 서브시스템(514)을 포함하며, 구동 서브시스템(554)은 프레임(568)을 중심으로 지지되며 동작가능할 수 있으며, 구동 서브시스템(514)은 프레임(528)을 중심으로 지지되며 동작가능할 수 있다. 구동 서브시스템들은 다양한 모터들, 구동 트레인들, 제어부들 등을 포함할 수 있다. 추진 시스템은 서펜타인 로봇식 크롤러의 추진을 용이하게 하는 하나 이상의 표면 접촉 요소들, 예를 들어서 구동 서브시스템(554)과 함께 동작가능하면서 프레임(568)을 중심으로 회전가능하게 지지된 연속형 또는 무단형 트랙(552) 및 구동 서브시스템(514)과 함께 동작가능하면서 프레임(528)을 중심으로 회전가능하게 지지된 연속형 또는 무단형 트랙(512)을 더 포함할 수 있다. 그들의 각각의 프레임 유닛들에 회전가능한 무단형 트랙들(552 및 512)을 추가하는 것은 서펜타인 로봇식

크롤러(500)가 지면 또는 다른 표면들을 중심으로 이동하게 하고 다수의 장애물들을 극복하게 할 수 있는 방식으로 서펜타인 로봇식 크롤러(500)에 운동성을 제공할 수 있다. 다른 타입의 표면 접촉 요소들, 예를 들어서 각각이 본 명세서에서 고려되는 휠들, 회전하는 관절부들 등과 같은 것들이, 본 기술 분야의 당업자에게 인식될 바와 같이 채용될 수 있다.

[0032] 로봇식 서펜타인 디바이스(500)는 각각의 프레임(568 및 528)의 근위 단부들(550 및 510) 각각에 또는 그 근처에서 프레임들(568 및 528)을 함께 연결시키는 다수의 자유도들을 갖는 링크지 암(linkage arm)(540)을 더 포함할 수 있다. 일 예시적인 실시예에서, 다수의 자유도들을 갖는 링크지 암(540)은 프레임들(568 및 528)에 대해서 이동될 수 있다. 링크지 암(540)의 다수의 자유도들로의 움직임은 수동적이거나 작동되거나 제동될 수 있다. 도시된 실시예에서, 다수의 자유도들을 갖는 링크지 암(linkage arm)(540)은 피봇 운동하는 관절형 조인트들(580a-e) 및 회전 운동하는 관절형 조인트들(590a-b)을 포함할 수 있다. 이러한 관절운동형 조인트들(580a-e 및 590a-b) 일부 또는 전부는 서로에 대한 그리고 프레임들(568,528)에 대한 이 조인트들의 선택적 포지셔닝(selective positioning)을 달성하도록 작동될 수 있다. 실제로, 관절운동형 조인트들은 제 1 및 제 2 프레임들(568,528)의 서로에 대한 그리고 또한 제 1 정교한 매니플레이터(562)의 제 2 정교한 매니플레이터(524)에 대한 다양한 구성들 및 포지셔닝들을 갖는 서펜타인 로봇식 크롤러(500)를 실현할 수 있다. 서펜타인 로봇식 크롤러(500)는 서로 나란하게 배열된 프레임들(568,528) 및 회전가능한 무단형 트랙들(552 및 512)을 갖는 탱크형 구성을 가질 수 있다. 다른 상황들에서, 서펜타인 로봇식 크롤러(500)는 서로에 대해서 탠덤 관계로(in a tandem relationship) 프레임 유닛들을 갖는 구성과 같은 다른 구성을 가질 수도 있다. 이러한 상이한 구성들은 이하에서 보다 상세하게 기술된다.

[0033] 프레임 유닛들(568 및 528) 각각은 각기 정지부들(570 및 530)을 구비할 수 있으며, 또는 다른 제한 디바이스들 또는 시스템들을 가질 수 있는데, 이러한 것들은 다수의 자유도를 갖는 링크지 암(540)의 회전 각도를 제한하는 역할을 하며, 이로써 프레임들(568 및 528)에 결합된 조인트들은 이 조인트들이 무단형 트랙들(550 및 510)의 동작을 방해하는 각도로 회전하지 못하게 한다.

[0034] 정교한 매니플레이터들(562 및 522) 각각은 각기 프레임들(568 및 528)의 원위 단부들(556 및 516)에 피봇 방식으로 연결 또는 결합되거나 이와 달리 이들을 중심으로 연결된 각각의 조인트된 부재들(558 및 518)을 더 포함할 수 있다. 이 조인트된 부재들(558 및 518)은 정교한 매니플레이터들(562,522)이 손목과 같은 방식으로 동작하거나 기능할 수 있도록 실현하는 것을 도우며, 이러한 손목 운동은 인간의 손목과 유사하게 다수의 상이한 축들을 중심으로 다수의 자유도의 각도로 해서 이동하는 것을 의미한다.

[0035] 정교한 매니플레이터들(562 및 522) 중 하나 또는 양자는 작업 피스(예를 들어서, 대상, 다른 엔드 이펙터(end effector), 지면 또는 다른 표면 등)에 대해서 동작하거나 이를 조작하거나 이와 달리 이와 인터페이스하도록 구성된 엔드 이펙터(예를 들어, 각기 조인트된 부재들(558 및 518)과 함께 동작가능한 엔드 이펙터들(560 및 520) 참조)를 더 포함할 수 있다. 본질적으로, 정교한 매니플레이터들(562 및 522)은 각기 그들의 엔드 이펙터들(560 및 520)을 사용하여서 정교한 오퍼레이션을 수행하기 위해서 물체 또는 대상을 조작하거나 이와 달리 인터페이스하도록 구성될 수 있다.

