



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0005501
(43) 공개일자 2019년01월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 9/00 (2006.01) B25J 17/00 (2006.01)
B25J 5/00 (2006.01) B25J 9/12 (2006.01)
B25J 9/16 (2006.01)

(52) CPC특허분류
B25J 9/0009 (2013.01)
B25J 17/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0086242

(22) 출원일자 2017년07월07일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
오현수
경상남도 거제시 서문로 30, 106동 1102호 (고현동, 거제롯데인벤스가)

(72) 발명자
장홍민
경기도 고양시 일산서구 일산로 487, 1809동 101호 (일산동, 후곡마을)

오현수
경상남도 거제시 서문로 30, 106동 1102호 (고현동, 거제롯데인벤스가)

이용권
서울특별시 영등포구 양평로24길 9, 104동 2002호(양평동5가, 양평동한신아파트)

(74) 대리인
특허법인남춘

전체 청구항 수 : 총 28 항

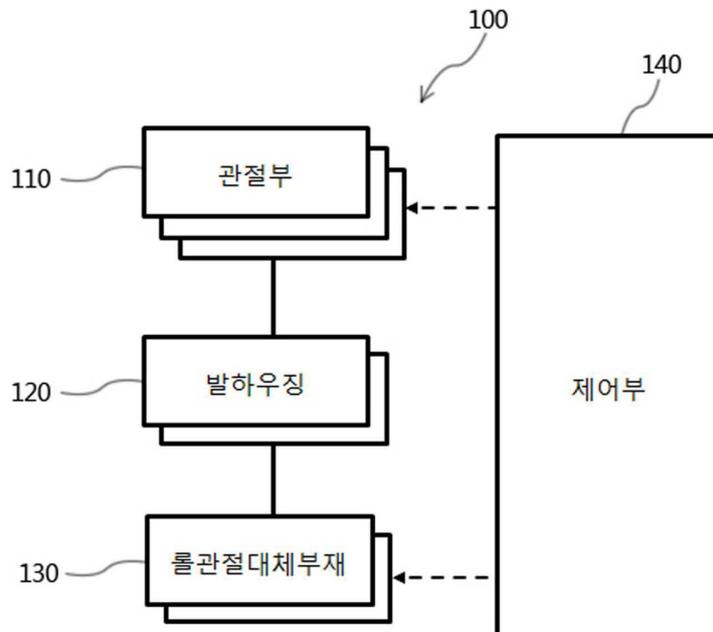
(54) 발명의 명칭 롤 방향 자유도를 사용하지 않는 이족보행 로봇 및 그 이족보행 방법

(57) 요약

본 발명은 다관절 자유도를 갖는 로봇의 이족보행 시 롤(roll) 방향 자유도를 사용하지 않고도 안정적인 이족보행이 가능한 이족보행 로봇 및 그의 이족보행 방법에 관한 것이다.

본 발명의 일 실시 예에 따른 이족보행 로봇은, 좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 피치(pitch) (뒷면에 계속)

대표도 - 도6



방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부; 상기 로봇의 좌/우측 다리에서 각각 상기 피치 관절부 중 최하단의 피치 관절부에 연결되고 지면과 각각 맞닿는 좌측 및 우측 발하우징; 상기 좌측 및 우측 발하우징에 각각 구비되며 제어신호에 의해 상기 좌/우측 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 좌/우측 롤관절대체부재; 상기 로봇의 이족보행을 위해 상기 좌/우측 피치 관절부 및 상기 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 각각 제어하는 제어부를 포함하며, 상기 제어부는 상기 로봇의 이족보행 시 상기 로봇의 좌/우측 다리의 피치 관절부의 동작을 제어하고 상기 피치 관절부의 동작에 대응하여 상기 우/좌측 롤관절대체부재의 동작을 동시에 제어한다.

(52) CPC특허분류

B25J 5/00 (2013.01)

B25J 9/123 (2013.01)

B25J 9/1664 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부;

상기 로봇의 좌/우측 다리에서 각각 상기 피치 관절부 중 최하단의 피치 관절부에 연결되고 지면과 각각 맞닿는 좌측 및 우측 발하우징;

상기 좌측 및 우측 발하우징에 각각 구비되며 제어신호에 의해 상기 좌/우측 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 좌/우측 롤관절대체부재;

상기 로봇의 이족보행을 위해 상기 좌/우측 피치 관절부 및 상기 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 각각 제어하는 제어부를 포함하며,

상기 제어부는 상기 로봇의 이족보행 시 상기 로봇의 좌/우측 다리의 피치 관절부의 동작을 제어하고 상기 피치 관절부의 동작에 대응하여 상기 우/좌측 롤관절대체부재의 동작을 동시에 제어하는 이족보행 로봇.

청구항 2

좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 롤(roll) 방향 자유도를 갖는 복수의 롤 관절부 및 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 피치 관절부를 각각 포함하는 복수의 관절부;

상기 로봇의 좌/우측 다리에서 각각 상기 복수의 관절부 중 각각의 최하단의 관절부에 연결되고 지면과 각각 맞닿는 좌/우측 발하우징;

상기 좌측 및 우측 발하우징에 각각 구비되며 제어신호에 의해 상기 좌/우측 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되도록 설계된 좌/우측 롤관절대체부재;

상기 로봇의 이족보행을 위해 상기 복수의 관절부 및 상기 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 각각 제어하는 제어부를 포함하며,

상기 제어부는 상기 로봇의 이족보행 시 상기 복수의 관절부 중 롤 관절부는 고정된 상태에서 상기 적어도 하나의 피치 관절부만 동작하도록 제어하고 상기 피치 관절부의 동작에 대응하여 상기 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 동시에 제어하는 이족보행 로봇.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제어부는 상기 로봇의 이족보행 시 상기 로봇의 좌측 또는 우측 다리 중 제1 다리의 피치 관절부의 동작에 대응하여 반대편 제2 다리의 롤관절대체부재가 동작하도록 제어하는 이족보행 로봇.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제어부는 상기 제1 다리의 피치 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면에서부터 떨어지기 직전에 상기 제2 다리의 롤관절대체부재가 상기 제2 다리의 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되도록 제어하는 이족보행 로봇.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제어부는 상기 제1 다리의 발하우징이 지면에서부터 떨어진 동안에는 상기 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출된 상태를 유지하도록 제어하고 상기 제1 다리의 발하우징이 이동하여 다른 지점의 지면에 닿은 후에 상기 제

2 다리의 롤관절대체부재가 초기위치로 복귀하도록 제어하는 이족보행 로봇.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 복수의 관절부 중 상기 롤 관절부는 상기 로봇의 좌/우측 다리의 골반 및 발목 부위에 각각 설치되고 상기 복수의 관절부 중 상기 적어도 하나의 피치 관절부는 상기 골반 및 발목 부위 사이에 설치되는 이족보행 로봇.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 골반 및 발목 부위의 관절부는 상기 롤 관절부와 피치 관절부가 일체형으로 구현되어 롤 방향 및 피치 방향의 2 자유도를 갖는 이족보행 로봇.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 로봇의 이족보행시 상기 발하우징의 안쪽방향으로 롤관절대체부재가 돌출될 때 상기 돌출된 롤관절대체부재에 상기 로봇의 무게중심이 위치하는 이족보행 로봇.

청구항 9

좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부 및 요(yaw) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 요 관절부를 포함하는 복수의 관절부;

상기 로봇의 좌/우측 다리에서 각각 상기 피치 관절부 중 최하단의 관절부에 연결되고 지면과 각각 맞닿는 좌/우측 발하우징;

상기 좌측 및 우측 발하우징에 각각 구비되며 제어신호에 의해 상기 좌/우측 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 좌/우측 롤관절대체부재;

상기 로봇의 회전보행 시 상기 좌/우측 피치 관절부, 좌/우측 요 관절부 및 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 각각 제어하는 제어부를 포함하며,

상기 제어부는 상기 로봇의 회전보행 시 상기 좌/우측 피치 관절부 및 요 관절부의 동작을 제어하고 상기 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 대응하여 상기 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 동시에 제어하는 이족보행 로봇.

청구항 10

좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 롤(roll) 방향 자유도를 갖는 복수의 좌/우측 롤 관절부, 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부 및 요(yaw) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 요 관절부를 포함하는 복수의 관절부;

상기 로봇의 좌/우측 다리에서 각각 상기 피치 관절부 중 최하단의 관절부에 연결되고 지면과 각각 맞닿는 좌/우측 발하우징;

상기 좌측 및 우측 발하우징에 각각 구비되며 제어신호에 의해 상기 좌/우측 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 좌/우측 롤관절대체부재;

상기 로봇의 회전보행 시 상기 좌/우측 피치 관절부, 좌/우측 요 관절부 및 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 각각 제어하는 제어부를 포함하며,

상기 제어부는 상기 로봇의 회전보행 시 상기 복수의 관절부 중 롤 관절부는 고정된 상태에서 상기 좌/우측 피치 관절부 및 요 관절부만 동작하도록 제어하고 상기 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 대응하여 상기 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 동시에 제어하는 이족보행 로봇.

청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서,

상기 제어부는 상기 로봇의 회전보행 시 상기 로봇의 좌측 또는 우측 다리 중 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 대응하여 반대편 제2 다리의 롤관절대체부재가 동작하도록 제어하는 이족보행 로봇.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제어부는 상기 로봇의 회전보행 시 상기 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면에서부터 떨어지기 직전에 상기 제2 다리의 롤관절대체부재가 상기 제2 다리의 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되도록 제어하는 이족보행 로봇.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제어부는 상기 제1 다리의 발하우징이 지면에서부터 떨어진 동안에는 상기 제2 다리의 롤관절대체부가 돌출된 상태를 유지하도록 제어하고 상기 제1 다리의 발하우징이 이동하여 다른 지점의 지면에 닿은 후에 상기 제2 다리의 롤관절대체부재가 초기 위치로 복귀하도록 제어하는 이족보행 로봇.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 복수의 관절부 중 상기 롤 관절부는 상기 로봇의 좌측 및 우측 다리의 골반 및 발목 부위에 각각 설치되고 상기 복수의 관절부 중 상기 적어도 하나의 피치 관절부는 상기 골반 및 발목 부위 사이에 설치되는 이족보행 로봇.

청구항 15

제9항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 로봇의 이족보행시 상기 발하우징의 안쪽방향으로 롤관절대체부재가 돌출될 때 상기 돌출된 롤관절대체부재에 상기 로봇의 무게중심이 위치하는 이족보행 로봇.

청구항 16

제1항, 제2항, 제9항 또는 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 롤관절대체부재는 상기 발하우징의 내부에 위치하고 상기 골관절대체부재에 리니어액츄에이터부가 연결되어 상기 리니어액츄에이터부의 직선운동을 통해 상기 롤관절대체부재를 상기 발하우징의 외부로 돌출 및 초기위치로 복귀시키고 상기 리니어액츄에이터부는 상기 제어부에 의해 구동되는 이족보행 로봇.

청구항 17

제1항, 제2항, 제9항 또는 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 롤관절대체부재는 상기 발하우징의 내부에 위치하고 상기 롤관절대체부재에 제1회전축이 형성되며 상기 제1회전축을 회전시켜 상기 롤관절대체부재를 상기 발하우징의 외부로 돌출 및 초기위치로 복귀시키고 상기 회전액츄에이터부는 상기 제어부에 의해 구동되는 이족보행 로봇.

청구항 18

제1항, 제2항, 제9항 또는 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 롤관절대체부재는 상기 발하우징의 안쪽 외면에 설치되고 상기 롤관절대체부재에 제2회전축이 형성되며 상기 제2회전축을 회전시켜 상기 롤관절대체부재를 상기 발하우징으로부터 돌출 및 초기위치로 복귀시키고 상기 회전액츄에이터부는 상기 제어부에 의해 구동되는 이족보행 로봇.

청구항 19

제1항, 제2항, 제9항 또는 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 롤관절대체부재는 상기 발하우징으로부터 돌출될 때 지면과의 마찰을 줄이기 위한 롤링부재가 상기 롤관절대체부재의 하면에 설치되는 이족보행 로봇.

청구항 20

좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부를 포함하는 이족보행 로봇의 이족보행 방법에 있어서,

상기 로봇의 이족보행을 위해 상기 로봇의 좌/우측 다리 중 제1 다리의 피치 관절부가 동작하는 동작단계;

상기 제1 다리의 피치 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지기 직전에 반대편 제2 다리의 발하우징에 구비된 롤관절대체부재가 상기 제2 다리의 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 돌출단계;

상기 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출된 상태를 유지하면서 상기 제1 다리의 피치 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어진 후 이족보행에 따라 다른 지점의 지면에 닿도록 이동하는 이동단계; 및

상기 제1 다리의 발하우징이 상기 다른 지점의 지면에 닿은 후에 상기 제2 다리의 롤관절대체부재는 상기 제2 다리의 발하우징에 초기위치로 복귀하는 복귀단계를 포함하는 로봇의 이족보행방법.

