(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월11일
(11) 등록번호 10-2200684
(24) 등록일자 2021년01월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 5/00 (2006.01) *B25J 9/06* (2006.01)
B62D 55/06 (2006.01) *B62D 55/065* (2006.01)
B62D 55/07 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B25J 5/005 (2013.01)
B25J 9/065 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7028973(분할)
(22) 출원일자(국제) 2013년10월31일
심사청구일자 2019년10월02일
(85) 번역문제출일자 2019년10월02일
(65) 공개번호 10-2019-0116547
(43) 공개일자 2019년10월14일
(62) 원출원 특허 10-2015-7009809
원출원일자(국제) 2013년10월31일
심사청구일자 2017년07월19일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/067840
(87) 국제공개번호 WO 2014/120307
국제공개일자 2014년08월07일
(30) 우선권주장
13/665,669 2012년10월31일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2012056001 A*
KR1020060131167 A*
WO2012125903 A2*
KR1020120129230 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

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

전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 이성수

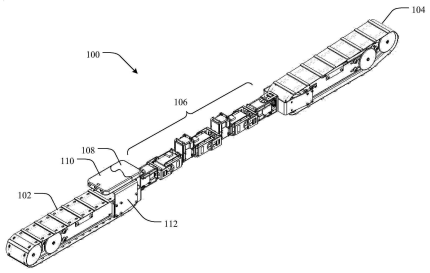
(54) 발명의 명칭 **뱀형 로봇 크롤러**

(57) 요 약

비전용 스마트 제어 시스템(108)을 갖는 로봇 크롤러(100)가 개시된다. 이러한 크롤러는 제 1 구동 서브시스템(102), 제 2 구동 서브시스템 (104), 제 1 구동 서브시스템 및 제 2 구동 서브시스템을 연결하는 다자유도 링키지 서브시스템(106), 및 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 및 링키지 서브시스템 중 하나에 대해 탈

(뒷면에 계속)

대 표 도



착 가능하게 지원되는 스마트 제어 장치를 포함할 수 있다. 스마트 제어 장치는 로봇 크롤러에 연결되면 로봇 크롤러 내 동작 기능을 개시 및 제어하도록 구성된다. 상기 크롤러는 스마트 제어 장치와 밤형 로봇 크롤러 사이에 기능적으로 연결된 통신 서브시스템(702, 802)을 더 포함할 수 있으며, 상기 통신 서브시스템은 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 및 링키지 서브시스템 중 적어도 하나에 대한 스마트 제어 장치에 의한 제어를 촉진시킨다.

(52) CPC특허분류
B62D 55/06 (2013.01)
B62D 55/0655 (2013.01)
B62D 55/07 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

뱀형 로봇 크롤러(serpentine robotic crawler)로서,

제 1 구동 서브시스템(102),

제 2 구동 서브시스템(104),

제 1 구동 서브시스템과 제 2 구동 서브시스템을 연결하는 다자유도 링키지 서브시스템(106),

제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템 또는 링키지 서브시스템 중 하나에 대해 탈착 가능하게 지지되는 비전용(non-dedicated) 자립형(self-contained) 스마트 제어 장치(108) - 상기 스마트 제어 장치는, 전용이고 통합적 제어 및 프로세싱 시스템을 필요로 하지 않으면서, 상기 로봇 크롤러(100)의 로직 프로세싱, 명령어 실행 또는 데이터 프로세싱 중 적어도 하나를 포함하는 동작 기능을 개시 및 제어함에 의해 고수준 명령어를 실행하기 위한 스마트 기능을 제공하며, 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 및 링키지 서브시스템 중 하나에 대해 지지되는 장착부(110)가 상기 비전용(non-dedicated) 자립형(self-contained) 스마트 제어 장치(108)를 수용하고 탈착 가능하게 지지하도록 동작 가능함 - , 및

스마트 제어 장치(108)와 뱀형 로봇 크롤러(100) 사이에 기능적으로 연결된 통신 서브시스템(702) - 상기 통신 서브시스템은, 전용이고 통합적 제어 및 프로세싱 시스템 없이, 상기 스마트 제어 장치에 의해 제1 구동 서브시스템, 제2 구동 서브시스템, 또는 링키지 서브시스템 중 적어도 하나의 제어를 촉진시킴 -

을 포함하는, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 스마트 제어 장치는 셀룰러 장치, 무선 네트워크 장치, 블루투스 장치, 및 이들의 조합으로 구성된 군 중에서 선택된 것인, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 스마트 제어 장치는 스마트 폰(smart phone)인, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 스마트 제어 장치는 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 및 링키지 서브시스템을 독립적으로 제어하도록 동작하는, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 통신 서브시스템은 전기 연결, 광학 연결, 무선 연결, 블루투스 연결, 또는 이들의 조합으로 구성된 군 중에서 선택된 통신 매체를 포함하는, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 스마트 제어 장치는, 뱀형 로봇 크롤러로의 무선 통신, 크롤러 외부의 무선 통신, GPS 데이터, 가속도계 데이터, 진동 검출, 사용자 인터페이스, 카메라 기능, 비디오 기능, 오디오 입력, 오디오 출력, 센서 프로세싱, 내비게이션, 제어, 또는 이들의 조합으로 구성된 군 중에서 선택된 기능 또는 정보를 뱀형 로봇 크롤러로 제공하는, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 스마트 제어 장치는 집적 디지털 카메라를 더 포함하는, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 디지털 카메라에 광학적으로 연결된 렌즈를 더 포함하고, 상기 렌즈는 디지털 카메라의 초점 축 방향을 휘게 하도록 동작하는, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 렌즈가 회전 동작되어서, 디지털 카메라의 초점 축 방향이 회전될 수 있도록 하는, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 스마트 제어 장치는 제 1 구동 서브시스템 및 제 2 구동 서브시스템 중 하나에 대해 지지되는, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 뱀형 로봇 크롤러에 연결된 적어도 하나의 외부 데이터 수집 장치를 더 포함하는, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 12

제11항에 있어서, 적어도 하나의 외부 데이터 수집 장치는 통신 서브시스템을 통해 상기 스마트 제어 장치와 인터페이싱하도록 동작하는, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 13

뱀형 로봇 크롤러로서,

제 1 구동 서브시스템(102),

제 2 구동 서브시스템(104),

제 1 구동 서브시스템과 제 2 구동 서브시스템을 연결하는 다자유도 링키지 서브시스템(106),

제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 및 링키지 서브시스템 중 하나에 대해 지지되는 장착부(110) - 상기 장착부는, 전용이고 통합적 제어 및 프로세싱 시스템을 필요로 하지 않으면서, 상기 로봇 크롤러의 로직 프로세싱, 명령어 실행 또는 데이터 프로세싱 중 적어도 하나를 포함하는 동작 기능을 개시 및 제어함에 의해 고수준 명령을 실행하기 위한 스마트 기능을 제공하는 비전용(non-dedicated) 자립형(self-contained) 스마트 제어 장치(108)를 수용하고 탈착 가능하게 지지하도록 동작 가능함 - , 및

연결되면 뱀형 로봇 크롤러와 스마트 제어 장치 사이에 기능적으로 연결되는 통신 서브시스템(702) - 상기 통신 서브시스템은, 전용이고 통합적 제어 및 프로세싱 시스템 없이, 상기 스마트 제어 장치에 의해 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 및 링키지 서브시스템 중 적어도 하나의 제어를 촉진시킴 -

을 포함하는, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 장착부는 스마트 제어 장치와 인터페이싱하도록 구성되고, 상기 스마트 제어 장치는, 셀룰러 장치, 무선 네트워크 장치, 블루투스 장치, 및 이들의 조합으로 구성된 군 중에서 선택되는, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 장착부는 스마트 폰과 인터페이싱하도록 구성되는, 뱀형 로봇 크롤러.

청구항 16

뱀형 로봇 크롤러 시스템(serpentine robotic crawler system)으로서,

청구항 제1항에 따르는 뱀형 로봇 크롤러,

뱀형 로봇 크롤러의 스마트 제어 장치와 무선 통신하도록 동작하는 스마트 제어 통신 장치

를 포함하는, 뱀형 로봇 크롤러 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 무선 통신은 뱀형 로봇 크롤러의 스마트 제어 장치로 제어 명령을 전송하는 것을 포함하는, 뱀형 로봇 크롤러 시스템.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 무선 통신은 뱀형 로봇 크롤러의 스마트 제어 장치로부터의 통신 신호를 수신하는 것을 포함하는, 뱀형 로봇 크롤러 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 통신 신호는 위치 데이터, 가속도 데이터, 외부 센서 데이터, 진단 데이터, 비디오 데이터 및 오디오 데이터 중 적어도 하나를 포함할 수 있는, 뱀형 로봇 크롤러 시스템.

청구항 20

제16항에 있어서, 상기 스마트 제어 통신 장치 및 상기 뱀형 로봇 크롤러의 스마트 제어 장치는 셀룰러 네트워크를 통해 통신하도록 동작하는, 뱀형 로봇 크롤러 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 로봇공학이 활발한 연구 분야이며, 여러 가지 유형의 로봇 차량(robotic vehicle)이 다양한 작업을 위해 개발되었다.

배 경 기 술

[0002] 예를 들어, 군사용 공중 정찰에서 무인항공기(unmanned aerial vehicle)가 꽤 성공적이었다. 그러나 무인 지상 차량은 덜 성공적이었는데, 부분적으로 그 이유는 공중 환경보다 지상 환경에서 이동하기 상당히 더 어렵기 때문이다.