[0036] 엔드 이펙터들(562,522)은 수행될 임무에 따라서 다양한 상이한 구성들을 포함할 수 있다. 예를 들어서, 엔드 이펙터들은 작업 피스 상에 2 개의 반대되는 힘들을 인가하도록 동작가능한 구성요소들을 포함하여서 인간의 손과 유사한 일부 기능을 작업 피스에 제공하도록 설계될 수 있다. 일 측면에서, 도시된 실시예에서와 같이, 엔드 이펙터들은 서로에 대해서 이동하며 그리고 서로에 대해서 반대되는 방향의 힘들을 인가하게 구성되거나 또는 손가락 하나를 엄지에 가압하는 것과 유사하게 압축시키도록 구성된 대향하는 손가락 구성요소들을 포함할 수 있다. 다른 측면에서, 엔드 이펙터들은 서로로부터 멀어지는 방향으로 또는 확장되게 역방향 또는 반대되는 방향의 힘들을 인가하도록 동작하게 구성된 구성요소들을 포함할 수 있다.

[0037] 그들의 각각의 엔드 이펙터들(560 및 520)에 결합된 조인트된 부재들(558 및 518)과 함께, 서펜타인 로봇식 크롤러의 프레임들 및 관절운동형 연결부들의 고유한 포지셔닝 능력들은 서펜타인 로봇식 크롤러의 동적 포지셔닝 및 보다 구체적으로는 그의 정교한 매니플레이터들(562,522)의 하나 이상의 소정의 작업 피스들에 대한 및/또는 서로에 대한 동적 포지셔닝을 실현할 수 있다. 또한, 다수의 자유도들을 갖는 링크지 암들(540) 간의 정지부들(570 및 530)과 유사하게, 정지부들(566 및 526)은, 조인트된 부재들(558 및 518)이 각각의 회전하는 무단형 트랙들(522 및 512)을 방해하지 않도록 보장하기 위해서, 각각의 프레임들(568 및 528)에 부착될 수 있다.

[0038] 정교한 매니플레이터들(562 및 522)에 추가 정교성을 제공하거나 정교한 매니플레이터들(562 및 522)의 개선된 포지셔닝 및 능력들을 실현하기 위해서, 정교한 매니플레이터들(562 및 522) 중 하나 또는 양자는 각기 조인트

된 부재들(516, 558) 및 엔드 이펙터들(560, 520)과 함께 동작가능한 회전형 조인트들(564 및 524)와 같은 회전형 조인트를 더 포함할 수 있으며, 이로써 정교한 매니플레이터들(562, 522)이 다수의 자유도들을 갖는 손목과 같은 방식으로 기능할 수 있게 한다(예를 들어, 피치(pitch), 요우(yaw) 및 롤(roll) 기능을 엔드 이펙터에 제공하거나 또는 엔드 이펙터에 부여될 수 있음). 회전형 조인트들(564 및 524) 각각은 조인트된 부재들(516, 558)에 각기 회전가능하게 연결되며 각기 조인트된 부재들(558, 518)의 단부를 중심으로 축 B를 중심으로 완전 360 도 내에서 후방 및 전방으로 회전(즉, 트위스트)하도록 구성될 수 있다. 추가적으로, 회전형 조인트들(564 및 524)은 또한 연속적으로 회전할 수 있도록, 즉 무한정의 연속하고 계속되는 완전한 회전들을 제 1 또는 시계 방향으로 또는 이와 반대되는 제 2 의 또는 반시계 방향으로 수행할 수 있도록 구성될 수 있다. 또한, 각 엔드 이펙터(560 및 520)는 각기 회전형 조인트들(564 및 524)에 피봇 운동하게 연결될 수 있으며 일 범위(예를 들어, 이 범위는 축 B를 중심으로 측정된 0 내지 360 도; 0 내지 180 도, 등이며, 이 범위는 정교한 매니플레이터 및 그 내의 다양한 조인트들의 설계 및 구성에 따름)내에서 양방향으로 피봇 운동하게 구성될 수 있다. 함께 동작가능하게 연결된 바와 같은 조인트된 부재들, 회전형 조인트들 및 엔드 이펙터에 의해서 제공되는 다양한 정도의 자유도들 및 관절운동된 연결부 내의 다양한 정도의 자유도들로 인해서, 정교한 매니플레이터들(562, 522) 및 특히 엔드 이펙터들(560 및 520)이 그들 각각의 프레임들(568, 528) 및 작업 피스에 대해서 또는 서로에 대해서 실제로 임의의 방향으로 위치될 수 있다.