청구항 21

좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 롤(roll) 방향 자유도를 갖는 복수의 좌/우측 롤 관절부 및 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부를 포함하는 이족보행 로봇의 이족보행방법에 있어서,

상기 로봇의 이족보행을 위해 상기 로봇의 좌/우측 다리 중 제1 다리의 롤 관절부는 고정된 상태에서 상기 피치 관절부가 동작하는 동작단계;

상기 제1 다리의 피치 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지기 직전에 반대편 제2 다리의 발하우징에 구비된 롤관절대체부재가 상기 제2 다리의 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 돌출단계;

상기 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출된 상태를 유지하면서 상기 제1 다리의 피치 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어진 후 이족보행에 따라 다른 지점의 지면에 닿도록 이동하는 이동단계;

상기 제1 다리의 발하우징이 상기 다른 지점의 지면에 닿은 후에 상기 제2 다리의 롤관절대체부재는 상기 제2 다리의 발하우징에 초기위치로 복귀하는 복귀단계를 포함하는 로봇의 이족보행방법.

청구항 22

좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부 및 요(yaw) 방향 자유도를 갖는 복수의 좌/우측 요 관절부를 포함하는 이족보행 로봇의 이족보행 방법에 있어서,

상기 로봇의 회전보행을 위해 상기 로봇의 좌/우측 다리 중 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부가 동작하는 동작단계;

상기 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지기 직전에 반대편 제2 다리의 발하우징에 구비된 롤관절대체부재가 상기 제2 다리의 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 돌출단계;

상기 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출된 상태를 유지하면서 상기 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어진 후 회전보행에 따라 타 지점의 지면에 닿도록 회전하는 회전단계; 및

상기 제1 다리의 발하우징이 상기 타 지점의 지면에 닿은 후에 상기 제2 다리의 롤관절대체부재는 상기 제2 다리의 발하우징에 초기위치로 복귀하는 복귀단계를 포함하는 로봇의 이족보행방법.

청구항 23

좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 롤(roll) 방향 자유도를 갖는 복수의 좌/우측 롤 관절부, 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부 및 요(yaw) 방향 자유도를 갖는 복수의 좌/우측 요 관절부를 포함하는 이족보행 로봇의 이족보행방법에 있어서,

상기 로봇의 회전보행을 위해 상기 로봇의 좌/우측 다리 중 제1 다리의 롤 관절부는 고정된 상태에서 상기 피치 관절부 및 요 관절부가 동작하는 동작단계;

상기 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지기 직전에 반대편 제2 다리의 발하우징에 구비된 롤관절대체부재가 상기 제2 다리의 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 돌출단계;

상기 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출된 상태를 유지하면서 상기 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어진 후 회전보행에 따라 타 지점의 지면에 닿도록 회전하는 회전단계; 및

상기 제1 다리의 발하우징이 상기 타 지점의 지면에 닿은 후에 상기 제2 다리의 롤관절대체부재는 상기 제2 다리의 발하우징에 초기위치로 복귀하는 복귀단계를 포함하는 로봇의 이족보행방법.

청구항 24

제20항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 로봇의 보행시 상기 발하우징의 안쪽방향으로 상기 롤관절대체부재가 돌출될 때 상기 돌출된 롤관절대체부재에 상기 로봇의 무게중심이 위치하는 로봇의 이족보행방법.

청구항 25

제20항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 돌출단계는, 제어신호에 의해 리니어액츄에이터가 동작하여 상기 제2 다리의 발하우징으로부터 상기 롤관절대체부재를 직선운동으로 밀어내는 단계를 포함하는 로봇의 이족보행방법.

청구항 26

제20항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 돌출단계는, 제어신호에 의해 회전액츄에이터가 동작하여 상기 제2 다리의 발하우징으로부터 상기 롤관절대체부재를 회전운동으로 밀어내는 단계를 포함하는 로봇의 이족보행방법.

청구항 27

제20항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 돌출단계는, 제어신호에 의해 회전액츄에이터가 동작하여 상기 제2 다리의 발하우징의 측면에서 상기 롤관절대체부재를 회전시켜 지면에 닿도록 하는 단계를 포함하는 로봇의 이족보행방법.

청구항 28

제20항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 돌출단계는, 상기 롤관절대체부재가 상기 발하우징으로부터 돌출될 때 지면과의 마찰을 줄이기 위해 상기 롤관절대체부재의 하면에 설치된 롤링부재가 지면에 닿아 회전하도록 동작하는 이족보행 로봇.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 이족보행 로봇 및 그 이족보행 방법에 관한 것으로서, 특히 다관절 자유도를 갖는 로봇의 이족보행시 롤(roll) 방향 자유도를 사용하지 않고도 안정적인 이족보행이 가능한 이족보행 로봇 및 그의 이족보행 방법

[0001]

에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 4차 산업혁명의 한 분야로 로봇의 연구개발이 활발하게 진행되고 있다. 특히 최근에는 인간과 같이 동작하는 이족보행 로봇에 대한 관심이 고조되고 있다. 이러한 이족보행 로봇은 안정적인 움직임을 위해 각 관절부의 미세한 구동 및 제어가 중요하다.
- [0003] 도 1은 종래의 일반적인 이족보행 로봇의 예시도이고, 도 2는 이러한 종래의 로봇의 두 다리의 관절부에 대한 예시도이다.
- [0004] 도 1을 참조하면, 이족보행 로봇(10)은 크게 상체(11)와 하체(12)로 구분된다. 일반적으로 상체(11)는 머리(13), 몸통(14), 2개의 팔(15L, 15R)과 손(16L, 16R)으로 이루어지고 하체(12)는 2개의 다리(17L, 17R)와 발(18L, 18R)로 이루어진다.
- [0005] 도면부호에서 L과 R은 각각 왼쪽(left)과 오른쪽(right)을 나타내며, 이하에서는 각각 좌측과 우측으로 기재될 수도 있다.
- [0006] 도 2는 도 1에 나타낸 로봇(10)의 하체(12)를 구성하는 주요 관절부의 구조를 예시적으로 도시한다. 로봇(10)의 다리(17L, 17R)마다 골반 부위에 요(yaw, Z축 회전) 방향 자유도를 갖는 요 관절부(21L, 21R)와, 롤(roll, X축 회전) 방향 자유도를 갖는 복수의 롤 관절부(22L, 22R, 26L, 26R)와, 피치(pitch, Y축 회전) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 피치 관절부(23L, 24L, 25L, 23R, 24R, 25R)가 위치한다. 이로써 골반 부위의 관절부는 요, 롤 및 피치 방향의 3 자유도를 가진다. 그리고, 최하단의 롤 관절부(26L, 26R)에는 발(27L, 27R)이 연결된다.
- [0007] 발목 부위에는 피치 관절부(25L, 25R)와 롤 관절부(26L, 26R)가 형성되어 2 자유도를 가지고 골반과 발목 사이의 무릎 부위에는 피치 방향의 자유도를 갖는 피치 관절부(24L, 24R)가 형성되어 1 자유도를 가진다.
- [0008] 이러한 각각의 관절부는 일반적으로 공지의 액츄에이터로 구성될 수 있으며, 이들 각각의 관절부는 제어부(미도시)에 의해 그 동작이 제어됨으로써 이족보행, 회전 등 로봇(10)의 다양한 동작을 구현할 수 있다.
- [0009] 이와 같이 이족보행 로봇(10)은 통상적으로 전진, 후진, 좌회전, 우회전 등의 이족보행을 위해서는 도 2에서와 같이 각 다리(17L, 17R)별로 각각 6 자유도로서 전체 12 자유도를 가진다.
- [0010] 그런데, 종래에 다른 실시 예로서 좌회전과 우회전을 조금 부자연스럽게 하는 방식으로 좌측의 요 관절부(21L)와 우측의 요 관절부(21R)를 제외한 10 자유도로 구성하기도 한다. 나아가, 종래에 또 다른 실시 예로서 각 다리(17L, 17R)별로 복수의 피치 관절부(23L, 23R)를 링크구조로 구현하여 2 자유도로 구성함으로써 전체 8 자유도로 구현되기도 한다.
- [0011] 이와 같이 자유도를 줄더라도 롤 관절부(22L, 22R, 26L, 26R)는 통상 그대로 유지하도록 한다. 그 이유는 로봇의 이족보행 시 다리를 전후방향으로 이동시키는 움직임과 다리를 수직으로 들어올리는 움직임을 피치 관절부가 담당하고, 다리를 측면방향으로 움직여서 몸통을 옆으로 이동하는 움직임은 4개의 롤 관절부가 담당하기 때문이다. 이를 도 3을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0012] 도 3 및 도 4는 종래의 이족보행 로봇의 보행시 관절부의 동작을 보인 로봇 관절부의 측면도 및 정면도이다.
- [0013] 도 3의 (a)는 다리를 지면에 디딘 상태의 측면도이고 (b)는 다리를 지면으로부터 들어올린 상태의 측면도이다. 로봇(10)이 전진보행을 하기 위해 두 다리 중에서 예컨대 제1 다리(17L)를 지면에 디딘 상태에서 반대편 다리(17R)를 들어올리게 된다. 이를 위해 우측 다리(17R)의 피치 관절부(23R, 24R, 25R)는 도 3의 (b)와 같이 피치 방향으로 동작한다. 이러한 피치 방향의 동작을 통해 우측 다리(17R)를 들어올려 전진 또는 후진을 위해 다른 지점으로 내딛도록 한다.
- [0014] 이때, 상기와 같이 우측 다리(18R)를 들어올리게 되면 도 4와 같이 로봇(10)의 무게중심(COG: Center of Gravity)이 중앙(P1)에서 좌측(P2)으로 이동하게 되며 그대로 두게 되면 중심이 무너져 우측방향으로 넘어지게 된다. 이와 같이 이족보행 로봇(10)이 이족보행시 중심잡기가 어려운 이유는 도 4와 같이 보행을 하기 위해서는 한쪽 다리를 들어 올려야 하는데, 이때 ZMP 이론에 의해 땅을 지지하는 발바닥 밖으로 무게중심(COG)이 이동하기 때문이다. 이에 다리를 들어올릴 때 들어올린 방향으로 쓰러지게 되는 것이다.
- [0015] 그래서, 이와 같이 중심이 무너지는 것을 막기 위해서 ZMP 등 다양한 보행방법들이 제시되고 있다. ZMP 방식은 도 5에 도시된 바와 같이 보행시 다리를 들어올릴 때 항상 무게중심이 땅을 딛고 있는 발의 안에 있도록 제어를

하는 방식이다.

- [0016] 이러한 방식으로 로봇(10)의 이족보행을 구현하기 위해서는 도 5와 같이 롤 관절부(22L,22R,26L,26R)의 동작이 반드시 필요할 수밖에 없다. 즉, 도면에서와 좌측 다리(17L)를 들어올리기 위해서는 좌측 및 우측 다리(17L,17R)의 모든 롤 관절부(22L,22R,26L,26R)가 동작하여 무게중심(COG)이 무너지는 것을 방지해야 한다.
- [0017] 구체적으로 설명하면, 도 5의 (a)는 로봇(10)의 기본자세이며 이족보행시 좌측 다리(18L)를 들어올리기 위해서는 (b)와 같이 롤 관절부(22L,22R,26L,26R)가 동작하여 로봇(10)의 하체(12)는 우측방향으로 기울어진다. 이는 로봇(10)이 좌측 다리(17L)를 들 때 무너지는 것을 방지하기 위해 무게중심(COG)을 우측 다리(17R)로 이동시키기 위한 것이다. 즉, 이후에 (c)와 같이 좌측 다리(17L)를 들어올릴 때 로봇(10)이 우측으로 넘어지는 것을 방지하기 위한 것이다. (c)에서 좌측 다리(17L)를 들어올릴 후 이족보행을 위해 다른 지점으로 옮겨서 내딛도록 한다. 그리고 (d)와 같이 좌측 다리(17L)는 다른 지점에 다시 내려놓는다. 계속해서 이동하기 위해서는 반대로 우측 다리(17R)를 들어올려 위의 동작을 반복한다. 이때, 보행을 위해서는 좌측 다리(18L)와 우측 다리(18R)를 번갈아 가며 들어올려서 이동하게 되는데 좌측 다리(18L)를 들어올릴 때는 우측방향으로 기울어지고, 우측 다리(18R)를 들어올릴 때는 좌측방향으로 기울어진다. 이 경우 연속적인 동작에서는 좌측과 우측으로 교대로 기울어지면서 전체적으로 로봇(10)이 좌우로 흔들리는 형태가 된다.
- [0018] 이와 같이 이러한 종래의 로봇에서는 이족보행을 위해 롤 관절부가 반드시 구비되어야 하는데, 이 경우 높은 자유도를 가질 수 있지만 장치의 구조가 복잡해지고 롤 관절부를 구비함으로써 인한 가격문제, 백래쉬에 의한 내구성 문제, 안정성 문제 등이 발생한다.
- [0019] 또한, 이족보행시 로봇(10)의 몸통이 좌우측으로 움직여야 하므로 탑승형 로봇의 경우 탑승자의 몸도 좌우측으로 흔들리게 되어 승차감 문제가 발생하고 무거운 짐을 운반하는 경우 짐의 무게에 따른 관성만큼 좌우의 관성력을 제어해야 하는 기술적 문제가 발생한다.
- [0020] 나아가, 종래에 이러한 높은 자유도를 위해서는 많은 액츄에이터를 구성해야 하므로 저에너지 구동에 방해가 된다. 특히, 골반의 롤 관절부와 발목의 롤 관절부는 피치 관절부와 겹쳐서 축일치 구조를 갖는데, 이를 경우 좁은 공간에 2개 이상의 액츄에이터를 구성해야 하므로 외관의 크기가 커지게 되어 휴머노이드 로봇의 외관이 나빠지고 커진 크기로 더 큰 각도의 움직임을 방해한다는 문제점이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0021] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제1687631호
- (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제0927572호
- (특허문헌 0003) 대한민국 등록특허공보 제0709556호
- (특허문헌 0004) 대한민국 공개특허공보 제2013-0095973호
- (특허문헌 0005) 대한민국 공개특허공보 제2015-0082468호