[0003] 무인 지상 차량은 기동성을 얻고자 할 때 많은 난제에 직면한다. 지형이 가령, 단단하지 않은 물질, 장애물, 초목, 작은 폭 또는 높이의 구덩이 등으로 광범위하게 변할 수 있다. 한 환경에서 동작하도록 최적화된 차량이 다른 환경에서는 형편없이 동작할 수 있다.

[0004] 또한 차량의 크기와 연관되는 상반관계가 존재한다. 대형 차량이 일부 장애물, 가령, 계단, 구덩이, 틈새 등을 더 잘 핸들링할 수 있다. 한편, 대형 차량은 쉽게 좁은 통로를 항행하거나 파이프 내부에서 포복할 수 없으며, 초목에 의해 더 쉽게 저지될 수 있다. 또한 대형 차량은 더 쉽게 눈에 띄는 경향이 있으며 따라서 예를 들어 개별 정찰 경우에서 덜 바람직할 수 있다. 이와 달리, 소형 차량은 더 개별적이지만 장애물 극복이 더 큰 항행 난제가 된다.

[0005] 다양한 기동성 구성이 어려운 지형을 횡단하도록 적합화되었다. 이들 옵션은 레그(leg), 바퀴, 및 트랙을 포함한다. 보행 로봇은 기민할 수 있지만, 이동하고 안정성을 얻기 위해 복잡한 제어 메커니즘을 사용할 수 있다. 바퀴형 차량은 높은 기동성을 제공할 수 있지만, 낮은 견인력을 제공하고 안정성을 얻기 위한 폭을 필요로 할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 기술 실시예의 초기 개요가 이하에서 제공되며 구체적인 기술 실시예가 그 이하에서 더 상세히 기재된다. 이러한 초기 개요는 독자가 기술을 더 빨리 이해하도록 돕기 위해 의도된 것이며 기술의 핵심 특징 또는 본질적 특징을 식별하려는 것도 아니며 본 발명의 사상을 제한하려는 것도 아니다.

[0007] 다양한 로봇 장치(robotic device)가 알려져 있고 종래에는 로봇 장치뿐 아니라 다양한 내부 및 외부 센서를 제

어하기 위한 전용 온보드 제어 시스템을 갖도록 구성되었다. 이러한 전용 제어 시스템은 복잡하고, 고비용이며, 시스템의 개조가 희망되는 경우 재구성하기 어려울 수 있다. 예를 들어, 외부 센서를 추가하는 것이 전용 제어 시스템의 재구성을 필요로 할 수 있다. 연관될 수 있고 높은 정도의 커스텀화를 가능하게 하는 비전용(non-dedicated) 스마트 제어 장치를 포함하는 로봇 장치 및 로봇 시스템이 개시된다. 본 발명의 많은 부분에서 뱀형 로봇 크롤러(serpentine robotic crawler)를 개시하지만, 본 발명의 범위는 임의의 유형의 로봇 시스템 또는 장치를 포함함이 자명하다.

과제의 해결 수단

[0008] 일부 실시예에서, 예를 들어, 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 및 상기 제 1 구동 서브시스템과 상기 제 2 구동 서브시스템을 연결하는 다자유도(multi-degree of freedom) 링키지 서브시스템(linkage subsystem)을 갖는 뱀형 로봇 크롤러가 개시된다. 비전용 스마트 제어 장치가 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 링키지 서브시스템 중 하나를 중심으로 지지(가령, 탈착 가능하게 지지)될 수 있으며, 여기서 스마트 제어 장치가 로봇 크롤러에 연결되면 상기 로봇 크롤러 내에 동작 기능을 개시 및 제어하도록 구성된다. 통신 서브시스템이 스마트 제어 장치와 뱀형 로봇 크롤러 사이에 기능적으로 연결될 수 있으며, 여기서 통신 서브시스템은 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 및 링키지 서브시스템 중 적어도 하나의 스마트 제어 장치에 의한 제어를 촉진시키도록 동작한다.

[0009] 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 상기 제 1 구동 서브시스템과 제 2 구동 서브시스템을 연결하는 다자유도 링키지 서브시스템, 및 상기 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 및 링키지 서브시스템 중 하나에 대해 지지되는 장착부(mount)를 포함하는 뱀형 로봇 크롤러의 그 밖의 다른 예시적 실시예가 개시된다. 상기 장착부는 로봇 크롤러에 연결되면 로봇 크롤러 내 동작 기능을 개시 및 제어하도록 구성된 비전용 스마트 제어 장치를 수용 및 지지(가령, 탈착 가능하게 지지)되도록 구성된다. 로봇 크롤러와 스마트 제어 장치는 서로 연결되면 기능적으로 연결될 수 있도록 통신 서브시스템이 뱀형 로봇 크롤러와 장착부 사이에 기능적으로 연결될 수 있다. 통신 서브시스템은 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 및 링키지 서브시스템 중 적어도 하나에 대한 (연결되면) 스마트 제어 장치에 의한 제어를 촉진시킨다.

[0010] 뱀형 로봇 크롤러 시스템의 추가 예시적 실시예가 개시되며, 예를 들어, 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 및 제 1 구동 서브시스템과 제 2 구동 서브시스템을 연결하는 다자유도 링키지 서브시스템을 갖는 뱀형 로봇 크롤러가 개시된다. 비전용, 스마트 제어 장치가 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 및 링키지 서브시스템 중 하나 구변에서 탈착 가능하게 지지될 수 있으며, 여기서 상기 스마트 제어 장치는 로봇 크롤러에 연결되면 상기 로봇 크롤러 내의 동작 기능을 개시 및 제어하도록 구성된다. 통신 서브시스템은 스마트 제어 장치와 뱀형 로봇 크롤러 사이에 기능적으로 연결될 수 있으며, 여기서 통신 서브시스템은 제 1 구동 서브시스템, 제 2 구동 서브시스템, 및 링키지 서브시스템 중 적어도 하나에 대한 스마트 제어 장치에 의한 제어를 촉진하도록 동작한다. 상기 시스템은 뱀형 로봇 크롤러의 스마트 제어 장치와 무선으로 통신 가능한 스마트 제어 통신 장치를 더 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 시스템은 무선 통신 매체, 가령, 셀룰러 네트워크를 더 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 본 발명의 특징 및 이점이 예를 들어 본 발명의 특징들을 함께 설명하는 첨부된 도면과 관련하여 이해되는 상세한 설명으로부터 자명해질 것이다.

도 1은 본 발명의 하나의 예시에 따르는 로봇 크롤러의 예시적 도시이다.

도 2는 본 발명의 하나의 예시에 따르는 도 1의 로봇 크롤러의 측방도이다.

도 3은 본 발명의 또 다른 예시에 따르는 로봇 크롤러의 예시적 도시이다.

도 4는 본 발명의 또 다른 예시에 따르는 로봇 크롤러에서의 구동 서브시스템의 예시적 도시이다.

도 5는 도 4는 구동 서브시스템을 통한 단면도이다.

도 6은 도 4의 구동 서브시스템의 단면도이다.

도 7a-b는 본 발명의 또 다른 예시에 따르는 통신 서브시스템 구성의 예시적 개략도이다.

도 8은 본 발명의 또 다른 예시에 따르는 원격 사용자에 의해 제어 가능한 로봇 크롤러 시스템의 예시적 개략도

이다.

도 9는 본 발명의 또 다른 예시에 따르는 로봇 크롤러로부터의 구동 서브시스템의 예시적 도시이다.

도시된 예시적 실시예가 참조될 것이며, 이를 기술하기 위해 본 명세서에서 구체적 언어가 사용될 것이다. 그럼에도, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아님을 이해해야 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 뱀형 로봇 크롤러의 한 가지 예시적 실시예가 도 1 및 2에 도시된다. 상기 뱀형 로봇 크롤러(100)는 제 1 구동 서브시스템(102) 및 제 2 구동 서브시스템(104)을 포함할 수 있다. 다자유도 링키지 서브시스템(106)이 제 1 구동 서브시스템(102)과 제 2 구동 서브시스템(104) 사이에 연결될 수 있다. 비전용, 스마트 제어 장치(108)가 제 1 구동 서브시스템(102), 제 2 구동 서브시스템(104), 및 링키지 서브시스템(106) 중 하나에 대해 탈착 가능하게 지지될 수 있으며, 이 경우, 스마트 제어 장치(108)는 제 1 구동 서브시스템(102)에 대해 지지된다. 상기 스마트 제어 장치(108)는 유용한 연결 기법, 가령, 물리적 장착부(110)에 의해 뱀형 로봇 크롤러(100)로 연결될 수 있다. 상기 물리적 장착부(110)는 다양한 방식으로 로봇 크롤러로 연결될 수 있으며, 상기 다양한 방식 모두 본 발명의 범위 내에 포함되거나 고려된다. 도 1 및 2는 물리적 장착부(110)와 제 1 구동 서브시스템(102) 사이에 연결된 장착 브라켓(112)의 하나의 예시를 도시한다. 상기 물리적 장착부(110)는 이의 구성에 따라 추가 기능, 가령, 보호 케이스, 충격 흡수 등을 제공할 수 있다. 덧붙여, 제 1 구동 서브시스템(102)에 연결되는 것처럼 보이지만, 스마트 제어 장치(108)는 로봇 크롤러 상의 임의의 곳, 가령, 제 2 구동 서브시스템(104) 또는 링키지 서브시스템(106)으로 연결될 수 있다. 통신 서브시스템(도 7a 참조)이 스마트 제어 장치(108)와 뱀형 로봇 크롤러(100) 사이에 기능적으로 연결되어, 제 1 구동 서브시스템(102), 제 2 구동 서브시스템(104), 및 링키지 서브시스템(106) 중 적어도 하나에 대한 스마트 제어 장치(108)에 의한 제어를 촉진시킬 수 있다. 따라서 물리적 장착부(110)의 설계가 스마트 제어 장치와 로봇 크롤러 사이의 통신 매체에 따라 달라질 수 있다. 일부 양태에서, 물리적 장착부(110)가 주로 물리적 지지 구조물일 수 있다. 이는 스마트 제어 장치(108)와 로봇 크롤러 간 무선 통신의 경우에 해당할 수 있다. 다른 양태에서, 물리적 장착부(110)가 스마트 제어 장치(108)와 인터페이싱하기 위한 물리적 통신 연결기, 가령, 핀고정된 연결 또는 그 밖의 다른 유형의 물리적 연결기를 포함하거나 지지할 수 있다. 이는 스마트 제어 장치(108)와 로봇 크롤러 간 유선 통신의 경우에 해당할 수 있다.