- [0039] 서펜타인 로봇식 크롤러의 이러한 다양한 구성요소들은 능동적으로 관절운동하거나 수동적으로 관절운동할 수 있다. 예를 들어, 일 예시적인 실시예에서, 정교한 매니플레이터들(562 및 522), 및 다수의 자유도들을 갖는 링크지 암(540)을 구성하는 다양한 조인트들은 서보 모터들, 구동샤프트 시스템들, 체인 구동 시스템들, 유압적 시스템들, 텐덤/풀러 타입 시스템들 또는 본 기술 분야의 당업자에게 인식될 임의의 다른 적합한 작동 수단을 사용하여 능동적으로 관절운동할 수 있다. 이와 달리, 정교한 매니플레이터들(562, 522), 및 다수의 자유도들을 갖는 링크지 암(540) 내의 다양한 조인트들은 하나 이상의 타입들의 수동 시스템들, 예를 들어, 제동 시스템들, 록킹 시스템들, 또는 록킹된 위치에서 이들을 유지할 수 있는 임의의 다른 적합한 시스템을 사용하여 동작될 수 있다. 이러한 수동적 또는 능동적 관절운동 시스템들은 각각의 정교한 매니플레이터(562 및 522) 및 다수의 자유도들을 갖는 링크지 암(540)의 다양한 운동가능한 조인트들의 포지셔닝을 실현하도록 동작될 수 있으며, 이로써 정교한 매니플레이터들(562, 522)을 목표된 위치 또는 필요한 위치로 배치할 수 있다.
- [0040] 도 5에 도시된 특정 실시예에서 프레임(568) 및 이와 연관된 정교한 매니플레이터(562)에 대해서 기술된 구성들 및 특징들은 프레임(528) 및 이와 연관된 정교한 매니플레이터(522)에 유사하게 적용될 수 있음이 주목되어야 한다. 그럼에도, 프레임(528) 및 정교한 매니플레이터(562)는 본 기술 분야의 당업자가 이해할 바와 같이 예를 들어서 변경된 엔드 이펙터들, 손목부들 및 조인트된 부재들을 채용하기 위해서 상이하게 구성될 수 있으며, 이러한 상이한 구성들은 본원에서 고려된다.
- [0041] 도 6은 오퍼레이터(602)에 의해서 제어되는 서펜타인 로봇식 크롤러(600)의 실례를 예시한다. 서펜타인 로봇식 크롤러(600)는 프레임 유닛들 및 정교한 매니플레이터들(606, 608)을 포함하며, 이들은 대상(예를 들어 강자성 재료 벽)에 클램핑 디바이스(604)(예를 들어 석션 컵들(suction cups), 파지기(gripper), 또는 자기적 클램프, 예를 들어서 클램핑 힘을 제어하기 위한 가변 자속 복귀 경로를 갖는 전자석 또는 영구 자석)에 의해서 홀딩된다. 본 명세서에서 기술된 바와 같이, 서펜타인 로봇식 크롤러(600)는 한손 또는 양손의 정교한 오퍼레이션을 수행할 수 있다.
- [0042] 도 7은 예시적 협력적 로봇 제어 방법(700)을 예시하는 흐름도이다. 방법 요소(702)에서, 로봇식 디바이스들의 네트워크가 확립된다. 방법 요소(704)에서, 인간형 모션이 오퍼레이터로부터 감지된다. 방법 요소(706)에서, 이 인간형 모션의 적어도 일부를 나타내는 하나 이상의 신호들이 생성되고, 방법 요소(708)에서 도시된 바와 같이 하나 이상의 신호들이 로봇식 디바이스들의 네트워크를 작동시키기 위한 명령 집합 세트로 변환된다. 명령 집합 세트는 인간형 모션과 기능적으로 동등하다. 방법(700)은 비일시적 컴퓨터 판독가능한 매체 상에서 실시될 수 있다.
- [0043] 도 8은 콘텐츠를 발견하기 위해서 사용될 수 있는 예시적인 컴퓨팅 디바이스(802)의 실례를 예시하는 블록도(800)이다. 특히, 컴퓨팅 디바이스(802)는 개시된 기술의 모듈들이 실행되는 디바이스의 하이 레벨 실례를 예시한다. 컴퓨팅 디바이스(802)는 메모리 디바이스들(806)와 통신하는 하나 이상의 프로세서들(804)을 포함할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(802)는 컴퓨팅 디바이스 내의 구성요소들을 위한 로컬 통신 인터페이스(818)를 포함할 수 있다. 예를 들어서, 로컬 통신 인터페이스는 로컬 데이터 버스 및/또는 목표될 수 있는 바와 같은 임의의 관련된 어드레스 또는 제어 버스들일 수 있다.