비특허문헌

- [0022] (비특허문헌 0001) 인터넷 영상자료 <https://www.youtube.com/watch?v=BLMkel1XT0c>

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0023] 이에, 본 발명은 롤 관절부 없이 이족보행이 가능한 이족보행 휴머노이드 로봇 및 그의 이족보행 방법을 제공하고자 한다.
- [0024] 또한, 본 발명은 롤 방향 자유도를 사용하지 않고 축 방향 자유도만을 사용하여 이족보행이 가능하도록 하는 휴

머노이드 로봇 및 그의 이족보행 방법을 제공하도록 한다.

과제의 해결 수단

- [0025] 본 발명의 일 실시 예에 따른 이족보행 로봇은, 좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부; 상기 로봇의 좌/우측 다리에서 각각 상기 피치 관절부 중 최하단의 피치 관절부에 연결되고 지면과 각각 맞닿는 좌측 및 우측 발하우징; 상기 좌측 및 우측 발하우징에 각각 구비되며 제어신호에 의해 상기 좌/우측 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 좌/우측 롤관절대체부재; 상기 로봇의 이족보행을 위해 상기 좌/우측 피치 관절부 및 상기 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 각각 제어하는 제어부를 포함하며, 상기 제어부는 상기 로봇의 이족보행 시 상기 로봇의 좌/우측 다리의 피치 관절부의 동작을 제어하고 상기 피치 관절부의 동작에 대응하여 상기 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 동시에 제어한다.

- [0027] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 이족보행 로봇은, 좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 롤(roll) 방향 자유도를 갖는 복수의 롤 관절부 및 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 피치 관절부를 각각 포함하는 복수의 관절부; 상기 로봇의 좌/우측 다리에서 각각 상기 복수의 관절부 중 각각의 최하단의 관절부에 연결되고 지면과 각각 맞닿는 좌/우측 발하우징; 상기 좌측 및 우측 발하우징에 각각 구비되며 제어신호에 의해 상기 좌/우측 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되도록 설계된 좌/우측 롤관절대체부재; 상기 로봇의 이족보행을 위해 상기 복수의 관절부 및 상기 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 각각 제어하는 제어부를 포함하며, 상기 제어부는 상기 로봇의 이족보행 시 상기 복수의 관절부 중 롤 관절부는 고정된 상태에서 상기 적어도 하나의 피치 관절부만 동작하도록 제어하고 상기 피치 관절부의 동작에 대응하여 상기 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 동시에 제어한다.

- [0029] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 이족보행 로봇은, 좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부 및 요(yaw) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 요 관절부를 포함하는 복수의 관절부; 상기 로봇의 좌/우측 다리에서 각각 상기 피치 관절부 중 최하단의 관절부에 연결되고 지면과 각각 맞닿는 좌/우측 발하우징; 상기 좌측 및 우측 발하우징에 각각 구비되며 제어신호에 의해 상기 좌/우측 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 좌/우측 롤관절대체부재; 상기 로봇의 회전보행 시 상기 좌/우측 피치 관절부, 좌/우측 요 관절부 및 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 각각 제어하는 제어부를 포함하며, 상기 제어부는 상기 로봇의 회전보행 시 상기 좌/우측 피치 관절부 및 요 관절부의 동작을 제어하고 상기 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 대응하여 상기 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 동시에 제어한다.

- [0031] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 이족보행 로봇은, 좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 롤(roll) 방향 자유도를 갖는 복수의 좌/우측 롤 관절부, 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부 및 요(yaw) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 요 관절부를 포함하는 복수의 관절부; 상기 로봇의 좌/우측 다리에서 각각 상기 피치 관절부 중 최하단의 관절부에 연결되고 지면과 각각 맞닿는 좌/우측 발하우징; 상기 좌측 및 우측 발하우징에 각각 구비되며 제어신호에 의해 상기 좌/우측 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 좌/우측 롤관절대체부재; 상기 로봇의 회전보행 시 상기 좌/우측 피치 관절부, 좌/우측 요 관절부 및 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 각각 제어하는 제어부를 포함하며, 상기 제어부는 상기 로봇의 회전보행 시 상기 복수의 관절부 중 롤 관절부는 고정된 상태에서 상기 좌/우측 피치 관절부 및 요 관절부만 동작하도록 제어하고 상기 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 대응하여 상기 좌/우측 롤관절대체부재의 동작을 동시에 제어한다.

- [0033] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 이족보행 방법은, 좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부를 포함하는 이족보행 로봇의 이족보행 방법에 있어서, 상기 로봇의 이족보행을 위해 상기 로봇의 좌/우측 다리 중 제1 다리의 피치 관절부가 동작하는 동작단계; 상기 제1 다리의 피치 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지기 직전에 반대편 제2 다리의 발하우징에 구비된 롤관절대체부재가 상기 제2 다리의 발하우징의 안쪽방향으로

로 돌출되는 돌출단계; 상기 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출된 상태를 유지하면서 상기 제1 다리의 피치 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어진 후 이족보행에 따라 다른 지점의 지면에 닿도록 이동하는 이동단계; 및 상기 제1 다리의 발하우징이 상기 다른 지점의 지면에 닿은 후 상기 제2 다리의 롤관절대체부재는 상기 제2 다리의 발하우징에 초기위치로 복귀하는 복귀단계를 포함한다.

[0035] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 이족보행 방법은, 좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 롤(roll) 방향 자유도를 갖는 복수의 좌/우측 롤 관절부 및 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부를 포함하는 이족보행 로봇의 이족보행방법에 있어서, 상기 로봇의 이족보행을 위해 상기 로봇의 좌/우측 다리 중 제1 다리의 롤 관절부는 고정된 상태에서 상기 피치 관절부가 동작하는 동작단계; 상기 제1 다리의 피치 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지기 직전에 반대편 제2 다리의 발하우징에 구비된 롤관절대체부재가 상기 제2 다리의 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 돌출단계; 상기 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출된 상태를 유지하면서 상기 제1 다리의 피치 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어진 후 이족보행에 따라 다른 지점의 지면에 닿도록 이동하는 이동단계; 상기 제1 다리의 발하우징이 상기 다른 지점의 지면에 닿은 후에 상기 제2 다리의 롤관절대체부재는 상기 제2 다리의 발하우징에 초기위치로 복귀하는 복귀단계를 포함한다.

[0037] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 이족보행 방법은, 좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부 및 요(yaw) 방향 자유도를 갖는 복수의 좌/우측 요 관절부를 포함하는 이족보행 로봇의 이족보행 방법에 있어서, 상기 로봇의 회전보행을 위해 상기 로봇의 좌/우측 다리 중 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부가 동작하는 동작단계; 상기 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지기 직전에 반대편 제2 다리의 발하우징에 구비된 롤관절대체부재가 상기 제2 다리의 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 돌출단계; 상기 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출된 상태를 유지하면서 상기 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어진 후 회전보행에 따라 타 지점의 지면에 닿도록 회전하는 회전단계; 및 상기 제1 다리의 발하우징이 상기 타 지점의 지면에 닿은 후에 상기 제2 다리의 롤관절대체부재는 상기 제2 다리의 발하우징에 초기위치로 복귀하는 복귀단계를 포함한다.

[0039] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 이족보행 방법은, 좌우대칭으로 로봇의 좌/우측 다리를 각각 구성하며 롤(roll) 방향 자유도를 갖는 복수의 좌/우측 롤 관절부, 피치(pitch) 방향 자유도를 갖는 적어도 하나의 좌/우측 피치 관절부 및 요(yaw) 방향 자유도를 갖는 복수의 좌/우측 요 관절부를 포함하는 이족보행 로봇의 이족보행방법에 있어서, 상기 로봇의 회전보행을 위해 상기 로봇의 좌/우측 다리 중 제1 다리의 롤 관절부는 고정된 상태에서 상기 피치 관절부 및 요 관절부가 동작하는 동작단계; 상기 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지기 직전에 반대편 제2 다리의 발하우징에 구비된 롤관절대체부재가 상기 제2 다리의 발하우징의 안쪽방향으로 돌출되는 돌출단계; 상기 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출된 상태를 유지하면서 상기 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 의해 상기 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어진 후 회전보행에 따라 타 지점의 지면에 닿도록 회전하는 회전단계; 및 상기 제1 다리의 발하우징이 상기 타 지점의 지면에 닿은 후에 상기 제2 다리의 롤관절대체부재는 상기 제2 다리의 발하우징에 초기위치로 복귀하는 복귀단계를 포함한다.

발명의 효과

[0040] 본 발명에 따른 이족보행 로봇 및 그의 이족보행 방법에서는 다음과 같은 효과를 갖는다.

[0041] 본 발명에 의하면 롤 관절부를 구비하지 않으므로 로봇의 크기 및 부피가 작아지고 가격경쟁력을 갖출 수 있다.

[0042] 또한, 이족보행 시 로봇의 몸통을 좌우로 움직일 필요가 없고 탑승형 로봇의 경우 탑승자의 몸이 좌우로 흔들리지 않기 때문에 승차감이 좋고, 무거운 짐을 운반하는 경우 짐의 무게에 따른 좌우측 관성력을 제어할 필요가 없기 때문에 제어에 필요한 제어비용이 절감된다.

[0043] 또한, 본 발명에 의하면 롤 관절부를 사용하지 않아도 안정적인 이족보행이 가능하게 된다.

[0044] 또한, 본 발명에 의하면 롤 방향 자유도를 사용하지 않으므로 액츄에이터 구동이 간편해지고 에너지 효율이 향상되며 동작속도가 빨라진다.

도면의 간단한 설명

- [0045] 도 1은 종래의 일반적인 이족보행 로봇의 예시도,
- 도 2는 종래의 이족보행 로봇의 두 다리의 관절부에 대한 예시도,
- 도 3은 종래의 이족보행 로봇의 보행시 관절부의 동작을 보인 로봇 관절부의 측면도,
- 도 4는 종래의 이족보행 로봇의 보행시 관절부의 동작을 보인 로봇 관절부의 정면도,
- 도 5는 종래의 이족보행 로봇의 보행에 따른 관절부의 동작을 보인 로봇 관절부의 정면도,
- 도 6은 본 발명에 따른 이족보행 로봇의 구성블럭도,
- 도 7a 내지 도 7c는 본 발명의 실시 예들에 따른 롤관절대체부재의 구성 예시도,
- 도 8a 내지 도 8d는 본 발명의 실시 예에 따른 롤 방향 자유도를 사용하지 않는 이족보행로봇의 관절 예시도,
- 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 이족보행시 관절부의 동작에 대한 예시도이다.
- 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 전진보행에 따른 발하우징의 위치 예시도,
- 도 11은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 회전보행에 따른 발하우징의 위치 예시도,
- 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 전/후진 보행을 위한 이족보행 방법을 보이는 흐름도,
- 도 13은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 회전 보행을 위한 이족보행 방법을 보이는 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0046] 이하에서, 본 발명의 바람직한 실시예가 첨부된 도면들을 참조하여 설명할 것이다. 또한 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[0047] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 구성블럭도이다.