[0013] 또 다른 예시적 실시예에서, 도 3에 도시된 바와 같이, 뱀형 로봇 크롤러(300)가 제 1 구동 서브시스템(302) 및 제 2 구동 서브시스템(304)을 포함할 수 있다. 다자유도 링키지 서브시스템(306)은 제 1 구동 서브시스템(302)과 제 2 구동 서브시스템(304) 사이에 연결될 수 있다. 장착부(310)는 제 1 구동 서브시스템(302), 제 2 구동 서브시스템(304), 및 링키지 서브시스템(306) 중 적어도 하나에 대해 지지될 수 있다. 장착부(310)는 로봇 크롤러(300)에 연결되면 상기 로봇 크롤러(300) 내 동작 기능을 개시 및 제어하도록 구성된 비전용 스마트 제어 장치(108, 도 1)를 수용하고 탈착가능하게 지지하도록 구성될 수 있다. 로봇 크롤러와 스마트 제어 장치가 결합되면 기능적으로 연결되도록, 통신 서브시스템(도 7a 참조)이 뱀형 로봇 크롤러(300)와 장착부(310) 사이에 기능적으로 연결될 수 있다. 통신 서브시스템은 제 1 구동 서브시스템(302), 제 2 구동 서브시스템(304), 및 링키지 서브시스템(306) 중 적어도 하나에 대한 (연결되면) 스마트 제어 장치에 의한 제어를 촉진시킨다.

[0014] 다양한 제 1 구동 서브시스템 및 제 2 구동 서브시스템이 고려되며 임의의 유용한 구동 수단이 본 발명의 범위 내에 있는 것으로 고려된다. 덧붙여, 제 1 구동 서브시스템이 제 2 구동 서브시스템과 동일한 구동 수단을 이용하거나, 제 1 구동 서브시스템이 제 2 구동 서브시스템과 상이한 구동 수단을 이용할 수 있음이 또한 자명하다. 구동 수단의 비-제한적 예시는 트랙, 바퀴, 협착부 중심의 움직임 장치, 프로펠러 등을 포함할 수 있다. 하나의 구체적 실시예에서, 제 1 구동 서브시스템 및 제 2 구동 서브시스템이 지지 프레임을 중심으로 이동 가능한 연속 트랙(continuous track)일 수 있다.

[0015] 기재된 바와 같이, 뱀형 로봇 크롤러가 다자유도 링키지를 갖는 링키지 서브시스템을 포함할 수 있다. 이러한 장치의 하나의 예시적 실시예가 도 1-3에 나타난다. 예를 들어 도 3에 제 1 구동 서브시스템(302), 제 2 구동 서브시스템(304), 및 다자유도 링키지를 갖는 링키지 서브시스템(306)이 도시된다. 따라서 링키지 서브시스템(306)이 제 1 구동 서브시스템 및 제 2 구동 서브시스템(302, 304)이 함께 탠덤(tandem)으로 연결된다. 따라서 링키지 서브시스템(306)은 휘거나 회전되어, 제 1 구동 서브시스템 및 제 2 구동 서브시스템(302, 304)이 서로에 대해 배향되는 방향을 변경할 수 있다. 따라서 로봇 크롤러는 운동 전에 또는 운동 중에 구동 서브시스템들 중 어느 하나의 방향을 변경함으로써 조종될 수 있다.

[0016] 본 명세서에 기재된 링키지 서브시스템의 관절 및/또는 링키지가 임의의 조합으로 발동되거나 수동일 수 있다.

하나의 양태에서, 가령, 조정 가능한 패스너(adjustable fastener)를 포함시킴으로써, 수동 관절 또는 링키지가 선택적 고정 위치로 조작되거나 이동되어 그 위치에 고정될 수 있다. 또 다른 양태에서, 수동 관절 또는 링키지가 관절 또는 링키지의 다양한 양태(가령, 운동과 관련된 것들)를 제어하기 위해 완충재(dampener) 및/또는 스프링을 포함할 수 있다.

[0017] 링키지 서브시스템과 관련해, 뱀형 로봇 크롤러의 실시예에 대해 그 밖의 다른 다양한 구성이 또한 가능하다. 일반적으로, 링키지 서브시스템은 약 9개의 서로 다른 축을 중심으로 하는 모션(그러나 때때로 이들 축 중 일부가 서로 정렬될 수 있음)을 제공하는 최대 9개의 작동되는 관절을 포함할 수 있다. 이들 관절은 단축, 2-축, 또는 3-축 관절일 수 있다. 하나의 예시적 실시예에서, 링키지 암이 9 자유도를 포함할 수 있고, 다음 중 임의의 것들의 직렬 연결된 조합을 포함할 수 있다:

[0018] · 9개의 단축 관절

[0019] · 5개의 단축 관절 및 2개의 2-축 관절

[0020] · 3개의 단축 관절 및 2개의 3-축 관절

[0021] · 2개의 단축 관절, 2개의 2-축 관절 및 하나의 3-축 관절

[0022] 예를 들어, 링키지 암이 7개의 단축 굽힘 관절과 2개의 단축 회전 관절의 직렬 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 6개의 굽힘 관절이 링키지의 중앙에 위치하는 하나의 7번째 굽힘 관절을 중심으로 대칭적으로 배치될 수 있으며, 이때 중앙부의 양 측부 상에 굽힘 관절이 3개씩 배치된다. 또한 회전 관절도 중앙부를 중심으로 대칭적으로 배치될 수 있다. 가령, 회전 관절은 (중앙에 위치하는) 7번째 굽힘 관절에 인접하여 위치하거나, 대칭적으로 배치된 굽힘 관절들 사이에 위치하거나 프레임에 인접하여 위치할 수 있다.

[0023] 물론, 그 밖의 다른 링키지 서브시스템, 가령, 1 내지 9 자유도 또는 심지어 9를 초과하는 추가 자유도를 촉진하는 링키지 서브시스템이 본 명세서에서 가능하고 고려된다.

[0024] 또는, 직렬 연결된 2개의 단축 관절과 동일한 자유도를 제공하는 2-축 관절 또는 직렬 연결된 3개의 단축 관절과 동일한 자유도를 제공하는 3-축 관절이 또한 사용될 수 있다. 예를 들어, 2-축 관절이 2개의 축에서의 굽힘을 제공한다. 이들 축은, 반드시 그런 것은 아니지만, 직교할 수 있다. 예를 들어, 3-축 관절이 2개의 횡축에서의 굽힘과 세 번째 종축을 중심으로 하는 회전을 제공할 수 있다.

[0025] 관절이 굽힘 또는 회전 운동을 제공하는 회전형 관절로 한정되는 것은 아니다. 병진운동을 제공하는 각기둥형 관절이 역시 포함될 수 있다. 관절은 예를 들어 편심 움직임(eccentric motion)을 제공하도록 회전형 특징부 및 각기둥형 특징부 모두를 포함할 수 있다.

[0026] 하나의 실시예에서, 제 1 구동 서브시스템 및 제 2 구동 서브시스템 중 적어도 하나는 링키지 서브시스템의 다양한 구성요소의 회전, 굽힘, 및/또는 이동을 촉진시키기 위한 구동부(drive)를 포함할 수 있다. 마찬가지로, 적어도 하나의 구동부가 구동 서브시스템들 중 적어도 하나의 운동을 촉진시키도록 활용될 수 있다. 일부 양태에서, 구동 서브시스템들 중 적어도 하나를 발동시키는 구동부가 또한 링키지 서브시스템의 전체 또는 일부분을 발동시킬 수 있다. 다시 말하면, 구동 서브시스템의 운동을 야기하는 구동부가 역시 링키지 서브시스템의 연관된 부품의 운동까지 야기할 수 있다. 또 다른 양태에서, 링키지 서브시스템의 구성요소의 회전, 굽힘 및/또는 이동을 촉진시키는 구동부는 전용 구동부일 수 있다. 해당 분야의 통상의 기술자라면 다양한 유형의 구동부 및 구동 전력을 구동 서브시스템 또는 링키지 서브시스템으로 인가하기 위한 결합 기법이 사용될 수 있음을 알 것이다.

[0027] 구동 서브시스템, 링키지 서브시스템, 및 로봇 크롤러와 관련된 추가 세부사항이 2012년 05월 25일에 출원된 미국 특허 출원 번호 13/481,631에서 발견될 수 있으며, 이 미국 특허 출원 번호는 본 명세서에 참조로서 포함된다.