- [0044] 메모리 디바이스(806)는 프로세서(들)(804)에 의해서 실행가능한 모듈들 및 이 모듈들을 위한 데이터를 포함할 수 있다. 지금까지 기술된 기능을 구현하는 다양한 모듈들(810)이 메모리 디바이스(806) 내에 위치된다. 다양한 모듈들(810)은 프로세서(들)(804)에 의해서 실행가능하다. 데이터 저장부(808)도 또한 메모리 디바이스(806) 내에 위치하여서 모듈들 및 다른 애플리케이션과 관련된 데이터를, 프로세서(들)(804)에 의해서 실행가능한 운영체제와 함께 저장할 수 있다.
- [0045] 다른 애플리케이션들이 또한 메모리 디바이스(806) 내에 저장될 수 있으며 프로세서(들)(804)에 의해서 실행될 수 있다. 본 명세서에서 기술된 구성요소들 또는 모듈들은 방법들의 조합에 의해서 컴파일링되거나 해석되거나 실행되는 높은 수준의 프로그래밍 언어들을 사용하여서 소프트웨어의 형태로 구현될 수 있다.
- [0046] 컴퓨팅 디바이스는 또한 컴퓨팅 디바이스들에 의해서 사용될 수 있는 I/O(입력/출력) 디바이스들(814)로의 액세스를 가질 수 있다. I/O 디바이스의 실패는 컴퓨팅 디바이스들로부터의 출력을 표시하는데 사용가능한 디스플레이 스크린(820)이다. 다른 알려진 I/O 디바이스는 목표된 바와 같이 컴퓨팅 디바이스와 함께 사용될 수 있다. 네트워킹 디바이스들(816) 및 유사한 통신 디바이스들이 컴퓨팅 디바이스 내에 포함될 수 있다. 네트워킹 디바이스들(816)은 인터넷, LAN, WAN, 또는 다른 컴퓨팅 네트워크에 접속되는 유선 또는 무선 네트워킹 디바이스들일 수 있다.
- [0047] 메모리 디바이스(806) 내에 저장된 바와 같이 도시된 구성요소들 또는 모듈들은 프로세서(들)(804)에 의해서 실행될 수 있다. 용어 "실행가능한"은 프로세서(804)에 의해서 실행될 수 있는 형태로 된 프로그램 파일을 의미할 수 있다. 예를 들어서, 보다 높은 레벨의 언어로의 프로그램은 메모리 디바이스(806)의 랜덤 액세스 부분 내로 로딩되고 프로세서(804)에 의해서 실행될 수 있는 포맷으로 된 머신 코드로 컴파일링되거나, 소스 코드가 다른 실행가능한 프로그램에 의해서 로딩되고 프로세서에 의해서 실행되도록 메모리의 랜덤 액세스 부분 내에 인스트럭션들을 생성하도록 해석될 수 있다. 실행가능한 프로그램은 메모리 디바이스(806)의 임의의 부분 또는 구성요소 내에 저장될 수 있다. 예를 들어서, 메모리 디바이스(806)는 RAM, ROM, 플래시 메모리, 고체상 드라이브, 메모리 카드, 하드 드라이브, 광학 디스크, 플로피 디스크, 자기 테이프, 또는 임의의 다른 메모리 구성요소들일 수 있다.
- [0048] 프로세서(804)는 다수의 프로세서들을 나타낼 수 있으며 메모리(806)는 프로세싱 회로들과 병렬적으로 동작하는 다수의 메모리 유닛들을 나타낼 수 있다. 이는 시스템 내의 프로세스들 및 데이터를 위한 병렬 프로세싱 채널들을 제공할 수 있다. 로컬 인터페이스(818)는 네트워크로서 사용되어서 다수의 프로세서들 중 임의의 것과 다수의 메모리들 중 임의의 것 간의 통신을 실행할 수 있다. 로컬 인터페이스(818)는 부하 균형유지 시스템, 벌크 데이터 전달 시스템 및 유사한 시스템들과 같은 통신을 조율하기 위해서 설계된 추가 시스템들을 사용할 수 있다.
- [0049] 본 기술을 위해서 제공된 흐름도들은 특정 실행 순서를 암시하지만, 이 실행 순서는 예시된 것과는 다를 수 있다. 예를 들어서, 2 개 이상의 블록들의 순서는 도시된 순서에 대해서 재배열될 수 있다. 또한, 연속하여서 도시된 2 개 이상의 블록들은 병렬적으로 또는 부분적으로 병렬화되어서 실행될 수 있다. 일부 구성들에서, 흐름도에서 도시된 하나 이상의 블록들은 생략 또는 스킵될 수 있다. 임의의 개수의 카운터들, 상태 변수들, 통지 세마포어들(warning semaphores), 또는 메시지들이 개선된 유틸리티, 어카운팅, 성능, 측정, 트라블슈팅을 위해서 또는 다른 유사한 이유들을 위해서 논리적 흐름에 부가될 수 있다.
- [0050] 본 명세서에서 기술된 기능적 유닛들 중 일부는 그들의 구현 독립성을 보다 특히 강조하기 위해서 모듈들로서 지칭되었다. 예를 들어서, 모듈은 로직 칩들, 트랜지스터들, 또는 다른 개별 구성요소들과 같은 오프-더-셸프 반도체들(off-the-shelf semiconductors), 게이트 어레이들, 또는 맞춤형 VLSI 회로들을 포함하는 하드웨어 회로로서 구현될 수 있다. 모듈은 또한 필드 프로그램가능한 게이트 어레이들, 프로그램가능한 어레이 로직, 프로그램가능한 로직 디바이스들 등과 같은 프로그램가능한 하드웨어 디바이스들로 구현될 수 있다.
- [0051] 모듈들은 다양한 타입의 프로세서들에 의해서 실행되기 위한 소프트웨어로 구현될 수 있다. 실행가능한 코드의 식별된 모드는 예를 들어서 객체, 프로시저 또는 함수로서 구성될 수 있는 컴퓨터 인스트럭션들의 하나 이상의 블록들을 포함할 수 있다. 그럼에도, 식별된 모듈 중 실행가능한 것들은 함께 물리적으로 위치될 필요가 없지만, 논리적으로 함께 결합되는 때에 모듈을 포함하고 이 모듈을 위한 상태를 달성하는, 상이한 위치들에서 저장된 개별 인스트럭션들을 포함할 수 있다.
- [0052] 실제로, 실행가능한 코드의 모듈은 단일 인스트럭션 또는 다수의 인스트럭션들일 수 있으며 심지어 몇몇 상이한 코드 세그먼트들을 통해서 상이한 프로그램들 중에 그리고 몇몇 메모리 디바이스들에 걸쳐서 분배될 수도 있다.

유사하게, 동작 데이터가 모듈들 내에서 본 명세서에서 식별 및 예시될 수 있으며 임의의 적합한 형태로 구현되고 임의의 적합한 타입의 데이터 구조 내에서 구성될 수 있다. 동작 데이터는 단일 데이터 세트로서 수집되거나, 상이한 위치들에 걸쳐서, 예를 들어서 상이한 저장 디바이스들에 걸쳐서 분포될 수 있다. 모듈들은 목표된 기능들을 수행하도록 동작가능한 에이전트들을 포함하여서 수동 또는 능동일 수 있다.

[0053] 본원에서 설명된 기술은 또한 컴퓨터 판독가능한 인스트럭션들, 데이터 구조들, 프로그램 모듈들, 또는 다른 데이터와 같은 정보를 저장하기 위한 임의의 기술로 구현되는, 휘발성 또는 비휘발성, 분리식 또는 비분리식 매체를 포함하는 컴퓨터 판독가능한 저장 매체 상에 저장될 수 있다. 컴퓨터 판독가능한 저장 매체는 다음으로 한정되지 않지만 RAM, ROM, EEPROM, 플래시 메모리 또는 다른 메모리 기술, CD-ROM, DVD(digital versatile disks) 또는 다른 광학 저장부, 자기 카세트, 자기 테이프, 자기 디스크 저장부 또는 다른 자기 저장 디바이스들 또는 목표된 정보 및 설명한 기술을 저장하는데 사용될 수 있는 임의의 다른 컴퓨터 저장 매체를 포함할 수 있다.