[0048] 도 6에는 이족보행 로봇(100)의 하체에 대한 구성을 도시하고 있으며, 이러한 이족보행 로봇(100)은 좌측 및 우측의 두 다리를 구성하는 복수의 관절부(110), 두 다리에 각각 연결된 좌측 및 우측의 발하우징(120), 좌/우측 발하우징(120)에 각각 설치된 롤관절대체부재(130) 및 복수의 관절부(110)와 롤관절대체부재(130)의 동작을 제어하는 제어부(140)를 포함하여 구성된다.

[0049] 관절부(110)는 인간의 관절부위에 설치되어 로봇(100)의 움직임을 구현하기 위한 것으로서, 예컨대 골반, 무릎, 발목 부위에 각각 설치될 수 있다. 이러한 관절부(110)는 적어도 하나의 자유도를 갖는다. 기본적으로 본 발명에서는 로봇(100)의 전후방향으로 움직임을 구현하기 위해 피치(pitch) 방향의 자유도를 갖는 적어도 하나의 피치 관절부(111)를 포함한다. 여기서 피치 방향은 로봇(100)의 다리를 앞뒤로 움직이는 방향을 의미한다. 따라서 피치 관절부(111)는 다리, 발, 무릎을 앞뒤로 움직일 때 사용된다.

[0050] 본 발명의 다른 실시 예에서 이러한 관절부(110)는 선택적으로 롤(roll) 방향 자유도를 갖는 복수의 롤 관절부(112) 또는 요(yaw) 방향 자유도를 갖는 복수의 요 관절부(113) 중 적어도 하나 이상을 더 포함할 수도 있다. 여기서 롤 방향은 로봇(100)의 다리를 옆으로 움직이는 방향을 의미하며 요 방향은 로봇(100)의 다리를 좌우로 회전하는 방향을 의미한다. 따라서 롤 관절부(112)와 요 관절부(113)는 각각 다리와 발을 측면방향과 회전방향으로 움직일 때 사용된다.

[0051] 이때, 복수의 관절부(110)는 좌우대칭으로 로봇(100)의 좌/우측 다리를 각각 구성하도록 함이 바람직하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0052] 발하우징(120)은 좌측 및 우측 다리에서 복수의 관절부(110) 중 최하단의 관절부에 연결되며 지면과 각각 맞닿아 다리를 지탱하는 역할을 한다. 이는 인간의 발과 같은 역할을 한다. 로봇(100)의 안정적인 직립 및 보행을 위해 발하우징(120)은 일정한 면적 및 두께를 갖는 것이 바람직하다.

- [0053] 롤관절대체부재(130)는 로봇(100)의 좌/우측 다리마다 각각 좌측 및 우측 발하우징(120)에 구비되며 후술하는 제어부(140)의 제어신호에 의해 좌/우측 발하우징(120)의 안쪽방향으로 돌출되도록 구성된다.
- [0054] 제어부(140)는 복수의 관절부(110) 및 롤관절대체부재(130)의 동작을 제어한다. 이러한 제어부(140)는 로봇(100)의 보행 및 회전을 위해 관절부(110) 및 롤관절대체부재(130)를 제어함으로써 안정적인 보행 및 회전이 가능하도록 한다.
- [0055] 이때, 본 발명의 실시 예에서 핵심적인 특징은 제어부(140)가 보행을 위해서는 복수의 관절부(110) 중 피치 관절부(111)만 동작을 제어하도록 하는 것이 중요하며, 이러한 피치 관절부(111)의 동작에 대응하여 롤관절대체부재(130)의 동작을 동시에 제어하는 것이 중요하다.
- [0056] 이러한 제어부(140)에 의한 피치 관절부(111) 및 롤관절대체부재(130)의 동작제어는 복수의 관절부(110)가 피치 관절부(111)만으로 구성되어 로봇(100)의 다리를 구현하는 제1 실시 예와, 복수의 관절부(110)가 피치 관절부(111)와 롤 관절부(112)만으로 구성되어 로봇(100)의 다리를 구현하는 제2 실시 예와, 복수의 관절부(110)가 피치 관절부(111)와 요 관절부(113)만으로 구성되어 로봇(100)의 다리를 구현하는 제3 실시 예와, 복수의 관절부(110)가 피치 관절부(111), 롤 관절부(112) 및 요 관절부(113)로 구성되어 로봇(100)의 다리를 구현하는 제4 실시 예에 모두 적용된다.
- [0057] 즉, 본 발명의 특징은 상기 제1 내지 제4 실시 예에 모두 제어부(140)가 전진 및 후진 보행을 위해 피치 관절부(111)와 롤관절대체부재(130)만을 동작시킴으로써 로봇(100)이 이들 구성요소(111, 130)의 동작만으로 안정적인 전/후진 보행이 가능하도록 하는 것이다. 이에 대해서는 하기에서 상세하게 설명한다.
- [0058] 뿐만아니라, 본 발명의 다른 실시 예에서 핵심적인 특징은 제어부(140)가 보행을 위해서는 복수의 관절부(110) 중 피치 관절부(111)와 요 관절부(113)만 동작을 제어하도록 하는 것이 중요하며, 이러한 피치 관절부(111) 및 요 관절부(113)의 동작에 대응하여 롤관절대체부재(130)의 동작을 동시에 제어하는 것이 중요하다.
- [0059] 이러한 제어부(140)에 의한 피치 관절부(111), 요 관절부(113) 및 롤관절대체부재(130)의 동작제어는 상기한 제 3 및 제4 실시 예에 모두 적용된다. 즉, 본 발명의 특징은 상기 제3 및 제4 실시 예에서 제어부(114)가 회전 보행을 위해 피치 관절부(111) 및 요 관절부(113), 그리고 롤관절대체부재(130)만을 동작시킴으로써 로봇(100)이 이들 구성요소(111, 113, 130)의 동작만으로 안정적인 회전 보행이 가능하도록 하는 것이다. 이에 대해서도 하기에서 상세하게 설명한다.
- [0060] 이와 같이 본 발명에서는 이동 보행 및 회전 보행 시 롤 관절부(112)는 전혀 사용하지 않는 것이 중요하다. 롤 관절부(112)에 의한 롤 방향 자유도를 전혀 사용하지 않고도 안정적인 이족보행(전후이동 및 회전이동)이 가능하도록 하는 것이 본 발명의 핵심이다.
- [0061] 도 7a 내지 도 7c는 본 발명의 실시 예들에 따른 롤관절대체부재의 동작 예시도이다.
- [0062] 도 7a와 같이 본 발명의 일례에 따른 롤관절대체부재(130)는 발하우징(120) 내부에 위치하고 롤관절대체부재(130)의 일단에는 리니어액츄에이터(131)가 연결된다. 이러한 리니어액츄에이터(131)는 제어부(140)의 제어에 의해 구동되며 직선운동을 통해 롤관절대체부재(130)를 발하우징(120)의 외부로 돌출시키거나 초기위치로 다시 복귀시키도록 한다. 롤관절대체부재(130)가 외부로 돌출된 경우에는 롤관절대체부재(130)의 하면이 지면에 닿도록 구성된다.
- [0063] 도 7b를 참조하면 본 발명의 다른 일례에 따른 롤관절대체부재(130)는 발하우징(120) 내부에 위치하고 롤관절대체부재(130)의 일부분에 제1회전축(132)이 형성된다. 이러한 제1회전축(132)은 롤관절대체부재(130)의 어느 한 가장자리 부근에 형성됨이 바람직하다. 롤관절대체부재(130)에 회전액츄에이터(133)가 연결된다. 이러한 회전액츄에이터(133)는 제어부(140)의 제어에 의해 구동되며 회전운동을 통해 롤관절대체부재(130)를 발하우징(120)의 외부로 돌출시키고 초기위치로 다시 복귀시키도록 한다. 이와 같이 롤관절대체부재(130)가 외부로 돌출된 경우에는 롤관절대체부재(130)의 하면이 지면에 닿도록 구성된다.
- [0064] 도 7c를 참조하면 본 발명의 또 다른 일례에 따른 롤관절대체부재(130)는 발하우징(120)의 안쪽 외면에 설치되고 롤관절대체부재(130)의 일부분에 제2회전축(134)이 형성된다. 이러한 제2회전축(134)은 롤관절대체부재(130)의 끝단부 부근에 폭방향으로 형성됨이 바람직하다. 롤관절대체부재(130)에 회전액츄에이터(135)가 연결된다. 이러한 회전액츄에이터(135)는 제어부(140)의 제어에 의해 구동되며 회전운동을 통해 롤관절대체부재(130)를 발하우징(120)의 돌출되도록 하거나 초기위치로 다시 복귀시키도록 한다. 롤관절대체부재(130)가 외부로 돌출된 경우에는 롤관절대체부재(130)의 하면이 지면에 닿도록 구성된다.

- [0065] 도 7c의 경우에는 롤관절대체부재(130)가 초기에 발하우징(120)의 안쪽에 실질적으로 수직방향으로 형성되어 있으며, 제어부(140)로부터의 제어에 의해 회전액츄에이터(135)가 구동함으로써 제2회전축(134)가 회전함에 의해 수직방향에서 발하우징(120)의 안쪽방향으로 수평으로 펼쳐지게 된다. 이로써, 롤관절대체부재(130)가 펼쳐지면 롤관절대체부재(130)의 하면이 지면에 닿도록 한다.
- [0066] 도 7a 내지 도 7c의 일례에서와 같이 롤관절대체부재(130)는 제어부(140)의 제어에 의해 각각 돌출되며, 이때 발하우징(120)의 하부면과 롤관절대체부재(130)의 하부면이 지면에 각각 닿게 되어 지면에 닿는 면적이 넓어지게 되는 효과가 있는 것이다. 이때, 몸체가 지면에 닿은 이후에는 일정한 힘으로 로봇(100)의 다리를 안정적으로 지탱할 수 있도록 설계됨이 바람직하다.
- [0067] 이때, 본 발명의 바람직한 실시 예에서 도면에는 도시하지 않았으나 롤관절대체부재(130)가 발하우징(120)으로부터 돌출될 때 지면과의 마찰을 줄이기 위한 롤링부재(미도시)가 롤관절대체부재(130)의 하면에 설치되는 것이 바람직하다. 이 경우 관절대체부재(130)가 발하우징(120)으로부터 돌출될 때 지면과의 마찰을 줄이기 위해 롤링부재(미도시)가 지면에 닿으면서 회전하도록 동작한다.
- [0068] 도 8a 내지 도 8d는 본 발명의 제1 내지 제4 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 다리의 관절부의 구성 예시도이다.
- [0069] 도 8a는 제1 실시 예로서 로봇(100)의 다리를 구성하는 복수의 관절부(110)가 적어도 하나 이상의 피치 관절부(111)로만 구성된 예시도이다. 이러한 피치 관절부(111)는 예컨대 로봇(100)의 좌/우측 다리에서 각각 골반, 무릎, 발목 부위에 각각 설치될 수 있다. 이들 각각의 피치 관절부(111)는 피치 방향, 즉 로봇(100)의 전후 방향의 1 자유도를 가진다.
- [0070] 여기서, 이러한 제1 실시 예의 경우 로봇(100)이 전진 또는 후진 보행을 위해서는 좌측 또는 우측 다리 중 제1 다리의 골반, 무릎, 발목 중 적어도 하나 이상의 부위의 피치 관절부(111)가 동작하게 되고, 이러한 피치 관절부(111)의 동작에 대응하여 반대편 제2 다리의 롤관절대체부재(130)가 제2 다리의 발하우징(120)의 안쪽방향으로 돌출되도록 동작하게 된다.
- [0071] 이때, 제1 다리의 피치 관절부와 제2 다리의 롤관절대체부재의 동작은 실질적으로 동시에 구현될 수도 있고, 바람직하게는 제1 다리의 피치 관절부가 동작하기 전에 제2 다리의 롤관절대체부재가 동작하도록 할 수도 있다. 이는 제1 다리의 피치 관절부에 의해 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지기 직전에 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출되도록 동작하는 것이 보다 바람직하다.
- [0072] 도 8b는 제2 실시 예로서 로봇(100)의 다리를 구성하는 복수의 관절부(110)가 적어도 하나 이상의 피치 관절부(111)와 복수의 롤 관절부(112)로 구성된 예시도이다. 이러한 피치 관절부(111)는 예컨대 로봇(100)의 좌/우측 다리에서 각각 골반, 무릎, 발목 부위에 설치될 수 있고 롤 관절부(112)는 예컨대 골반과 발목 부위에 설치될 수 있다. 이들 각각의 피치 관절부(111)와 롤 관절부(112)는 각각 로봇(100)의 전후 방향인 피치 방향과 로봇(100)의 측면 방향인 롤 방향의 1 자유도를 각각 가진다. 이에 골반과 발목 부위에서는 피치 관절부(111)와 롤 관절부(112)에 의해 2 자유도를 가진다. 이때, 2 자유도를 동시에 구현하기 위해서는 각각에 해당하는 관절부를 결합할 수도 있다.
- [0073] 이러한 제2 실시 예의 경우 로봇(100)이 전진 또는 후진 보행을 위해서는 롤 관절부(112)는 동작시키지 않고 피치 관절부(111)만 동작하도록 하는 것이 중요하다. 즉, 좌측 또는 우측 다리의 롤 관절부(112)는 그대로 고정된 상태에서 좌측 또는 우측 다리 중 제1 다리의 골반, 무릎, 발목 중 적어도 하나 이상의 부위의 피치 관절부(111)만 동작하게 되고, 이러한 피치 관절부(111)의 동작에 대응하여 반대편 제2 다리의 롤관절대체부재(130)가 제2 다리의 발하우징(120)의 안쪽방향으로 돌출되도록 동작하게 된다.
- [0074] 이때, 제1 다리의 피치 관절부와 제2 다리의 롤관절대체부재의 동작은 실질적으로 동시에 구현될 수도 있고, 바람직하게는 제1 다리의 피치 관절부가 동작하기 전에 제2 다리의 롤관절대체부재가 동작하도록 할 수도 있다. 이는 제1 다리의 피치 관절부에 의해 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지기 직전에 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출되도록 동작하는 것이 보다 바람직하다.
- [0075] 도 8c는 제3 실시 예로서 로봇(100)의 다리를 구성하는 복수의 관절부(110)가 적어도 하나 이상의 피치 관절부(111)와 복수의 요 관절부(113)로 구성된 예시도이다. 이러한 피치 관절부(111)는 예컨대 로봇(100)의 좌/우측 다리에서 각각 골반, 무릎, 발목 부위에 설치될 수 있고, 요 관절부(113)는 예컨대 골반과 발목 부위에 설치될 수 있다. 이들 각각의 피치 관절부(111)와 요 관절부(113)는 각각 로봇(100)의 전후 방향인 피치 방향과 로봇