[0028] 도 4-6으로 다시 참조하면, 장착부(406) 내에 위치하는 스마트 제어 장치(404)를 갖는 구동 서브시스템(402)이 도시된다. 기재된 바와 같이, 임의의 알려진 수단에 의해, 장착부(406)가 구동 서브 시스템(402)에 연결될 수 있다. 도 4-6에 도시된 실시예에서, 장착부(406)는 장착 브라켓(408)을 통해 구동 서브시스템(402)에 연결된다. 장착 브라켓(408)은 구동 서브시스템(402)에 직접 연결될 수 있거나, 장착 브라켓(408)은 중간 부재(intermediate member)를 통해 연결될 수 있다. 도 4-6에 도시된 실시예에서, 예를 들어, 장착 브라켓(408)은 링키지 브라켓(410)에 연결될 수 있다. 상기 링키지 브라켓(410)은 구동 서브시스템(402)을 링키지 서브시스템(도시되지 않음)에 링크하도록 사용된다. 그러나 장착 브라켓(408)은 그 밖의 다른 수단에 의해, 직접적으로 또

는 간접적으로 구동 서브시스템에 링크될 수 있다.

[0029] 도 5는 도 4의 구동 서브시스템(402)의 단면도 A-A를 도시한다(여기서 도 6은 구동 서브시스템(402)의 후면 또는 후방에서 본 도면이다). 도 5 및 6을 참조하면, 이 특정 실시예에서, 장착 브라켓(408)은 장착부(406) 및 스마트 제어 장치(404)를 지지하는 U자형 구조물이다. 장착 브라켓(408)은 링키지 브라켓(410)에 장착되며, 상기 링키지 브라켓은 구동 서브시스템(402)의 지지 프레임(412)에 연결되는 것으로 도시된다. 이 실시예에서 상기 장착부(406)는 너트(nut)(414)에 의해 장착 브라켓에 연결된다. 따라서 장착부(406)로부터의 나사산 연결이 장착 브라켓(408) 내 구멍을 통과하여 너트(414)와 체결될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 나비나사(thumbscrew)가 장착 브라켓(408) 내 구멍을 통과하여 장착부(406) 내 나사산 연결 내로 통과될 수 있다. 또한 본 발명의 범위 내에서, 장착부, 장착 브라켓, 구동 서브시스템 간 연결은 설계와 선호에 따라 달라질 수 있음을 이해할 것이다.

[0030] 일부 실시예에서, 광학 감지 및 시각적 입력을 로봇 크롤러에 제공하기 위해, 내장형 카메라(가령, 디지털 카메라)를 갖는 스마트 제어 장치가 사용될 수 있다. 로봇 제어기에 대해 스마트 제어 장치를 이동시키고 따라서 카메라를 이동시켜, 시스템의 시각화 영역을 확장시키는 것이 가능하다. 카메라의 위치 및 배향에 따라, 로봇이 사용 중일 때 스마트 제어 장치의 이러한 이동은 위험할 수 있다. 예를 들어, 스마트 제어 장치가 스마트 폰(smart phone)인 경우, 상기 카메라는 폰의 평면 배향에 수직인 초점 축(focal axis)을 갖고 위치할 가능성이 높다. 카메라의 초점 축이 로봇 크롤러의 바디 축(body axis)에 평행하도록 폰을 회전시킴으로써, 폰의 평면 배향이 로봇 크롤러의 바디 축에 수직이 되고 로봇 크롤러의 단면이 적어도 폰의 폭 또는 길이만큼 증가된다. 이 단면의 증가는 일부 사용 시 문제가 되지 않을 수 있지만, 로봇이 횡단할 수 있는 구덩이의 크기를 제한할 수 있다.

[0031] 일부 실시예에서, 디지털 카메라 또는 그 밖의 다른 임의의 유형의 카메라일 수 있는 카메라의 초점 축이 스마트 제어 장치를 이동시키기 않고 재배향될 수 있다. 도 4-6에서 도시된 바와 같이, 프리즘(416) 또는 그 밖의 다른 광 재배향 렌즈가 카메라 서브유닛에 광학적으로 연결될 수 있다. 도 4에 도시된 프리즘(416)은, 예를 들어, 카메라의 초점 축을 휘어, 대안적 방향에서 보는 것을 가능하게 할 수 있다. 프리즘이 45° 프리즘인 경우, 카메라의 초점 축이 90° 만큼 휘어짐으로써, 스마트 제어 장치(404) 또는 장착부(406)를 회전 또는 그 밖의 다른 방식으로 이동시키지 않고, 로봇 크롤러(402)의 축을 따라 배향될 것이다. 덧붙여, 일부 실시예에서, 프리즘(416)은 스마트 제어 장치(404) 또는 장착부(406)를 이동시키지 않으면서 초점 축의 이동 및 재배향을 추가로 촉진시킬 수 있는 이동형 및/또는 회전형 프리즘 장착부(418) 상에 장착될 수 있다.

[0032] 스마트 장치 및/또는 장착부 자체의 이동이 또한 고려된다. 실제로, 로봇 장치에 대해 스마트 장치를 연결 또는 지지하는 장착부 및/또는 장착 브라켓은 동적 구성(dynamic configuration)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 장착부 및/또는 장착 브라켓은 장착부 및/또는 장착 브라켓의 특정 구성에 따라 로봇 장치에 대해 회전, 피봇, 피치, 굽힘, 신장, 수축, 병진운동 등을 하도록(따라서 스마트 제어 장치의 연관된 이동을 야기하도록) 구성된 요소를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 스마트 제어 장치는 로봇 장치 내에 감춰질 수 있으며, 선택적으로 필요에 따라 전개(deploy)될 수 있다. 이 기능을 촉진시키기 위해 다양한 지지 또는 장착 수단이 채용될 수 있다.

[0033] 스마트 제어 장치를 위한 동적 또는 이동 가능한 장착부의 한 가지 예시가 도 9에 도시된다. 이 경우, 접개들이 장착부(retractable mount)(902)가 구동 서브시스템(904)에 피봇 연결되며, 본 명세서에 개시된 바와 같이, 스마트 제어 장치를 수용 및 지지하도록 구성된다. 접개들이 장착부(902)는 장착부 모터(906) 또는 상기 접개들이 장착부(902)로 움직임을 제공할 수 있는 그 밖의 다른 장치에 의해 상승 및 하강될 수 있다. 따라서 접개들이 장착부(902)로 연결된 스마트 제어 장치(도시되지 않음)가 주위 환경 및/또는 사용자 개시 명령어에 따라 상승 및 하강될 수 있다. 접개들이 장착부(902)는 특정 스마트 제어 장치에 대응하도록 설계되며, 따라서 다양한 접개들이 장착부 구성이 고려된다.

[0034] 기재된 바와 같이, 본 발명의 양태에 따르는 로봇 장치는 로직 프로세싱, 명령어 실행, 데이터 프로세싱, 감지, 또는 그 밖의 다른 임의의 "스마트" 기능이 비전용 스마트 제어 장치, 많은 경우에서 탈착 가능한 비전용 스마트 제어 장치 상에서 수행되도록 설계될 수 있다. 비전용이란, 로봇 크롤러에 대하여 일체 구성되지 않은, 내장되지 않은, 및/또는 탈착식 중 적어도 하나를 의미할 수 있다. 로봇 크롤러와 함께 스마트 제어 장치를 동작시킴으로써, 전용 시스템, 가령, 로봇 크롤러와 완전히 일체 구성되는(그리고 아마도 탈착 불가능한) 시스템과 달리, "스마트" 기능이 스마트 제어 장치 상에서 수행될 수 있다. 다시 말하면, 스마트 제어 장치에 패키징되는 다양한 집적 시스템들의 "스마트" 기능들을 전부는 아니더라도 상당히 이용하여, 로봇 크롤러에 의해 이전에 수

행된 바 있는 전용 제어, 감지, 및 프로세싱 동작(즉, "스마트" 기능)이 이제는 더 효율적으로 스마트 제어 장치 상에서 수행될 수 있다. 이를 수행함으로써 다양한 이점이 제공된다. 따라서 예를 들어, 진단 및 수리 절차를 위한 상당한 다운타임(downtime) 없이 손상된 스마트 제어 장치가 쉽게 제거되고 교체될 수 있고, 스마트 제어 장치가 또한 로봇 크롤러로부터 제거되어 재프로그래밍, 데이터 조작 등을 촉진시킬 수 있다. 비전용 스마트 제어 장치는 뱀형 로봇 크롤러와 함께 사용되도록 구성된 기존 장치(가령, 스마트 폰) 또는 로봇 크롤러와 함께 사용되도록 특정하게 제작된 기존 장치를 포함할 수 있음이 자명하다. 덧붙여, 스마트 제어 장치는 로봇 크롤러 내 "스마트" 기능을 촉진시키도록 요구되는 구성요소의 전부는 아니더라도 적어도 일부를 지지하도록 구성된 로봇 크롤러와 무관한 자립형(self-contained) 장치를 포함할 수 있다. 다시 말하면, 스마트 제어 장치 자체가 로봇 크롤러 내에서 "스마트" 기능을 제공하기 위해 필요한 내부 로직, 회로, 및 그 밖의 다른 구성요소 모두와 함께 하우징, 프레임워크 또는 섀시(chassis)를 포함할 수 있다.

[0035] 다양한 스마트 제어 장치가 고려되고 로봇 크롤러를 제어할 수 있는 이러한 임의의 장치가 본 발명의 범위 내에 있는 것으로 여겨진다. 스마트 제어 장치의 비제한적 예시가 셀룰러 장치, 무선 네트워크 장치, 블루투스 장치, 이들의 조합 등을 포함할 수 있다. 하나의 양태에서, 스마트 제어 장치는 셀룰러 폰, 가령, 스마트 폰일 수 있다. 일반적으로, 많은 스마트폰이 충분한 계산 자원 및 로봇 크롤러를 제어하고 이와 인터페이싱할 수 있는 그 밖의 다른 "스마트" 기능, 가령, 구동 서브시스템의 이동, 링키지 서브시스템의 이동, 센싱 및 센서 데이터 프로세싱, 데이터 프로세싱, 비디오, 오디오 등을 포함한다. 따라서 스마트 제어 장치에 의해 복잡한 통합적 제어 및 프로세싱 시스템을 필요로 하지 않고 로봇 크롤러의 강화된 기능을 가능하게 할 수 있다.