[0054] 본 명세서에서 기술된 디바이스들은 또한 디바이스들이 다른 디바이스들과 통신하게 하는 통신 접속부들 또는 네트워킹 장치 및 네트워킹 접속부들을 포함할 수 있다. 통신 접속부들은 통신 매체의 실례이다. 통신 매체는 통상적으로 컴퓨터 판독가능한 인스트럭션들, 데이터 구조들, 프로그램 모듈들 및 다른 데이터를 변조된 데이터 신호, 예를 들어서 반송파 또는 다른 전송 메카니즘으로 구현할 수 있으며 임의의 정보 전달 매체를 포함한다. "변조된 데이터 신호"는 그의 특성 세트 중 하나 이상이 신호로 정보를 인코딩하도록 하는 방식으로 변경된 신호를 의미한다. 예시적으로 그리고 비한정적으로, 통신 매체는 유선 네트워크 또는 직접-유선 접속부와 같은 유선 매체 및 음향, 무선 주파수, 적외선 및 다른 무선 매체와 같은 무선 매체를 포함한다. 본 명세서에서 사용된 용어 "컴퓨터 판독가능한 매체"는 통신 매체를 포함한다.

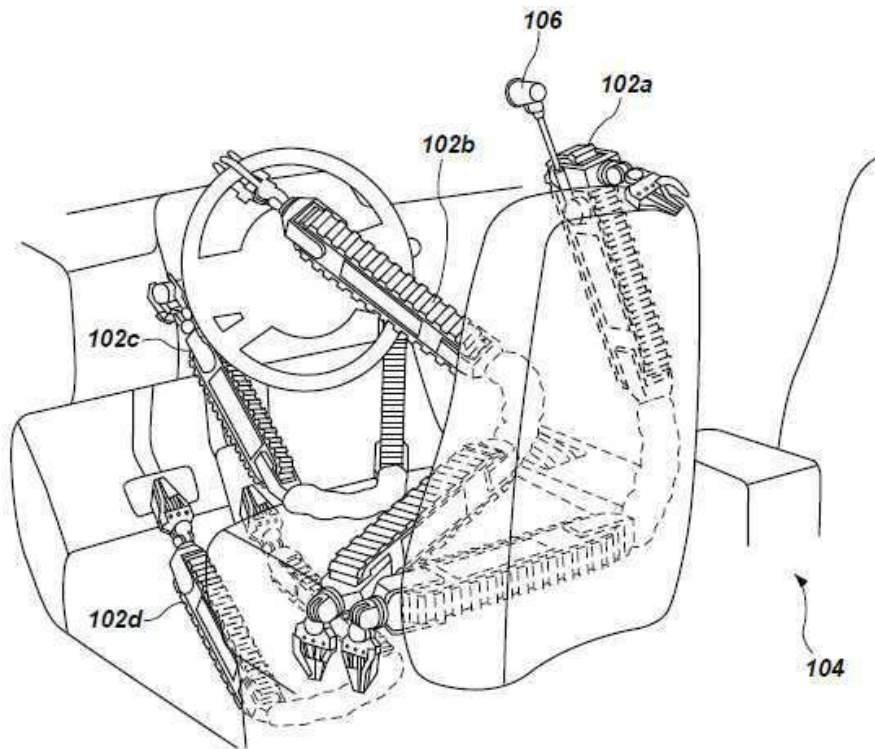
[0055] 도면들 및 특정 언어로 설명된 실례들이 동일한 바를 설명하기 위해서 본 명세서에서 참조되었다. 하지만, 본 기술의 범위는 이에 의해서 한정되는 것이 아님이 이해될 것이다. 본 명세서에서 예시된 특징들의 변경사항들 및 다른 수정사항들 및 본 명세서에서 예시된 실례들의 추가 애플리케이션들이 본 설명의 범위 내에 있는 것으로 간주되어야 한다.

[0056] 또한, 기술된 특징들, 구조들 및 특성들은 하나 이상의 실례들에서 임의의 적합한 방식으로 조합될 수 있다. 선행하는 설명에서, 다수의 특정 세부사항들, 예를 들어서 다양한 구성들의 실례들이 제공되어서 설명된 기술의 실례들의 철저한 이해를 제공하였다. 그러나, 본 기술은 이러한 특정 세부사항들 중 하나 이상 없이 또는 다른 방법들, 구성요소들, 디바이스들, 등에 의해서 구현될 수 있음이 이해될 것이다. 다른 실례들에서, 잘 알려진 구조들 또는 동작들은 본 기술의 측면들을 모호하게 하지 않도록 하기 위해서 세부적으로 도시 및 기술되지 않았다.