(100)의 회전 방향인 요 방향의 1 자유도를 가진다. 이에 골반과 발목 부위에서는 피치 관절부(111)와 롤 관절부(112)에 의해 2 자유도를 가진다. 이때, 2 자유도를 동시에 구현하기 위해서는 각각에 해당하는 관절부(111,113)를 결합할 수도 있다.

[0076] 이러한 제3 실시 예의 경우는 로봇(100)의 전후진 보행과 회전 보행이 가능하다. 먼저 로봇(100)의 전진 또는 후진 보행을 위해 요 관절부(113)는 동작시키지 않고 피치 관절부(111)만 동작하도록 하는 것이 중요하다. 즉, 좌측 또는 우측 다리의 롤 관절부(112)는 그대로 고정된 상태에서 좌측 또는 우측 다리 중 제1 다리의 골반, 무릎, 발목 중 적어도 하나의 부위의 피치 관절부(111)만 동작하게 되고, 이러한 피치 관절부(111)의 동작에 대응하여 반대편 제2 다리의 롤관절대체부재(130)가 제2 다리의 발하우징(120)의 안쪽방향으로 돌출되도록 동작하게 된다.

[0077] 만약, 로봇(100)의 좌우 회전 보행을 위해서는 피치 관절부(111)와 요 관절부(113)를 함께 동작시킨다. 즉, 회전 보행을 위해 좌측 또는 우측 다리의 중 제1 다리의 골반, 무릎, 발목 중 적어도 하나의 부위의 피치 관절부(111)와 골반, 발목 중 적어도 하나의 부위의 요 관절부(113)를 동작시키고, 이러한 피치 관절부(111) 및 요 관절부(113)의 동작에 대응하여 반대편 제2 다리의 롤관절대체부재(130)가 제2 다리의 발하우징(120)의 안쪽방향으로 돌출되도록 동작하게 된다. 이에 피치 관절부(111)와 요 관절부(113)의 동작에 의해 발하우징(130)은 측면 방향으로 일정한 거리만큼 이동하도록 할 수 있는 것이다.

[0078] 도 8d는 제4 실시 예로서 로봇(100)의 다리를 구성하는 복수의 관절부(110)가 적어도 하나 이상의 피치 관절부(111), 복수의 롤 관절부(112) 및 복수의 요 관절부(113)로 구성된 예시도이다. 이러한 피치 관절부(111)는 예컨대 로봇(100)의 좌/우측 다리에서 각각 골반, 무릎, 발목 부위에 설치될 수 있고, 롤 관절부(112)는 예컨대 골반과 발목 부위에 설치될 수 있으며, 요 관절부(113)도 예컨대 골반과 발목 부위에 설치될 수 있다. 이들 각각의 피치 관절부(111), 요 관절부(112), 그리고 요 관절부(113)는 각각 로봇(100)의 전후 방향인 피치 방향, 측면 방향인 롤 방향, 그리고 회전방향인 요 방향의 1 자유도를 각각 가진다. 이에 골반과 발목 부위에서는 피치 관절부(111), 롤 관절부(112) 및 요 관절부(113)에 의해 3 자유도를 가진다. 이때, 이와 같이 3 자유도를 동시에 구현하기 위해서는 각각에 해당하는 관절부(111,112,113)를 결합할 수도 있다.

[0079] 이러한 제4 실시 예의 경우도 로봇(100)의 전후진 보행과 회전 보행이 가능하다. 먼저 로봇(100)의 전/후진 보행을 위해 롤 관절부(112) 및 요 관절부(113)는 동작시키지 않고 피치 관절부(111)만 동작하도록 하는 것이 중요하다. 즉, 좌측 또는 우측 다리의 롤 관절부(112)와 요 관절부(113)는 그대로 고정된 상태에서 좌측 또는 우측 다리 중 제1 다리의 골반, 무릎, 발목 중 적어도 하나의 부위의 피치 관절부(111)만 동작하게 되고, 이러한 피치 관절부(111)의 동작에 대응하여 반대편 제2 다리의 롤관절대체부재(130)가 제2 다리의 발하우징(120)의 안쪽방향으로 돌출되도록 동작하게 된다.

[0080] 만약, 로봇(100)의 좌우 회전 보행을 위해서는 롤 관절부(112)는 동작시키지 않고 피치 관절부(111)와 요 관절부(113)만 동작시킨다. 즉, 회전 보행을 위해 좌측/우측 다리의 롤 관절부(112)는 고정된 상태에서 좌/우측 다리 중 제1 다리의 골반, 무릎, 발목 중 적어도 하나의 부위의 피치 관절부(111)와 요 관절부(113)만을 동작시키고, 이러한 피치 관절부(111) 및 요 관절부(113)의 동작에 대응하여 반대편 제2 다리의 롤관절대체부재(130)가 제2 다리의 발하우징(120)의 안쪽방향으로 돌출되도록 동작하게 된다. 이에 피치 관절부(111)와 요 관절부(113)의 동작에 의해 발하우징(130)은 측면 방향으로 일정한 거리만큼 이동하도록 할 수 있다.

[0081] 여기서, 제1 다리의 피치 관절부와 제2 다리의 롤관절대체부재의 동작은 실질적으로 동시에 구현될 수도 있고, 바람직하게는 제1 다리의 피치 관절부가 동작하기 전에 제2 다리의 롤관절대체부재가 동작하도록 할 수도 있다. 이는 제1 다리의 피치 관절부에 의해 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지기 직전에 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출되도록 동작하는 것이 보다 바람직하다.

[0082] 상기한 제1 내지 제4 실시 예에서 각각의 관절부(111,112,113)의 개수는 변경이 가능하다. 무릎 부위의 피치 관절부의 개수를 증가시킬 수도 있고, 골반 또는 발목 부위의 피치 관절부의 개수를 증가 또는 감소시킬 수도 있다. 또한, 골반과 발목 부위의 롤 관절부와 요 관절부도 증가 또는 감소가 가능하다. 이러한 관절부의 개수는 로봇(100)의 전체적인 동작에 따라 설계될 수 있다. 관절부의 개수가 많으면 자유도가 증가하여 많은 동작이 자연스럽게 이루어지는 장점이 있으나 비용이 증가하고 크기가 커지는 문제가 있고, 반대의 경우에는 비용, 크기의 문제는 줄일 수 있으나 동작이 자연스럽게 못하고 제어가 어려워진다. 따라서, 관절부의 개수는 원하는 동작과 비용 등을 고려하여 적절히 설정하는 것이 중요하다.

[0083] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 이족보행시 관절부의 동작에 대한 예시도이다.

- [0084] 도 9에서는 일례로 도 8에서 설명한 제4 실시 예에 따른 로봇(100)의 관절부에 대하여 동작을 설명하고 있지만, 관절부의 동작은 제1 내지 제4 실시 예 모두에게 적용된다.
- [0085] 먼저, 도 9의 (a)는 로봇(100)의 기본자세로서 좌/우측 발하우징(120L, 120R)이 지면에 닿은 상태를 유지한다.
- [0086] 도 9의 (b)는 좌측 발하우징(120L)을 지면으로부터 들어올리기 직전에 우측 발하우징(120R)의 롤관절대체부재(130R)이 우측 발하우징(120R)의 안쪽방향으로 돌출된다.
- [0087] 이후, 도 9의 (c)와 같이 우측 롤관절대체부재(130R)가 돌출되어 지면에 닿은 상태를 유지하면서 좌측 발하우징(120L)이 지면으로부터 떨어지고, 계속해서 이동을 위해 다른 지점의 지면으로 움직이게 된다. 이때, 도 9의 (c)에서 좌측 발하우징(120)이 지면으로부터 떨어져 들어올려질 때 복수의 관절부 중에서 피치 관절부(111L)만 동작한다. 즉, 롤 관절부(112L)와 요 관절부(113L)는 전혀 동작하지 않으며, 우측의 롤 관절부(112R)와 요 관절부(113R)도 역시 전혀 동작하지 않는다는 것이다. 이러한 동작은 도 8의 제1 내지 제3 실시 예에서도 동일하게 적용된다. 즉, 롤 관절부(112) 및/또는 요 관절부(113)는 동작하지 않고 고정된 상태에서 피치 관절부(111)만 동작한다는 것이다.
- [0088] 계속해서, 도 9의 (d)와 같이 좌측 발하우징(120L)이 다른 지점의 지면에 닿게 되고 안정적으로 내디딘 상태가 될 때까지 우측 발하우징(130R)은 계속 돌출된 상태를 유지한다.
- [0089] 이후에는 다시 도 9의 (a)와 같이 우측 발하우징(130R)은 초기위치로 복귀하게 되어 다시 기본자세가 되는 것이다. 다만, 도 9의 (d)에서 도 9의 (a)로 진행하는 경우에는 좌측 발하우징(120L)은 초기의 (a)와는 달리 앞으로 (또는 뒤로) 한걸음 내디딘 상태가 된다. 이는 도 9에서는 관절부의 정면도를 도시함으로써 한걸음 내디딘 상태가 도시되지 않지만, 실제로는 좌측 발하우징(120L)이 우측 발하우징(120R)보다 한걸음 앞으로(또는 뒤로) 이동한 상태가 된다.
- [0090] 계속해서 이동을 이어가는 경우 우측 발하우징(120R)에 대해서도 위와 동일한 과정으로 한걸음 내딛게 된다. 이 경우 내딛는 발하우징(120)의 반대편 다리의 롤관절대체부재(130)가 동작하도록 하여 안정적인 이족보행이 가능하게 한다.
- [0091] 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 전진보행에 따른 발하우징의 위치 예시도이다.
- [0092] 앞서 상술한 바와 같이 본 발명의 실시 예에서 로봇(100)의 다리를 구성하는 관절부(110)는 기본적으로 피치 관절부(111)를 포함하며, 다른 실시 예에서는 부가적으로 롤 관절부(112) 또는 요 관절부(113) 중 적어도 하나 이상을 더 포함할 수도 있다.
- [0093] 도 10에서는 설명의 편의상 로봇(100)의 두 다리가 피치 관절부(111)와 롤 관절부(112)로 구성된 예에 대하여 설명하기로 한다. 하지만, 로봇(100)의 두 다리가 피치 관절부(111)만으로 구성된 예에도 이족보행에 따른 동작의 동일한 원리가 적용된다.
- [0094] 도 10의 (a)는 이족보행 로봇(100)의 기본자세로서 발에 해당하는 두 발하우징(120L, 120R)은 지면에 닿아 있고 각 관절부(110)는 직립하기 위한 제어가 이루어진다.
- [0095] 도 10의 (b)는 두 발하우징(120L, 120R)이 지면에 닿은 상태에서 좌측 발하우징(120L)을 들어올리기 직전의 상태이다. 좌측 발하우징(120L)을 들어올리기 직전에 우측 발하우징(120R)의 롤관절대체부재(130R)가 동작하여 우측 발하우징(120R)의 안쪽방향으로 돌출된다.
- [0096] 도 10의 (c)는 우측 발하우징(120R)이 안쪽방향으로 돌출된 상태에서 좌측 발하우징(120L)을 들어올린 상태이다. 이때 중요한 것은 좌측 발하우징(120R)을 들어올리기 위해 두 다리의 롤 관절부(112L, 112R)는 전혀 동작하지 않고 좌측 다리의 피치 관절부(111L)만 동작한다는 즉, 롤 관절부(112L, 112R)에 의한 롤 방향 자유도를 전혀 사용하지 않는다. 이는 상기 제1 실시 예와 같이 롤 관절부(112L, 112R)가 없는 경우에도 동일하게 적용된다. 이와 같이 좌측 다리의 피치 관절부(111L)의 동작에 따라 좌측 발하우징(120L)이 지면으로부터 떨어지게 된다.
- [0097] 이때, 도 10의 (c)에서는 롤 관절부(112)를 동작하지 않고 좌측 다리를 지면으로부터 들었기 때문에 종래기술에서는 로봇(100)은 무게중심(COG)이 무너져 좌측방향으로 넘어지게 되지만, 본 발명에서는 롤관절대체부재(130)가 발하우징(120)의 안쪽방향으로 돌출되기 때문에 로봇(100)의 무게중심(COG)이 롤관절대체부재(130)에 위치하게 되어 로봇(100)은 넘어지지 않고 안정적인 보행이 가능한 것이다.
- [0098] 이와 같이 본 발명에서는 종래기술과는 달리 휴머노이드 로봇이 롤 방향 자유도를 사용하지 않고도 안정적인 보

행이 가능한 것이다.