[0036] 제어 기능에 추가로, 스마트 제어 장치는 로봇 크롤러로부터 탈착 가능하다는 점으로 인한 이점을 제공한다. 예를 들어, 업그레이드, 프로그래밍 수정 등이 추후 물리적 및/또는 전기적(무선을 포함)으로 로봇 크롤러에 연결될 수 있는 스마트 제어 장치 상에서 로봇 크롤러로부터 원격지에서 이뤄질 수 있다. 따라서 스마트 제어 장치가 "플러그-앤드-플레이(plug-and-play)"가 될 수 있고, 따라서 연결 후 로봇 크롤러로 기능을 제공할 수 있다. 스마트 제어 장치는 크롤러에 대한 원격 제어기일뿐 아니라 명령어를 수행하고 데이터를 수집 및 프로세싱하며 일정 레벨의 프로그래밍된 의사결정 등을 할 수 있는 크롤러 상에 위치하는 계산 장치이다.

[0037] 덧붙여, 로봇 크롤러 상의 센서 또는 그 밖의 다른 장치에 의해 수집되는 데이터가 스마트 제어 장치 상에 저장될 뿐 아니라 프로세싱될 수 있다. 데이터가 위치하는 스마트 제어 장치를 제거하기만 함으로써, 데이터가 로봇 크롤러로부터 제거될 수 있다. 덧붙여, 데이터는 매체, 가령, 셀룰러 네트워크를 통해 스마트 제어 장치에서 원격 위치로 전송될 수 있다. 셀룰러 장치, 가령, 스마트폰을 이용하는 이들 양태에 대해, 스마트폰으로 그리고 스마트폰으로부터의 통신을 위해 쉽게 사용될 수 있는 셀룰러 기능이 스마트폰 상에 이미 위치하고 있다.

[0038] 스마트 제어 장치에 의한 뱀형 로봇 크롤러의 제어 및 동작이 이하에서 더 상세히 기재될 것이다. 뱀형 로봇 크롤러의 움직임 및 자세가 링키지 서브시스템의 분절 및 구동 서브시스템의 발동을 통해 제어될 수 있다. 따라서도 7a에 도시된 바와 같이, 통신 서브시스템(702)이 제 1 구동 서브시스템(704), 제 2 구동 서브시스템(706), 및 링키지 서브시스템(708)에 기능적으로 연결될 수 있다. 상기 통신 서브시스템은 또한 스마트 제어 장치(710)에 기능적으로 연결된다. 따라서 로봇 크롤러의 움직임 및 위치설정을 제어하기 위해 스마트 제어 장치(710)로부터의 명령어가 제 1 구동 서브시스템(704), 제 2 구동 서브시스템(706), 및 링키지 서브시스템(708)로 전달될 수 있다. 마찬가지로, (가령, 위치 및/또는 움직임 센서로부터의) 피드백 통신이 제 1 구동 서브시스템(704), 제 2 구동 서브시스템(706), 및 링키지 서브시스템(708)에서 통신 서브시스템(702)을 통해 스마트 제어 장치(710)로 전달될 수 있다. 따라서 스마트 제어 장치(710)는 통신 서브시스템(702)을 통해 로봇 크롤러의 각각의 구성요소와 통신하여 선택적 또는 동시적 발동을 촉진시킬 수 있다.

[0039] 통신 서브시스템은 로봇 크롤러를 제어할 수 있는 임의의 통신 매체를 포함할 수 있다. 이러한 통신 매체의 비제한적 예시는 전기적 연결, 광학적 연결, 무선 연결, 블루투스(Bluetooth) 연결 등 및 이들의 조합을 포함할 수 있다. 따라서 통신 매체의 유형이 통신 서브시스템 자체의 구조를 좌우할 수 있다. 예를 들어, 전기 연결을 이용하는 통신 서브시스템이 로봇 크롤러의 다양한 구성요소로부터의 유선 연결을 포함할 수 있다. 다른 한편으로, 무선 통신을 이용하는 통신 서브시스템은 스마트 제어 장치를 다양한 서브시스템으로 연결하는 일련의 송신기 및 수신기를 포함할 수 있다.

[0040] 덧붙여, 일부 양태에서, 스마트 제어 장치는 로봇 크롤러에 강화된 기능을 제공할 수 있다. 이러한 기능은 사용중인 특정 스마트 제어 장치의 능력에 의해서만 제한된다. 예를 들어, 스마트 폰을 이용함으로써 스마트 폰에서 이용 가능한 기능들이 로봇 크롤러의 제어 및 동작 시 사용될 수 있다. 예를 들어, 스마트폰이 크롤러로의 무선 통신, 크롤러 외부에서 무선 통신, GPS 데이터, 가속도계 데이터, 진동 검출, 사용자 인터페이스, 카메라 및/또

는 비디오 기능, 오디오 입력, 오디오 출력, 센서 프로세싱, 내비게이션, 제어 등 및 이들의 조합을 제공할 수 있다. 덧붙여, 크롤러의 기능을 강화하는 스마트폰용 애플리케이션이 만들어질 수 있다. 이러한 애플리케이션은 매우 동적인 속성을 가지며, 연결해제나 재부팅을 할 필요 없이, 스마트폰에 직접 업데이트될 수 있다. 따라서 스마트폰은 동적 재구성의 강화된 능력, 및 무선 네트워크, 가령, 셀룰러, 블루투스(Bluetooth) 또는 Wi-Fi 네트워크 등을 통한 내장된 사용자와의 통신 능력을 이용해 저렴한 비용으로 전용 제어 시스템과 유사한 기능을 제공할 수 있다.

[0041] 기재된 바와 같이, 스마트 제어 장치는 본 발명의 양태에 따라 로봇 크롤러를 제어하기 위한 충분한 계산 자원을 갖는 임의의 장치일 수 있다. 일부 경우 스마트 제어 장치는 자립형, 즉 휴대용(portable)일 수 있으며, 로봇 크롤러로부터 분리된 독립적인 사용자 대화를 가능하게 할 수 있다. 따라서 스마트 제어 장치에 대한 변경이 하나의 환경에서 이뤄지는 동안 크롤러가 하나의 환경에 남겨질 수 있다. 상기 스마트 제어 장치는 이의 고유 폼 팩터(form factor)를 갖는 범용 통신 장치이도록 간주될 수 있다. 내장된 통신 능력을 갖는 이러한 장치를 이용함으로써 로봇 크롤러의 설계 및 비용을 크게 간소화할 수 있다. 덧붙여, 스마트 제어 장치는 비교적 낮은 비용 및 노력으로 제거되어 다른 유닛으로 교체될 수 있다.

[0042] 도 7b에 도시된 바와 같이, 또한 통신 서브시스템(702)은 임의의 외부 데이터 수집 장치(712)(즉, 센서)와 스마트 제어 장치(710) 사이에 통신을 제공할 수 있다. 이러한 보조적인 외부 데이터 수집 장치는 크롤러 외부의 환경으로부터의 데이터를 수집 또는 그 밖의 다른 방식으로 조작하도록 사용되는 장치 또는 시스템일 수 있다. 비-제한적 예를 들면, 프로세싱, 저장 및 실시간 또는 최종 통신, 및 결과의 사용을 다루기 위한 연관된 애플리케이션을 포함하는, 측정 장치 또는 시스템, 검사 장치 또는 시스템, 질량 분석계, 이온 이동도 센서, 화학발광 센서, 전자 포획 검출 장치, 전기화학적 분석기, 특수 가스 센서, (분광법 - 메탄, 프로판, 암모니아, CO, 연기 등), 표면 음향파 센서, 촉각 수염(tactile whisker), 복사선 검출기, 금속 검출기, 그 밖의 다른 유형의 검출기, 자력계, 관성 측정 유닛, 비-파괴 검사법(X-선, 염료 침투, 초음파, 에디 전류, 자분(magnetic particle), 간섭측정), 추가 카메라(가령, EM 스펙트럼의 특정 부분) 등이 있다. 일부 양태에서, 외부 데이터 수집 장치가 추가 비전용 스마트 제어 장치, 가령, 스마트 폰일 수 있다.

[0043] 기재된 바와 같이, 로봇 크롤러는 스마트 제어 장치의 임의의 카메라/비디오에 추가로 적어도 하나의 카메라를 포함할 수 있다. 예를 들어, 스마트 제어 장치에 비교할 때 더 높은 해상도를 갖는 카메라가 로봇 크롤러에 대해 지지되고 이와 함께 동작될 수 있다. 또한 전자기 스펙트럼의 원하는 일부분에 감응하는 카메라 및/또는 카메라 필터가 로봇 크롤러와 연관되어 스마트 제어 장치의 온보드 이미징 시스템에 의해 이용 가능하지 않을 수 있는 데이터, 가령, IR, UV, x-선, 감마 선, 마이크로파 등을 획득할 수 있다. 마찬가지로, 강화된 오디오 데이터 수집을 위해, 로봇 크롤러는 또한 스마트 제어 장치의 임의의 온보드 오디오 시스템에 추가로 적어도 하나의 오디오 픽업 장치를 포함할 수 있다. 덧붙여, 일부 양태에서, 카메라 및/또는 오디오 픽업으로부터의 데이터가 스마트 제어 장치를 통해 외부 소스, 가령, 스마트 제어 통신 장치로 전달될 수 있다.