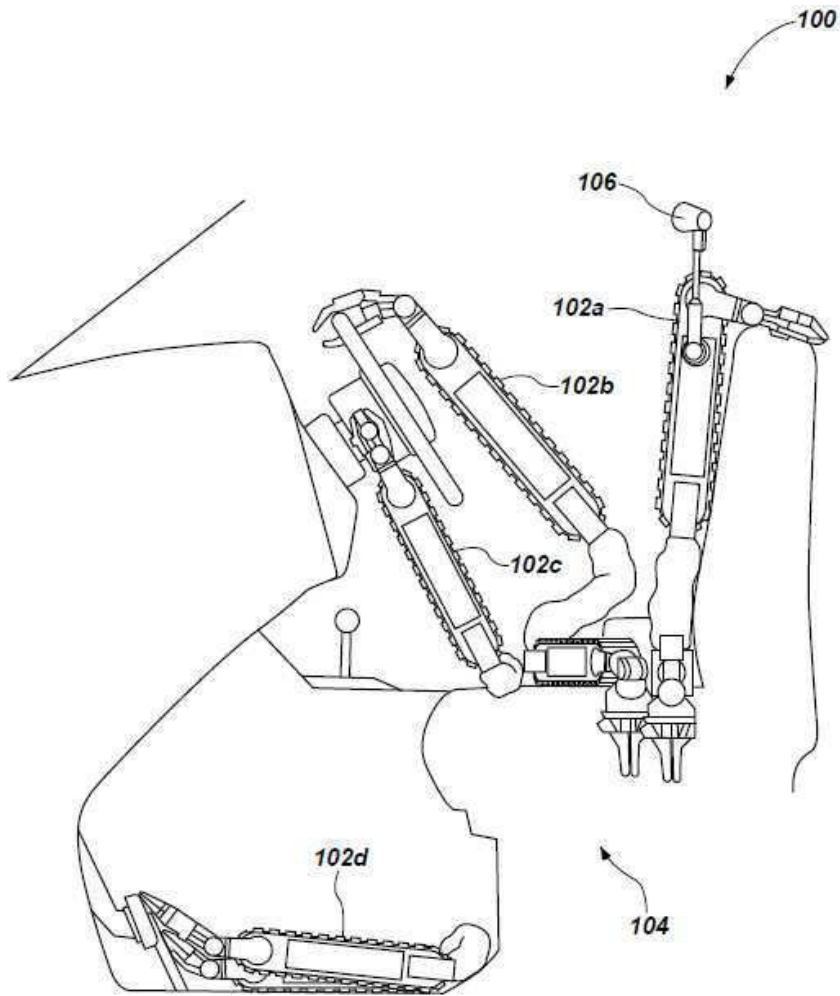
[0057] 논의 대상이 구조적 특징들 및/또는 동작들에 특정된 언어로 기술되었지만, 청구항들에서 규정된 청구 대상은 반드시 이러한 상술된 특정 특징들 및 동작들로 한정되는 것이 아님이 이해되어야 한다. 이보다는, 상술된 특정 특징들 및 동작들은 청구항들을 구현하는 예시적인 형태로서 개시된다. 다수의 수정사항 및 대안 구성들이 설명된 기술의 사상 및 범위 내에서 고안될 수 있다.