- [0099] 도 10의 (d)는 좌측 발하우징(120L)이 이동보행을 위해 다른 지점의 지면으로 내딛는 상태를 도시한다. 즉, 우측 발하우징(120R)이 안쪽방향으로 돌출된 상태에서 좌측 다리의 피치 관절부(111L)가 동작하여 발하우징(120L)이 들어올린 후, 이동을 위해 피치 관절부(111L)의 추가적인 동작에 따라 다른 지점의 지면으로 발하우징(120L)을 이동시켜 그 지면에 내딛도록 한다.
- [0100] 도 10의 (e)는 좌측 발하우징(120L)이 다른 지점의 지면에 닿은 이후에 우측 롤관절대체부재(130R)는 다시 초기 위치로 복귀된다. 도 10의 (e)에서는 실제로는 좌측 발하우징(120L)이 앞으로 내딛던 상태임을 알 수 있다. 이는 로봇(100)이 앞으로 전진보행하기 위해 좌측 다리를 앞으로 이동시킨 것을 의미한다.
- [0101] 이후에, 계속 전진을 하기 위해서는 반대편인 우측 다리를 다시 앞으로 내딛게 되는데 이를 위해서는 반대 다리에 대하여 도 10의 (b) 내지 (e)와 같은 원리로 피치 관절부와 롤관절대체부재가 동작하게 된다. 다만, 이동하고자 하는 다리의 피치 관절부와 그 반대편 다리의 롤관절대체부재가 서로 대응하여 동작되어야 한다.
- [0102] 도 11은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 회전보행에 따른 발하우징의 위치 예시도이다.
- [0103] 상술한 바와 같이 본 발명의 다른 실시 예에서 로봇(100)의 다리를 구성하는 관절부(110)는 기본적으로 피치 관절부(111)를 포함하지만 부가적으로 롤 관절부(112) 또는 요 관절부(113) 중 적어도 하나 이상을 더 포함할 수도 있다.
- [0104] 도 11에서는 설명의 편의상 로봇(100)의 두 다리가 피치 관절부(111), 롤 관절부(112) 및 요 관절부(113)로 구성된 예에 대하여 설명하기로 한다. 하지만, 이러한 설명은 로봇(100)의 두 다리가 피치 관절부(111)와 요 관절부(113)만으로 구성된 예에도 동일한 동작의 원리가 적용된다.
- [0105] 도 11의 (a)는 이족보행 로봇(100)의 기본자세로서 발에 해당하는 두 발하우징(120L, 120R)은 지면에 닿아 있고 각 관절부(110)는 직립하기 위한 제어가 이루어진다.
- [0106] 도 11의 (b)는 두 발하우징(120L, 120R)은 지면에 닿은 상태를 유지한 채 좌측 발하우징(120L)을 들어올리기 직전의 상태이다. 좌측 발하우징(120L)을 들어올리기 직전에 우측 발하우징(120R)의 롤관절대체부재(130R)가 동작하여 우측 발하우징(120R)의 안쪽방향으로 돌출된다.
- [0107] 도 11의 (c)는 우측 발하우징(120R)이 안쪽방향으로 돌출된 상태에서 좌측 발하우징(120L)을 들어올린 상태이다. 여기서, 중요한 특징은 이러한 동작시 두 다리의 롤 관절부(112L, 112R)는 전혀 동작하지 않고 좌측 다리의 피치 관절부(111L) 및 요 관절부(113L)만 동작하게 된다는 것이다. 즉, 롤 방향 자유도를 전혀 사용하지 않는다는 것이다.
- [0108] 이는 상기한 제3 실시 예와 같이 두 다리에 롤 관절부(112L, 112R)가 없는 경우에도 동일하게 적용된다. 이와 같이 좌측 다리의 피치 관절부(111L)의 동작에 따라 좌측 발하우징(120L)이 지면으로부터 떨어지게 된다.
- [0109] 이때, 앞서 도 10의 (c)에서도 설명한 바와 같이 도 11의 (c)에서도 롤 관절부(112)를 동작하지 않고 좌측 다리를 지면으로부터 들었기 때문에 종래기술에서는 로봇(100)은 무게중심(COG)이 무너져 좌측방향으로 넘어지게 되지만, 본 발명에서는 롤관절대체부재(130)가 발하우징(120)의 안쪽방향으로 돌출되어 지면에 닿으므로 로봇(100)의 무게중심(COG)이 롤관절대체부재(130)에 위치하여 로봇(100)은 넘어지지 않고 안정적인 회전보행이 가능한 것이다.
- [0110] 이와 같이 본 발명에서는 종래기술과는 달리 휴머노이드 로봇이 롤 방향 자유도를 사용하지 않고도 안정적인 회전이 가능한 것이다.
- [0111] 도 11의 (d)는 좌측 발하우징(120L)이 회전보행을 위해 다른 지점의 지면으로 내딛는 상태를 도시한다. 즉, 우측 발하우징(120R)이 안쪽방향으로 돌출된 상태에서 좌측 다리의 피치 관절부(111L) 및 요 관절부(113L)가 동작하여 좌측 발하우징(120L)을 들어올린 후 좌측으로 회전이동을 위해 피치 관절부(111L) 및 요 관절부(113L)의 추가적인 동작에 따라 다른 지점의 지면으로 좌측 발하우징(120L)을 이동시켜 그 지면에 내딛도록 한다. 다시 말하면, 좌측 다리를 왼쪽방향으로 일정한 거리만큼 이동한 것으로서 로봇(100)이 좌측방향으로 회전한 효과를 갖도록 하는 것이다.
- [0112] 도 11의 (e)는 좌측 다리의 발하우징(120L)이 다른 지점의 지면에 닿은 이후에 우측 다리의 롤관절대체부재(130R)는 다시 초기위치로 복귀된다.

- [0113] 도 11의 (f)는 좌측 발하우징(120L)이 좌측방향으로 회전이동한 상태이므로 우측 발하우징(120R)이 좌측 발하우징(120L) 방향으로 따라가기 위해 동작하는 상태로서 두 발하우징(120L, 120R)이 지면에 닿은 상태에서 우측 발하우징(120R)을 들어올리기 직전의 상태이다. 우측 발하우징(120R)을 들어올리기 직전에 좌측 발하우징(120L)의 롤관절대체부재(130L)가 동작하여 좌측 발하우징(120L)의 안쪽방향으로 돌출된다.
- [0114] 이후에는 도 11의 (g)는 우측 발하우징(120R)이 좌측 발하우징(120L)과 나란히 되도록 회전이동하기 위해 우측 발하우징(120R)을 들어올린 상태이다. 이 경우도 역시 이러한 동작시 두 다리의 롤 관절부(112L, 112R)는 전혀 동작하지 않고 우측 다리의 피치 관절부(111R) 및 요 관절부(113R)만 동작하게 된다는 것이다. 즉, 롤 방향 자유도를 전혀 사용하지 않는다는 것이다.
- [0115] 계속해서 도 11의 (h) 및 (i)에서와 같이 우측 발하우징(120R)이 다른 지점으로 이동하여 지면에 닿은 후 좌측 롤관절대체부재(130L)가 초기위치로 복귀한다.
- [0116] 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 전진 또는 후진 보행을 위한 이족보행 방법을 보이는 흐름도이다.
- [0117] 도 12를 참조하면, 로봇(100)의 전진 또는 후진을 위한 이족보행을 시작하기 위해 좌/우측 다리 중 제1 다리의 피치 관절부가 동작한다(S101). 이러한 피치 관절부의 동작은 전진 또는 후진을 위해 제1 다리를 들어올리기 위한 동작이다.
- [0118] 이후에 제1 다리의 피치 관절부의 동작에 의해 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지기 직전에 반대편 제2 다리의 발하우징에 구비된 롤관절대체부재가 제2 다리의 발하우징의 안쪽방향으로 돌출된다(S103).
- [0119] 이어, 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출된 상태를 유지하면서 제1 다리의 피치 관절부의 동작에 의해 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지고(S105), 이후에 전진 또는 후진 보행을 위해 다른 지점의 지면에 닿도록 이동한다(S107).
- [0120] 계속해서, 제1 다리의 발하우징이 다른 지점의 지면에 닿은 후에 제2 다리의 롤관절대체부재는 제2 다리의 발하우징에 초기위치로 복귀한다(S109).
- [0121] 상기한 도 11의 이족보행 방법은 기본적으로 로봇(100)의 두 다리를 구성하는 복수의 관절부(110)가 피치 관절부(111)만으로 구성된 예에 적용되지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 복수의 관절부(110)가 피치 관절부(111)뿐만 아니라 선택적으로 롤 관절부(112) 및/또는 요 관절부(113)를 더 포함하는 예에도 적용된다.
- [0122] 후자와 같이 롤 관절부(112) 및/또는 요 관절부(113)를 더 포함하는 경우 로봇(100)의 전진 또는 후진 보행시에는 롤 관절부(112) 및/또는 요 관절부(113)는 동작하지 않고 고정된 상태에서 피치 관절부(111)만 동작시키도록 한다. 이는 롤 방향 및/또는 요 방향 자유도는 사용하지 않고 오로지 피치 방향 자유도만을 사용하여 로봇(100)의 전/후진 이동보행을 안정적으로 수행할 수 있도록 하는 것이다.
- [0123] 도 13은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 이족보행 로봇의 회전 보행을 위한 이족보행 방법을 보이는 흐름도이다.
- [0124] 도 13을 참조하면, 로봇(100)의 좌측 또는 우측 방향의 회전보행을 위해 좌/우측 다리 중 제1 다리의 피치 관절부와 요 관절부가 동작한다(S201). 이러한 피치 관절부 및 요 관절부의 동작은 회전보행을 위해 제1 다리를 들어올리고 회전하기 위한 동작이다.
- [0125] 이후에 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 의해 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어지기 직전에 반대편 제2 다리의 발하우징에 구비된 롤관절대체부재가 제2 다리의 발하우징의 안쪽방향으로 돌출된다(S203).
- [0126] 이어, 제2 다리의 롤관절대체부재가 돌출된 상태를 유지하면서 제1 다리의 피치 관절부 및 요 관절부의 동작에 의해 제1 다리의 발하우징이 지면으로부터 떨어져 회전하고(S205), 회전보행을 위해 타 지점의 지면에 닿도록 이동한다(S207).
- [0127] 여기서, S205 단계는 제1 다리의 발하우징은 지면으로부터 떨어지는 동작과 회전하는 동작은 동시에 구현되거나 일정한 시간차를 두고 어느 하나가 먼저 구현될 수도 있다.
- [0128] 계속해서, 제1 다리의 발하우징이 타 지점의 지면에 닿은 후에 제2 다리의 롤관절대체부재는 제2 다리의 발하우징에 초기위치로 복귀한다(S209).