[0044] 일부 실시예에서, 본 발명은 사용자에 의한 원격 제어 및 액세스를 할 수 있는 로봇 크롤러 시스템을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 8에 개략적으로 도시된 바와 같이, 통신 서브시스템(802)은 도 7a에 기재되고 도시된 것과 유사하게, 제 1 구동 서브시스템(804), 제 2 구동 서브시스템(806), 및 링키지 서브시스템(808)에 기능적으로 연결될 수 있다. 상기 통신 서브시스템(802)은 스마트 제어 장치(810)와 기능적으로 연결된다. 선택사항으로서 기능적 연결은 물리적 인터페이스(812)를 포함할 수 있다. 따라서 로봇 크롤러의 운동 및 위치 설정을 제어하기 위해, 스마트 제어 장치(810)로부터의 명령어가 제 1 구동 서브시스템(804), 제 2 구동 서브시스템(806), 및 링키지 서브시스템(808)으로 전달될 수 있다. 마찬가지로, 가령, 위치 및/또는 운동 센서로부터의) 피드백 통신이 제 1 구동 서브시스템(804), 제 2 구동 서브시스템(806), 및 링키지 서브시스템(808)에서 통신 서브시스템(802)을 통해 스마트 제어 장치(810)로 전달될 수 있다. 따라서 상기 스마트 제어 장치(810)는 통신 서브시스템(802)을 통해 로봇 크롤러의 각각의 구성요소와 통신하여 선택적 또는 동시적 발동을 촉진시킬 수 있다.

[0045] 시스템은 뱀형 로봇 크롤러의 스마트 제어 장치(810)와 무선 통신할 수 있는 스마트 제어 통신 장치(814)를 더 포함할 수 있다. 따라서 일부 양태에서 스마트 제어 통신 장치(814)가 사용자 인터페이스로서 기능함으로써 사용자가 스마트 제어 장치(810)로 제어 명령을 제공할 수 있다. 일부 실시예에서, 시스템은 무선 통신 매체, 가령, 셀룰러 네트워크(816)를 포함할 수 있다. 따라서, 사용자는 로봇 크롤러를 제어하기 위해 스마트 제어 통신 장치(814)를 통해 스마트 제어 장치(810)로 통신을 제공할 수 있다. 상기 로봇 크롤러 상의 다양한 센서로부터의 데이터가 스마트 제어 장치(810)에 의해 다시 스마트 제어 통신 장치(814)로 추가로 전송될 수 있다. 따라서 센서로부터의 데이터, 스마트 제어 장치의 일체형 하드웨어로부터의 비디오 및/또는 오디오 등이 사용자에게 통신될 수 있고, 이때, 추가 제어 명령어가 전달될 수 있다. 무선 통신 매체가 임의의 알려진 무선 통신 매체, 비

-제한적 예를 들면, 셀룰러 통신, Wi-Fi 통신, 블루투스(Bluetooth) 통신, 및 이들의 조합 등을 포함할 수 있다.

[0046] 스마트 제어 통신 장치는 명령어를 스마트 제어 장치로 전송하고 스마트 제어 장치로부터 수신할 수 있는 임의의 적절한 장치를 포함할 수 있다. 이러한 통신 장치의 비-제한적 예시로는 셀룰러 폰, 스마트 폰, 태블릿 피시(PC), 태블릿 장치, 랩톱 컴퓨터, 데스크톱 컴퓨터 등을 포함할 수 있다. 덧붙여, 일부 실시예에서, 스마트 제어 통신 장치는 로봇 크롤러의 제어를 위한 복제 마스터(replica master)를 포함할 수 있다. 복제 마스터 제어 시스템에서, 복제 마스터는 로봇 크롤러로부터 원격지에 위치한다. 상기 복제 마스터는 뱀형 로봇 크롤러와 동일한 관절을 포함할 수 있고, 원하는 자세(pose)로 수동으로 조작될 수 있다. 관절에 위치하는 센서가 관절의 위치를 감지하고 이들 위치가 스마트 제어 장치로 통신되어 동일한 자세를 확립하려 시도하도록 링키지 및 구동 서브시스템을 발동시킬 수 있다. 선택사항으로서, 링키지 서브시스템 내 관절이, 관절 상의 힘 및/또는 토크가 측정될 수 있도록 하는 힘 센서(force sensor), 토크 센서(torque sensor) 또는 둘 모두를 포함할 수 있다. 선택사항으로서 관절 힘 및/또는 토크가 복제 마스터로 다시 통신되어, 제어 시스템으로 힘 피드백을 제공할 수 있다. 본 발명의 실시예에 적용될 수 있는 다양한 힘 피드백 제어 시스템이 알려져 있다.

[0047] 스마트 제어 장치가 로봇 크롤러와 일체 구성됨으로써, 일부 경우 긴 시간 주기 동안 상기 크롤러가 자율적으로 동작할 수 있다. 하나의 실시예에서, 시스템은 하나 이상의 가까이 연관된 관절들을 국소적으로 제어하는 분산 관절 및 트랙 제어기를 포함할 수 있다. 분산 관절 및 트랙 제어기는 스마트 제어 장치와 통신할 수 있으며, 상기 스마트 제어 장치는 스마트 제어 통신 장치와 통신할 수 있다.

[0048] 또 다른 예를 들면, 다양한 움직임 프리미티브(movement primitive), 가령, 특정 자세를 취하기 위한 프리미티브(가령, 탱크, 열차, 또는 등반 구성), 및 움직임을 위한 프리미티브(가령, 전방, 후방)가 스마트 제어 장치로 사전 프로그램될 수 있다. 제어가 관절 힘 센서 및 환경 센서로부터의 피드백을 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 인간과 자동화된 제어가 하이브리드 조합될 수 있다. 예를 들어, 명령어/프리미티브를 실행시키는 자동화된 저수준 피드백 루프를 이용해 고수준 수동 명령어/프리미티브가 구현될 수 있다. 제어 기능이 서브시스템, 예를 들어, 자세 제어, 컴플라이언스 제어(compliance control), 움직임 제어, 힘 제어, 및 이들의 하이브리드 조합으로 분할될 수 있다.

[0049] 개시된 본 발명의 실시예가 본 명세서에 개시된 특정 구조, 프로세스 단계, 또는 물질에 제한되지 않고, 관련 기술의 통상의 기술자에 의해 인지될 바와 같이 이의 균등물까지 확장될 수 있음이 이해되어야 한다. 또한 본 명세서에서 사용된 용어들이 특정 실시예를 설명하기 위한 목적으로만 사용되며 한정을 의도하지 않음이 이해되어야 한다.

[0050] 본 명세서 전체에서 "하나의 실시예" 또는 "실시예"의 언급은 실시예와 관련하여 기재된 구체적 특징, 구조물, 또는 특성이 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함된다. 따라서 본 명세서 전체에 걸쳐 다양한 위치에서의 "하나의 실시예에서" 또는 "실시예에서"라는 구문의 등장이 모두 반드시 동일한 실시예를 지칭하는 것은 아니다.

[0052] *본 명세서에서 사용될 때, 용어 "실질적으로"는 동작, 특성, 속성, 상태, 구조, 아이템, 또는 결과의 완전한 또는 거의 완전한 범위 또는 정도를 지칭한다. 예를 들어, "실질적으로" 둘러 싸인 물체는 상기 물체가 완전히, 또는 거의 완전히 둘러싸임을 의미할 것이다. 일부 경우, 절대적인 완전함으로부터의 정확한 허용 가능한 편차 정도는 특정 맥락에 따라 달라질 수 있다. 그러나 일반적으로 말하면 완전함의 근접성이 절대적이고 전적인 완전함이 획득된 것처럼 동일한 전체 결과를 가질 것이다. "실질적으로"의 사용은 부정적 의미에서도 동일하게 적용되어, 동작, 특성, 속성, 상태, 구조, 아이템 또는 결과의 완전한 또는 거의 완전한 부재를 지칭할 수 있다.

[0053] 본 명세서에서 사용될 때, 복수의 아이템, 구조 요소, 조성 요소, 및/또는 물질이 편의상 공통 리스트에 존재할 수 있다. 그러나 이들 리스트는 리스트의 각각의 구성요소가 별개의 고유 구성원으로 개별적으로 식별되는 것처럼 해석되어야 한다. 따라서 이러한 리스트의 어떠한 개별 구성원도 달리 지시되지 않는 한 공통 그룹에서의 이들의 존재만을 기초로 하여 동일한 리스트의 임의의 다른 구성원의 사실상 균등물로 해석되어서는 안 된다. 덧붙여, 본 발명의 다양한 실시예 및 예시가 다양한 구성요소에 대한 대안과 함께 본 명세서에서 지칭될 수 있다. 이러한 실시예, 예시, 및 대안예는 서로의 사실상 균등물로 해석되지 않고, 본 발명의 개별적이고 자립적인 표현으로서 고려될 것이다.