도면

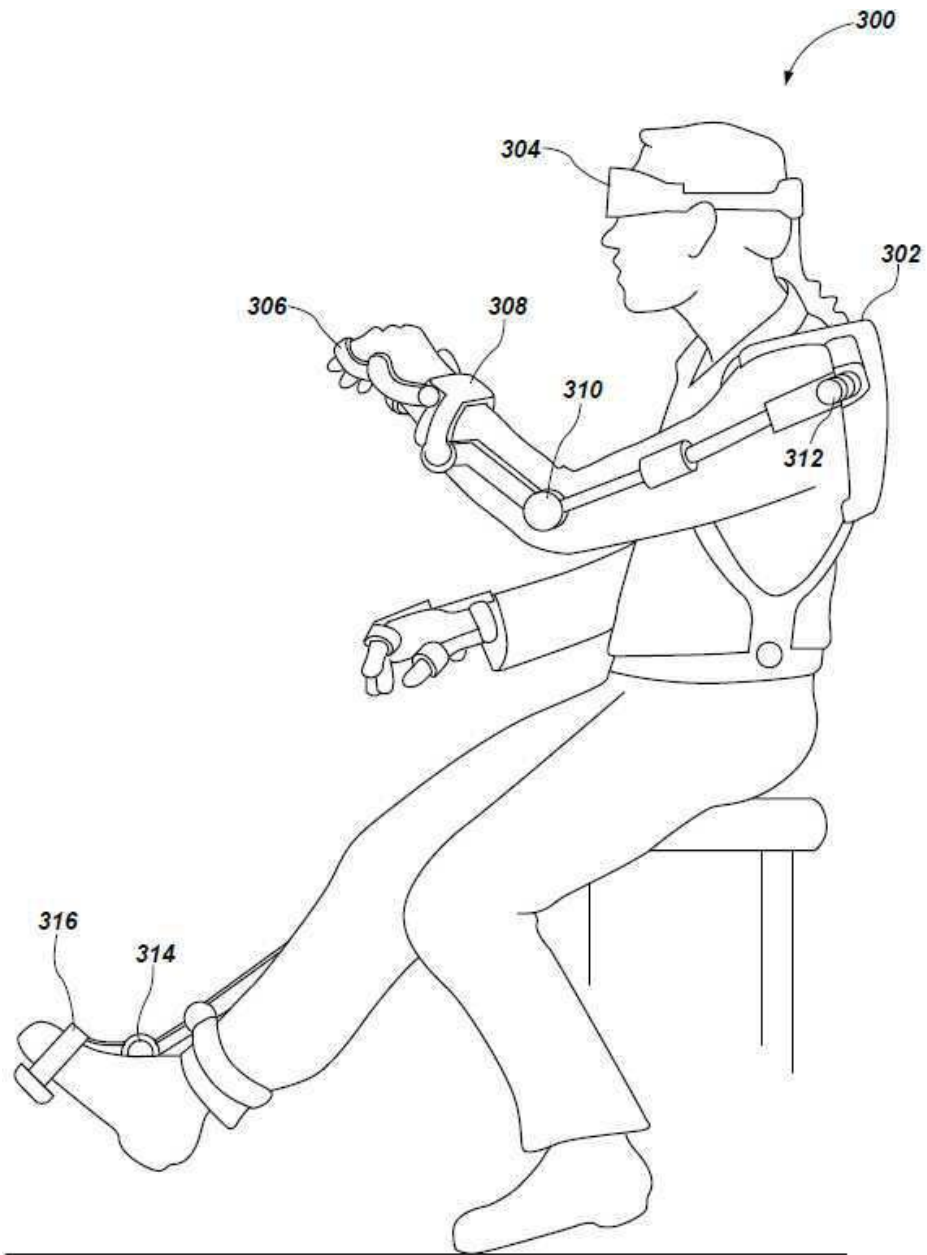
도면1



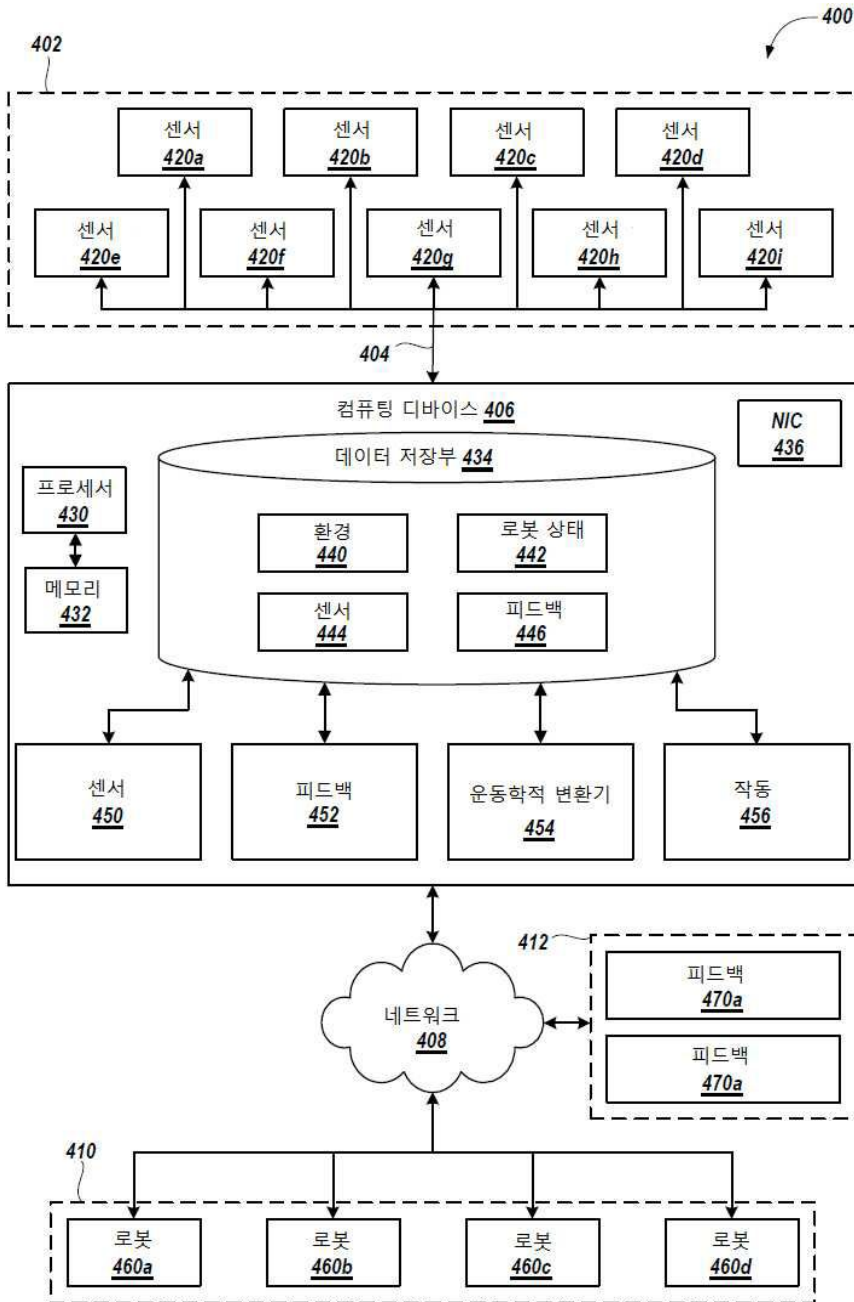
도면2



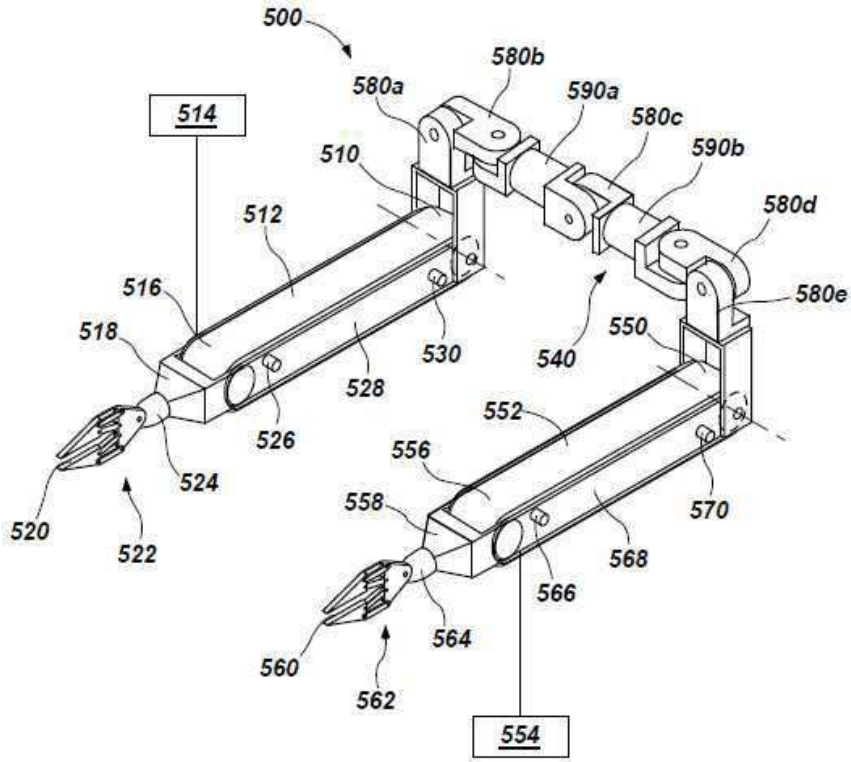