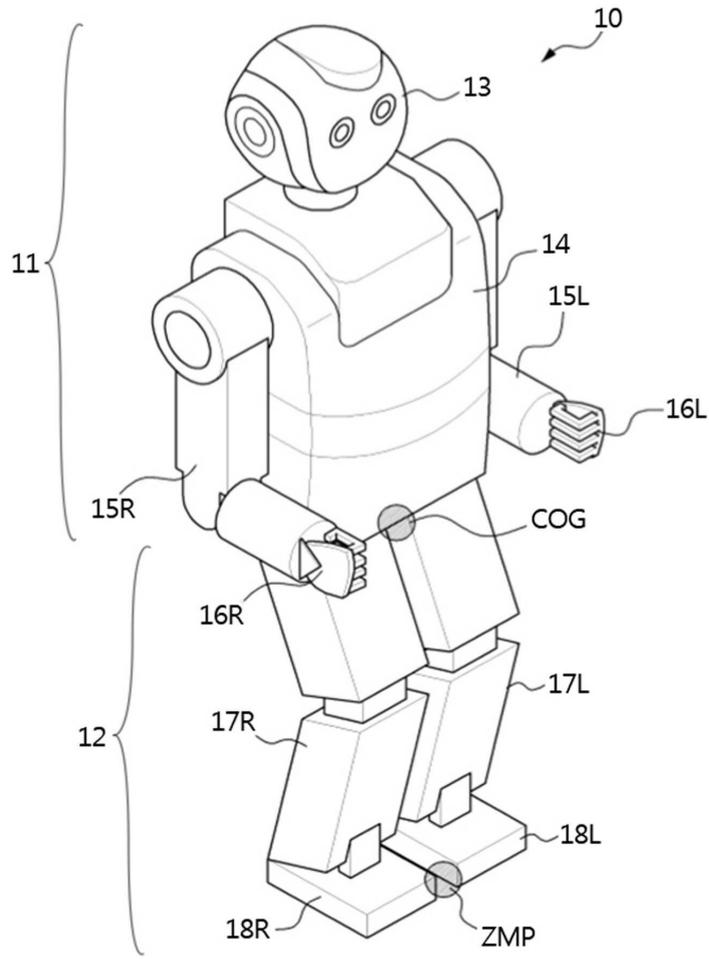
- [0129] 상기한 도 13의 회전보행 방법은 기본적으로 로봇(100)의 두 다리를 구성하는 복수의 관절부(110)가 피치 관절부(111)와 요 관절부(113)만으로 구성된 예에 적용되지만, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니며, 복수의 관절부(110)가 피치 관절부(111) 및 요 관절부(113)뿐만 아니라 선택적으로 롤 관절부(112)를 더 포함하는 예에도 적용된다.
- [0130] 후자에서와 같이 롤 관절부(112)를 더 포함하는 경우 로봇(100)의 좌측 또는 우측 회전보행시에는 롤 관절부(112)는 동작하지 않고 고정된 상태에서 피치 관절부(111) 및 요 관절부(113)만 동작시키도록 한다. 이는 롤 방향 자유도는 사용하지 않고 피치 방향 및 요 방향 자유도만을 사용하여 로봇(100)의 좌/우측 회전보행을 안정적으로 수행할 수 있도록 하는 것이다.
- [0131] 도 12 및 도 13에서 로봇(100)의 전후진 보행 및 회전 보행시 발하우징의 안쪽방향으로 롤관절대체부재가 돌출될 때 그 돌출된 롤관절대체부재에 로봇의 무게중심이 위치하는 것이 바람직하다. 이는 롤 방향 자유도를 사용하지 않음으로써 무게중심의 이동에 따라 넘어지는 것을 방지하기 위해 무게중심을 그대로 유지하기 위한 것이다.
- [0132] 또한, 도 12 및 도 13에서 S103 단계 및 S203 단계는 제어부의 제어신호에 의해 리니어액츄에이터가 동작하여 제2 다리의 발하우징으로부터 롤관절대체부재를 직선운동으로 밀어내거나, 제어신호에 의해 회전액츄에이터가 동작하여 제2 다리의 발하우징으로부터 롤관절대체부재를 회전운동으로 밀어내거나, 또는 제어신호에 의해 회전액츄에이터가 동작하여 제2 다리의 발하우징의 측면에서 롤관절대체부재를 회전시켜 지면에 닿도록 할 수 있다.
- [0133] 이상에서 설명한 본 발명은 바람직한 실시 예들을 통하여 상세하게 설명되었지만, 본 발명은 이러한 실시 예들의 내용에 한정되는 것이 아님을 밝혀둔다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 비록 실시 예에 제시되지 않았지만 첨부된 청구항의 기재 범위 내에서 다양한 본 발명에 대한 모조나 개량이 가능하며, 이들 모두 본 발명의 기술적 범위에 속함은 너무나 자명하다 할 것이다. 이에, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

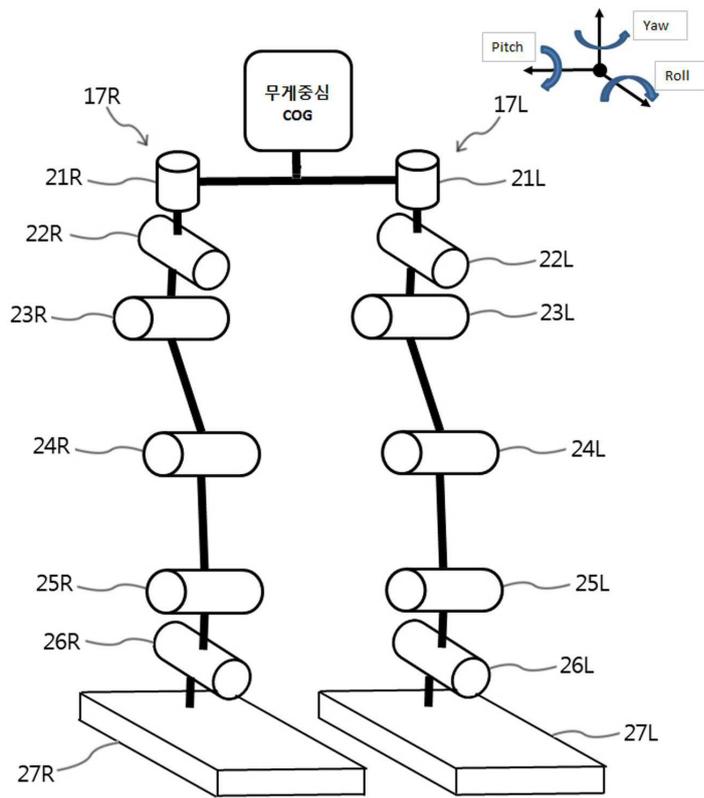
- [0134] 100 : 이족보행 로봇 110 : 관절부
- 111 : 피치 관절부 112 : 롤 관절부
- 113 : 요 관절부 120 : 발하우징
- 130 : 롤관절대체부재 140 : 제어부