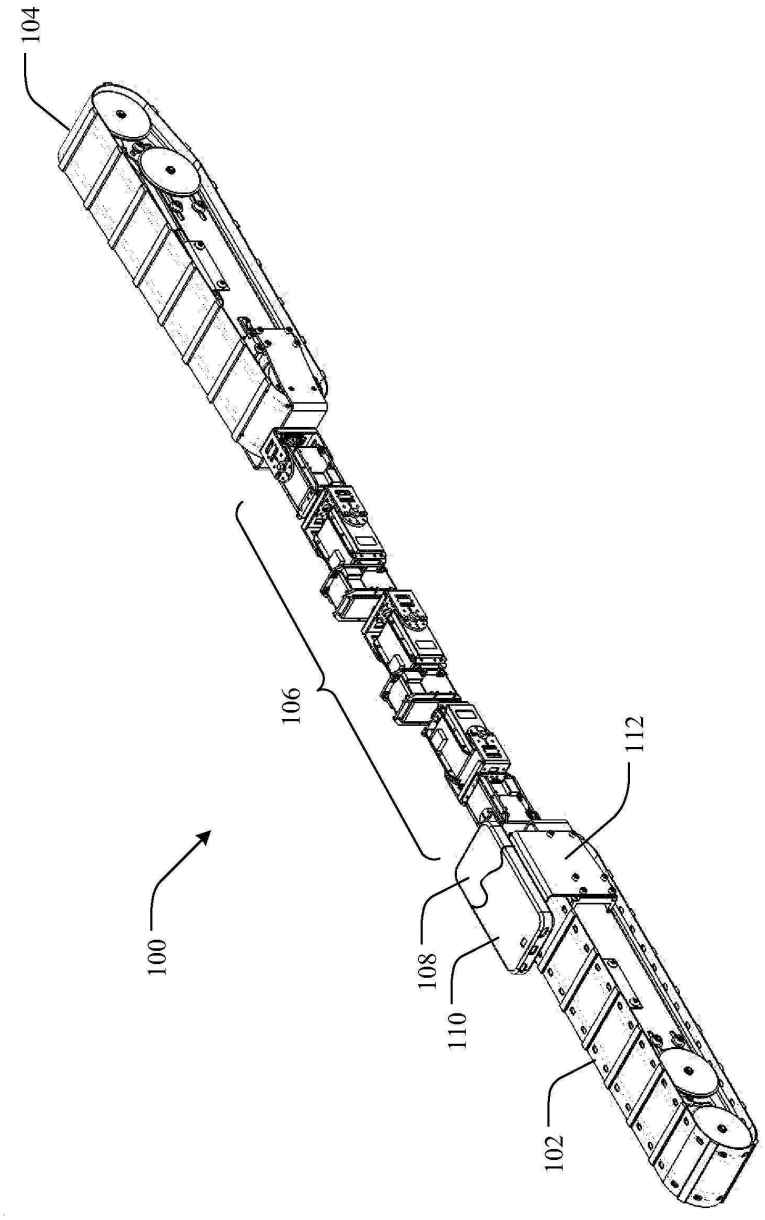
[0054] 덧붙여, 기재된 특징, 구조, 또는 특성이 임의의 적합한 방식으로 하나 이상의 실시예로 조합될 수 있다. 다음의 기재에서, 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해, 예를 들어, 길이, 폭, 형태 등의 예시로서 여러가지 특정 세부사항이 제공된다. 그러나 해당 분야의 통상의 기술자라면 본 발명이 상기 특정 세부사항 중 하나 이상

없이, 또는 그 밖의 다른 방법, 구성요소, 물질 등과 함께 실시될 수 있음을 알 것이다. 또 다른 예를 들면, 본 발명의 양태를 모호하게 하는 것을 피하도록 잘 알려진 구조, 물질, 또는 동작이 상세히 도시 또는 기재되지 않는다.

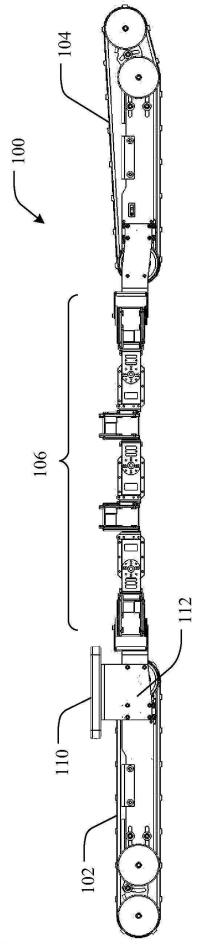
[0055] 상기의 예시는 하나 이상의 구체적 적용예에서의 본 발명의 원리를 설명하는 것이며, 해당 분야의 통상의 기술자라면 구현의 형태, 용법 및 세부사항의 여러 변형이 통상의 창작능력 내에서 그리고 본 발명의 사상 및 범위 내에서 이뤄질 수 있음을 알 것이다. 따라서 본 발명은 이하의 특허청구범위에 의해서만 제한된다.