도면3



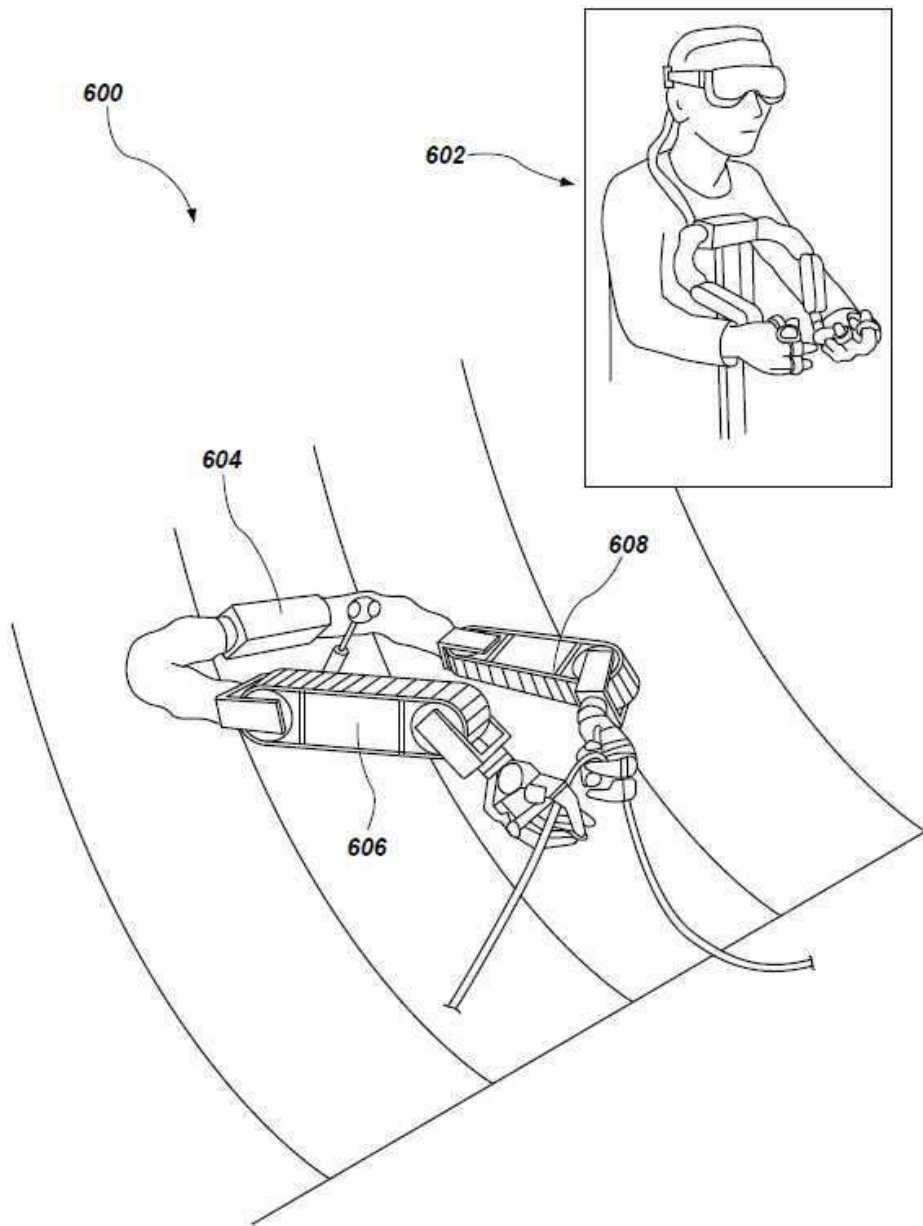
도면4



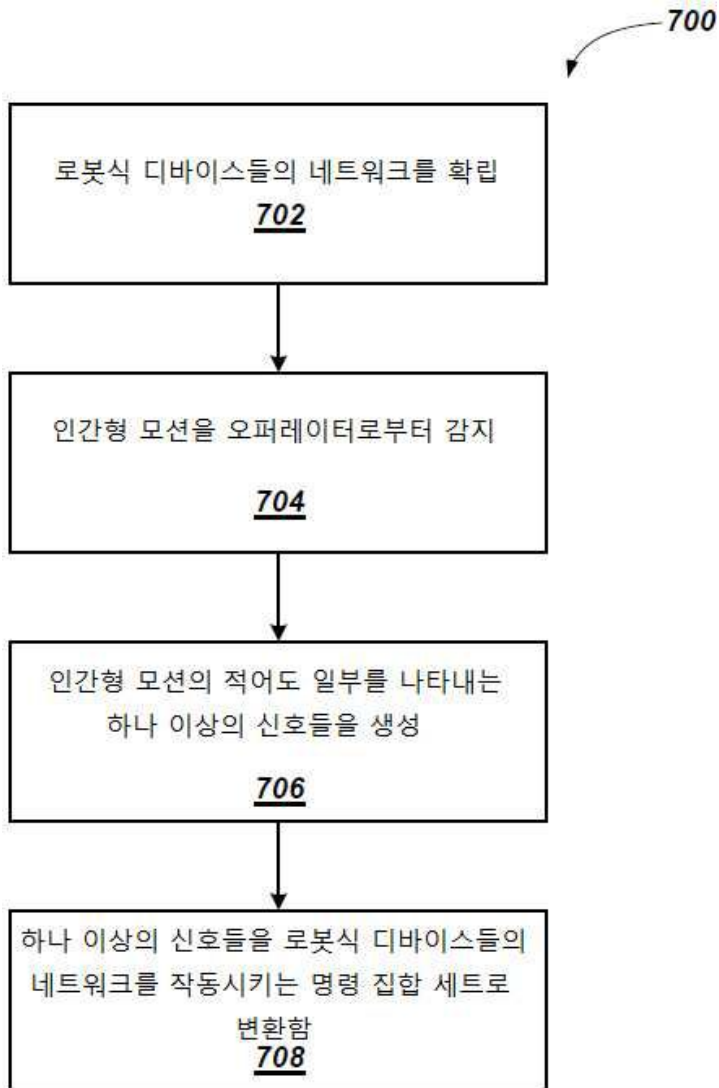
도면5



도면6



도면7



도면8