도면

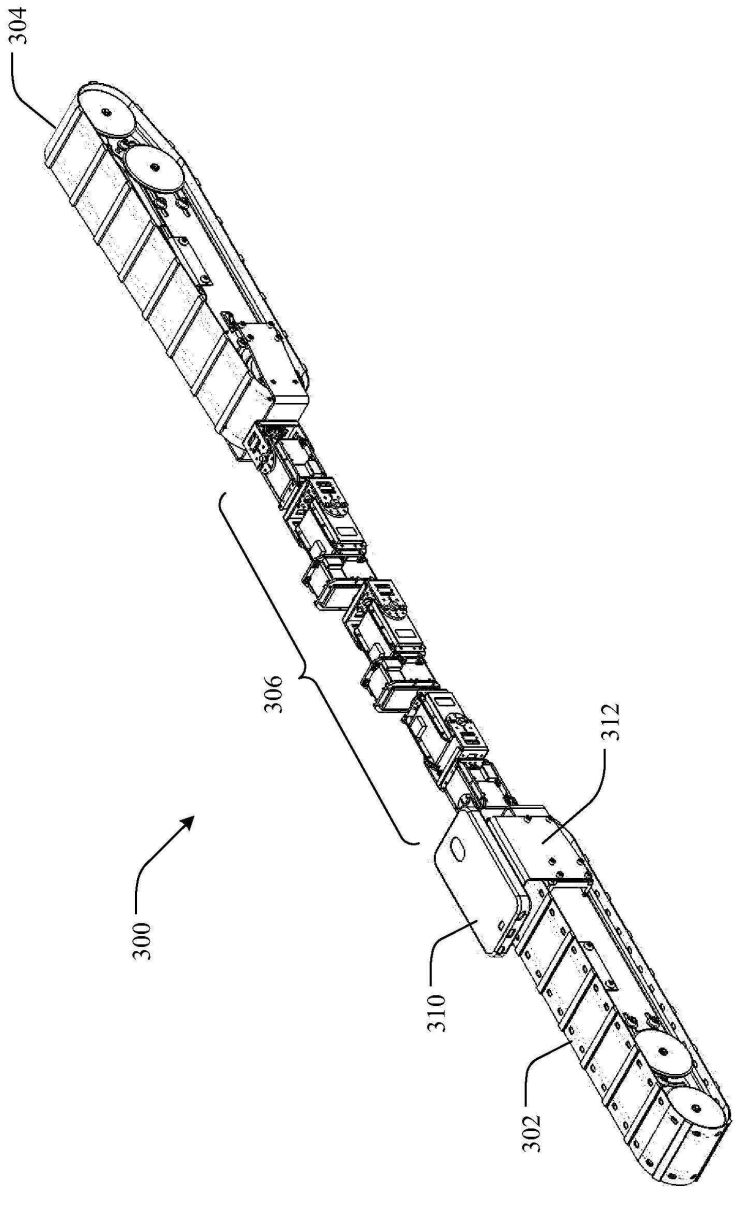
도면1



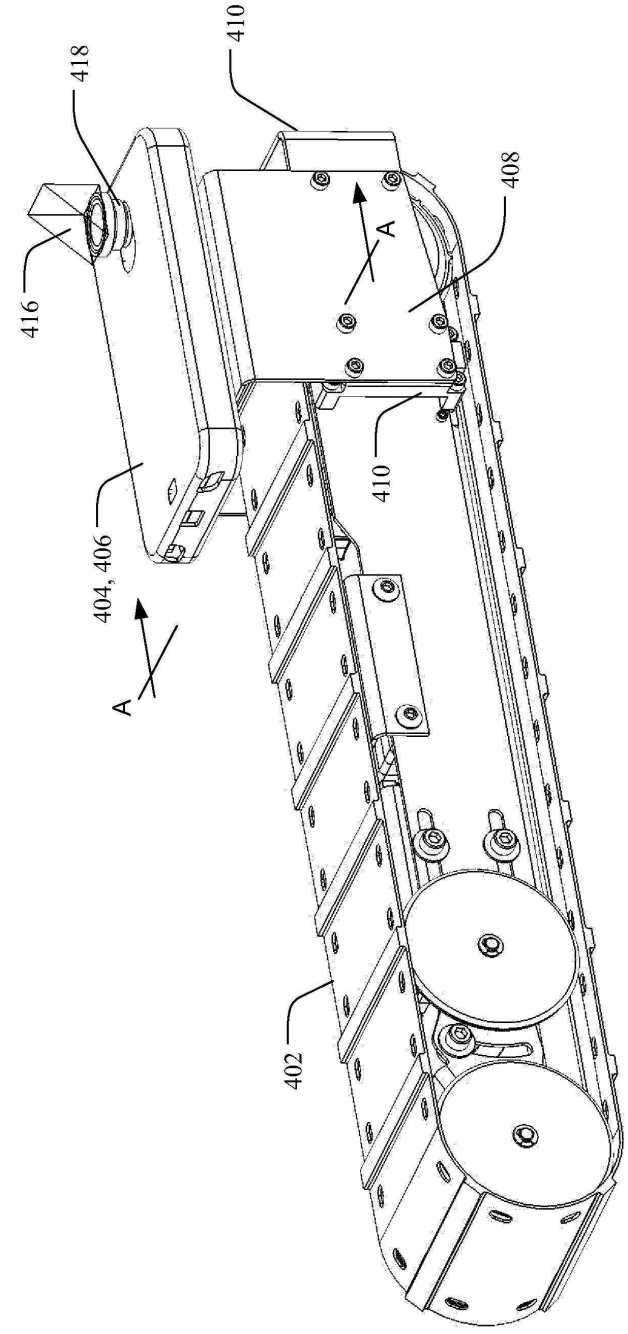
도면2



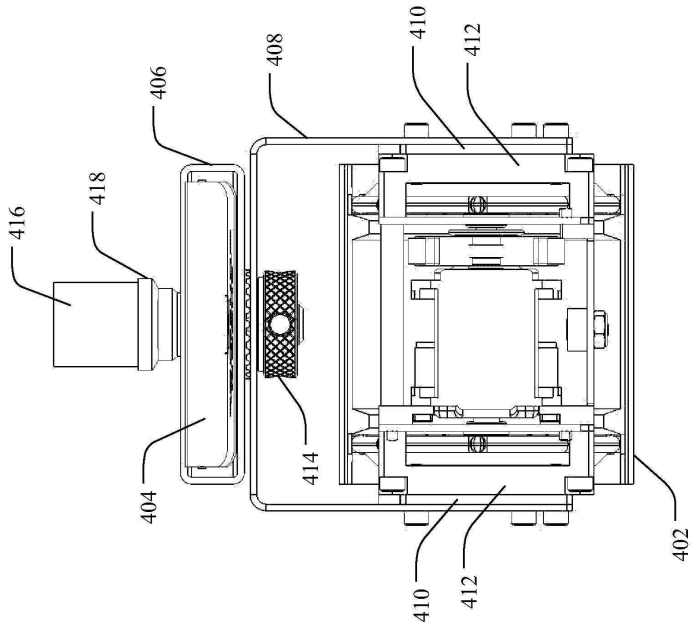
도면3



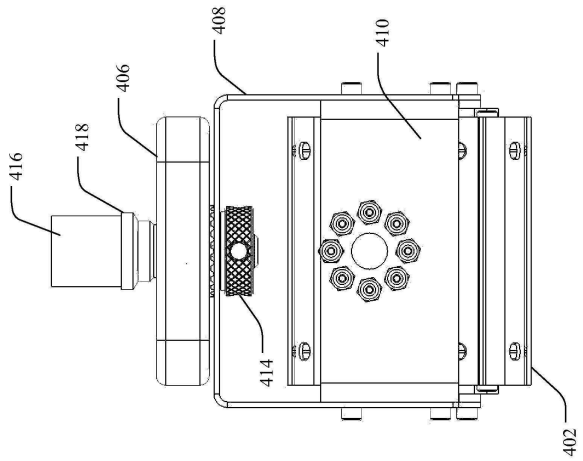
도면4



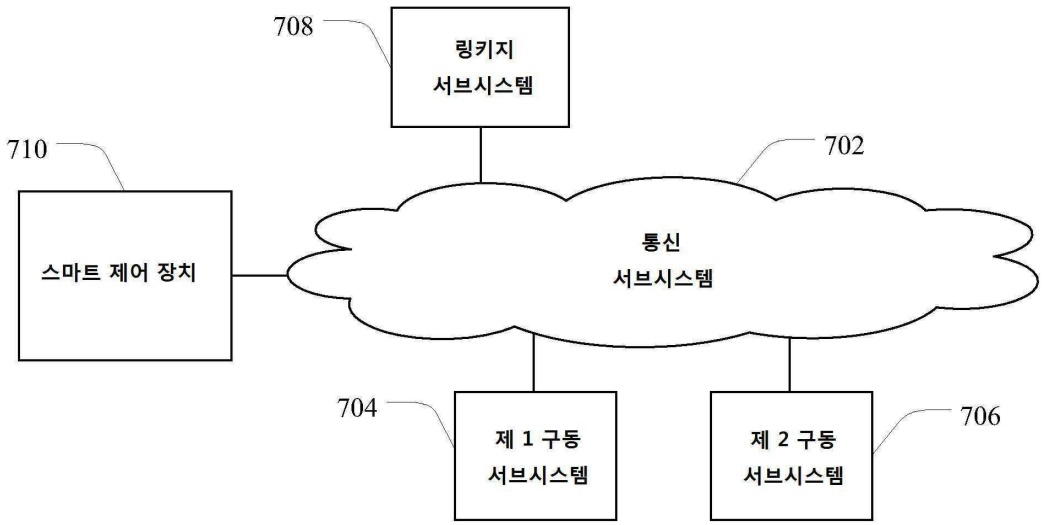
도면5


406
408
410
412
418
416
404
414
410
412
402

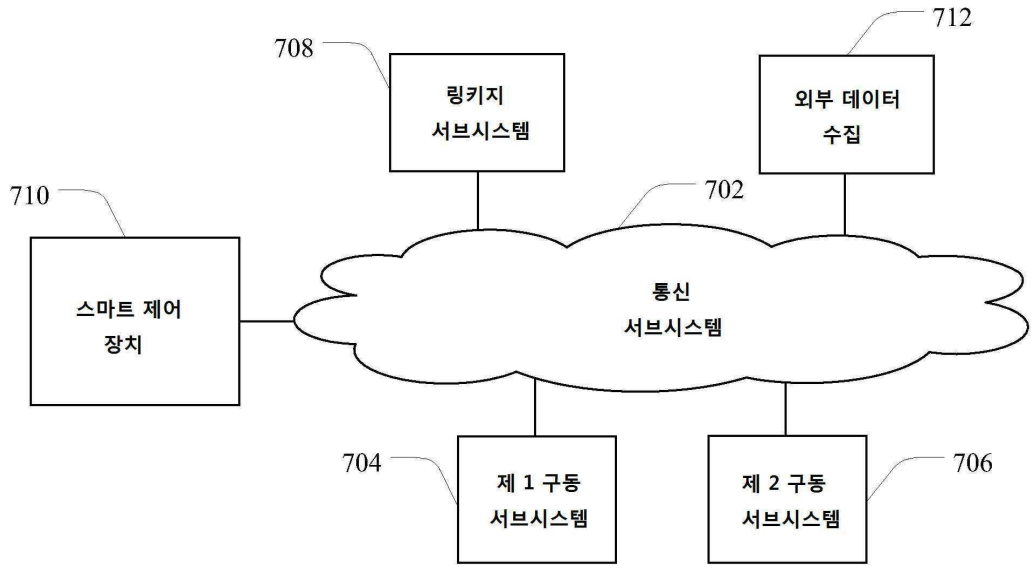
도면6


408
410
406
418
416
414
402

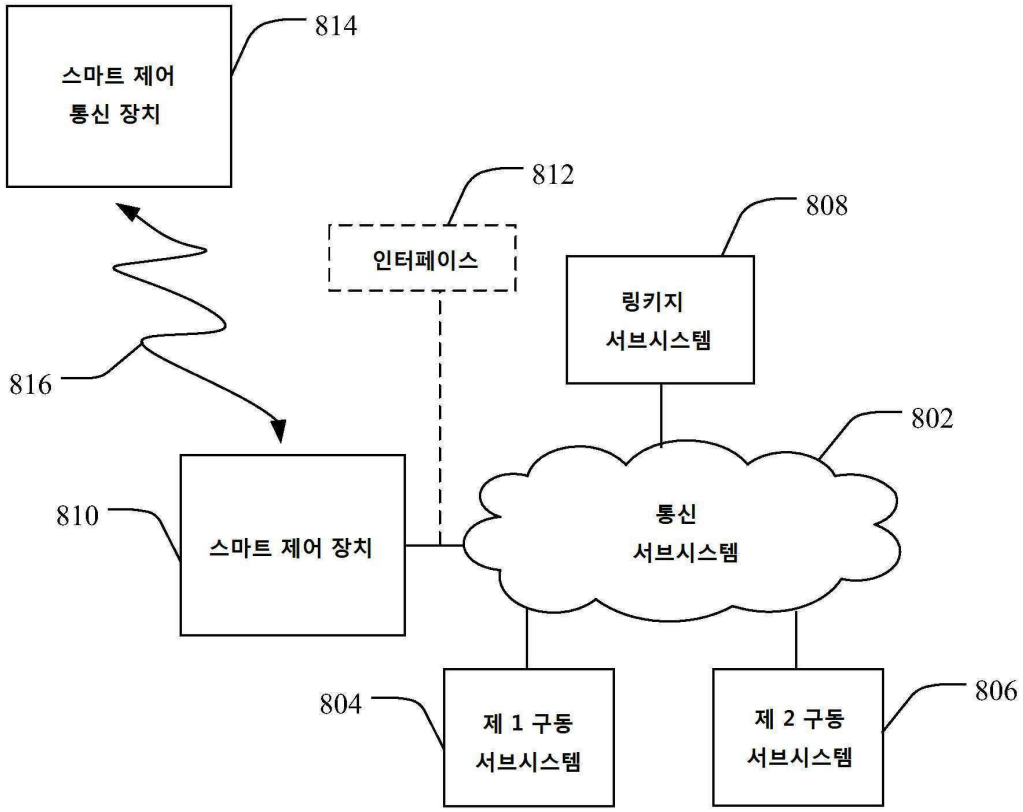
도면7a


708
링키지
서브시스템
710
스마트 제어 장치
702
통신
서브시스템
704
제 1 구동
서브시스템
제 2 구동
서브시스템
706

도면7b


712
708
링키지
서브시스템
외부 데이터
수집
710
702
스마트 제어
장치
통신
서브시스템
704
제 1 구동
서브시스템
제 2 구동
서브시스템
706

도면8


814
스마트 제어
통신 장치
812
인터페이스
808
링키지
서브시스템
816
802
810
스마트 제어 장치
통신
서브시스템
804
제 1 구동
서브시스템
제 2 구동
서브시스템
806

도면9