도면

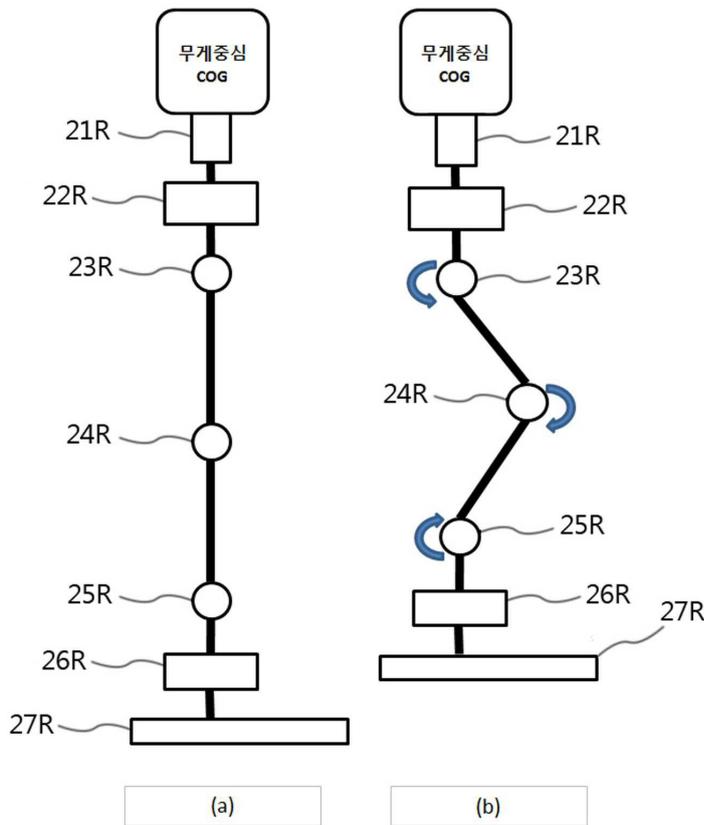
도면1



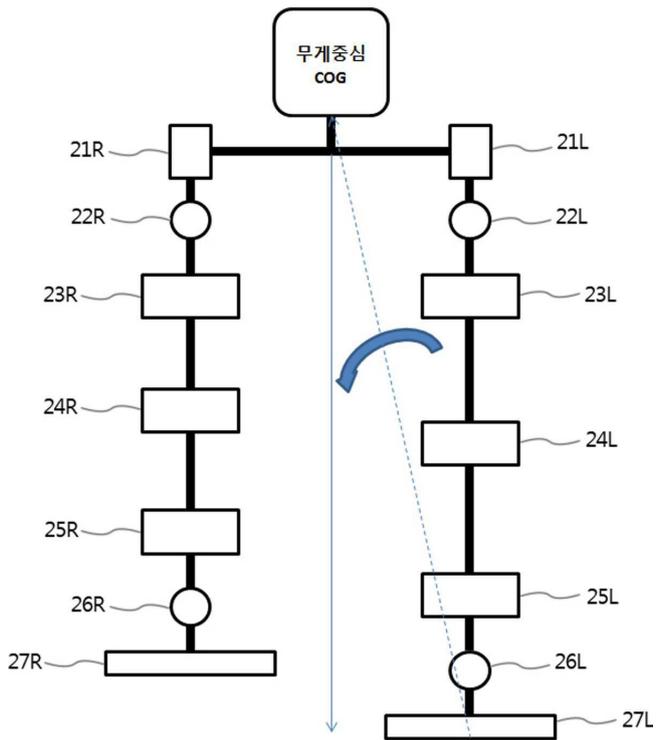
도면2



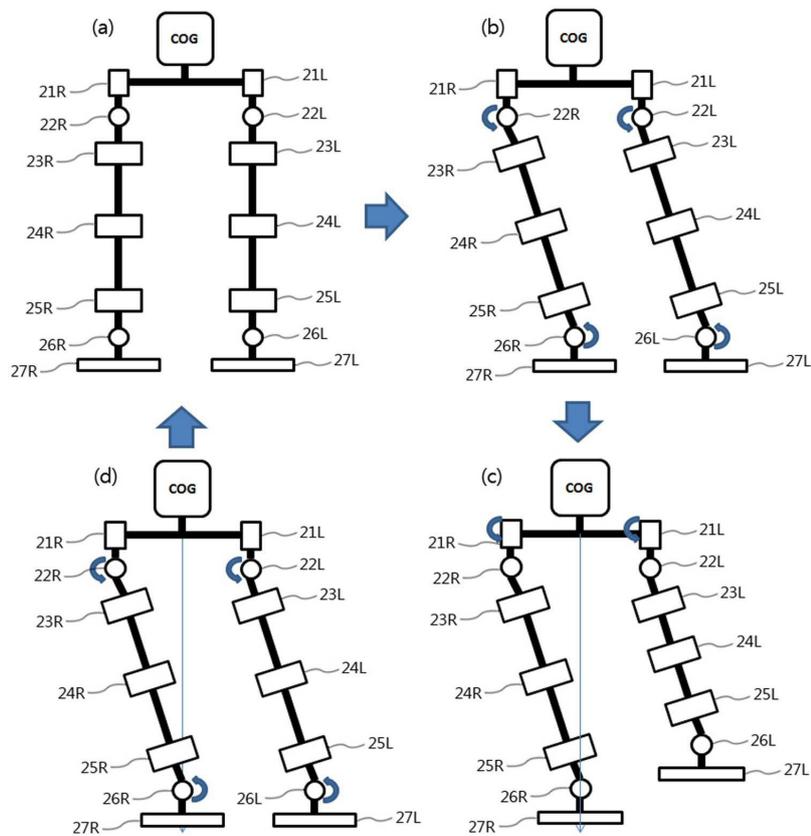
도면3



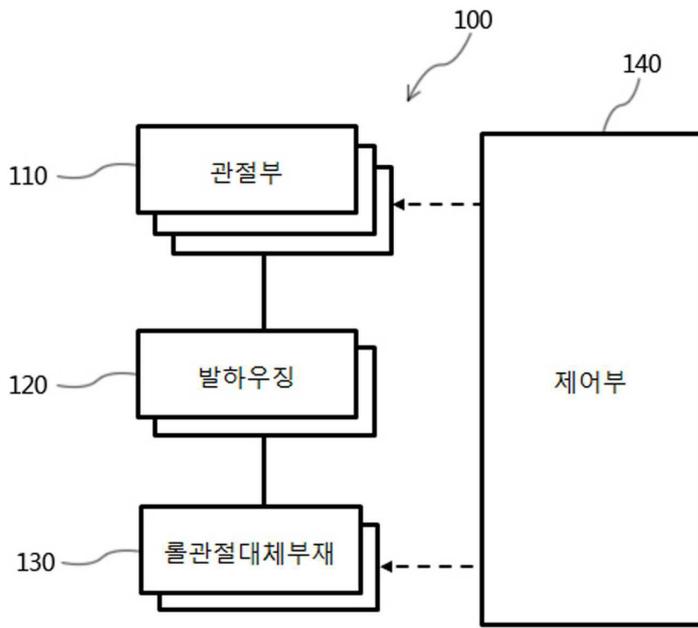
도면4



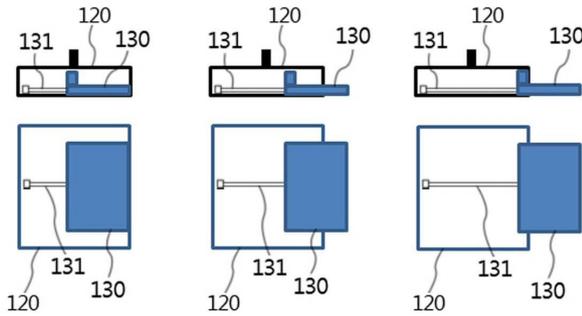
도면5



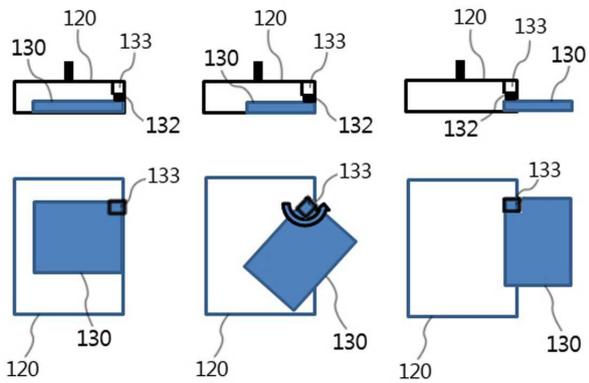
도면6



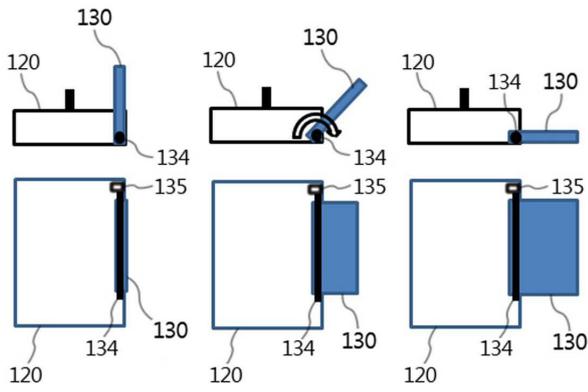
도면7a



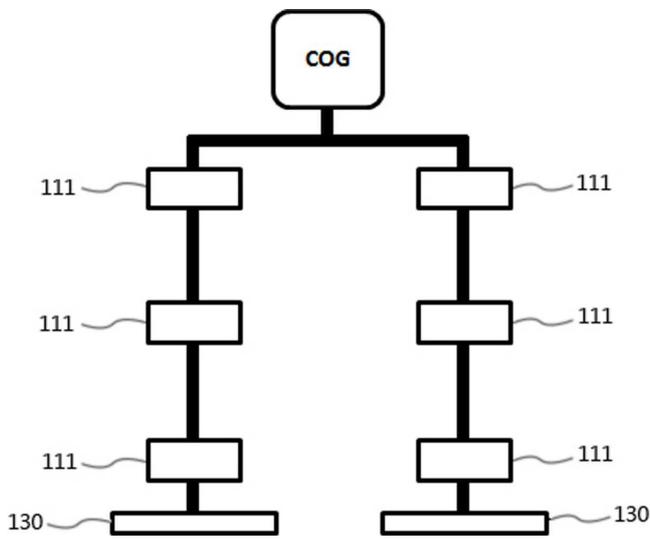
도면7b



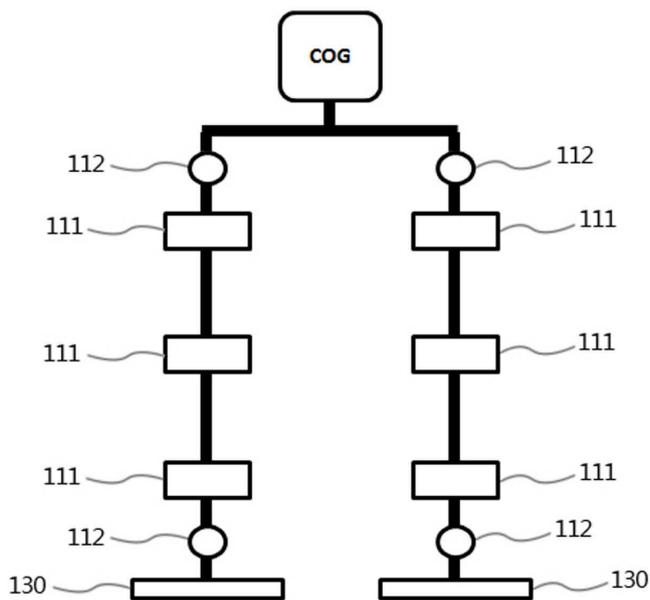
도면7c



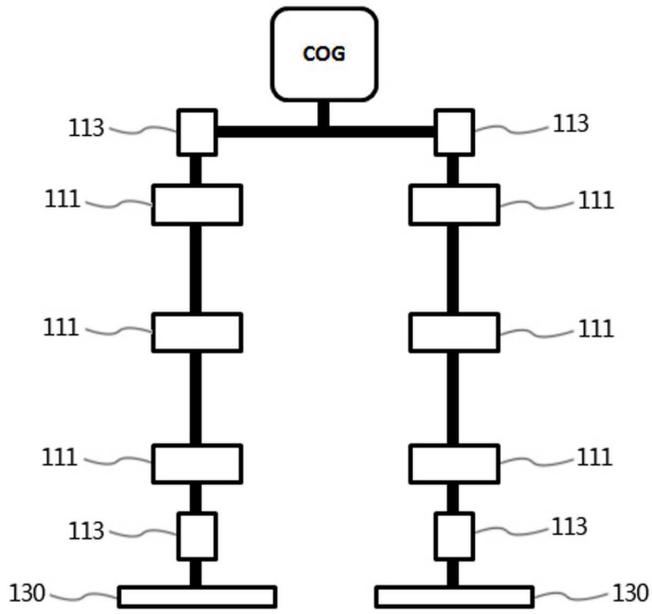
도면8a



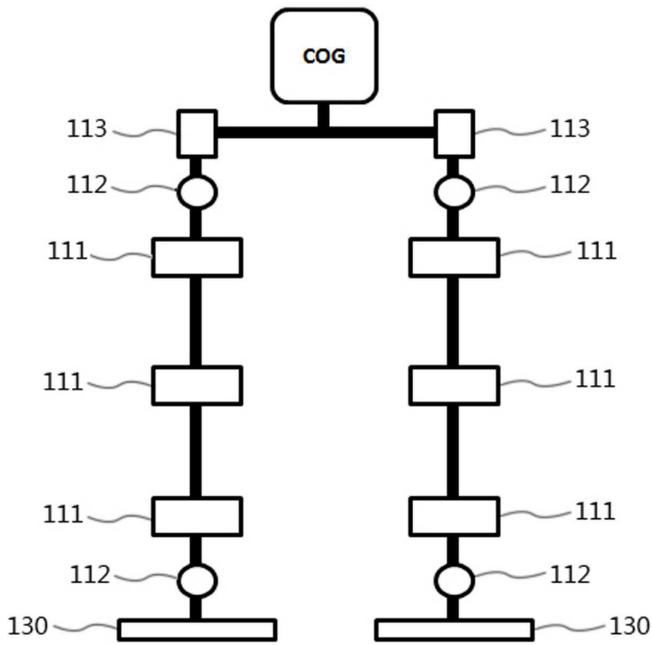
도면8b



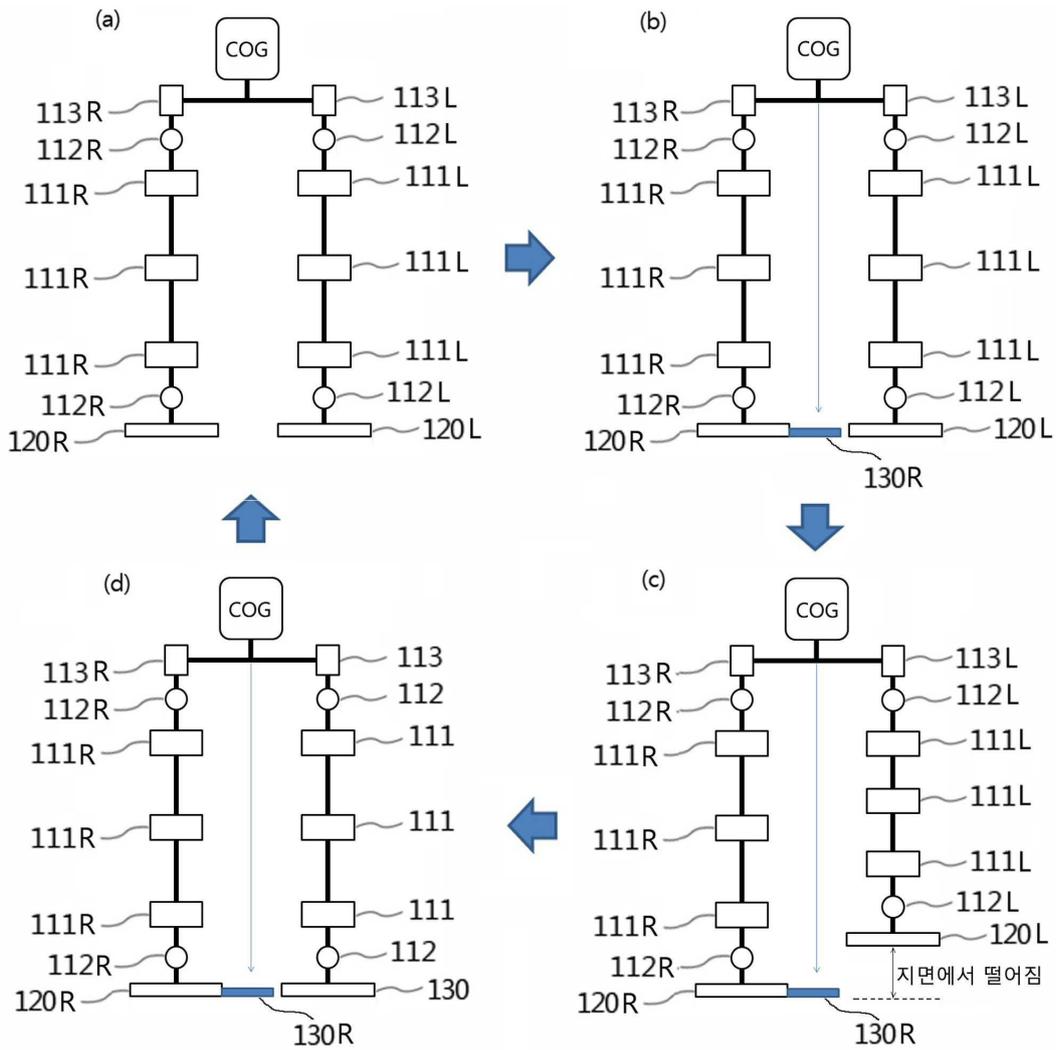
도면8c



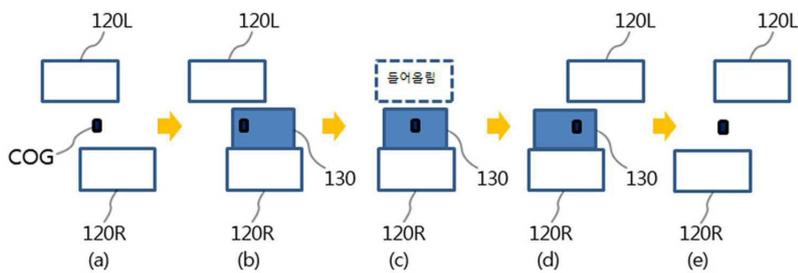
도면8d



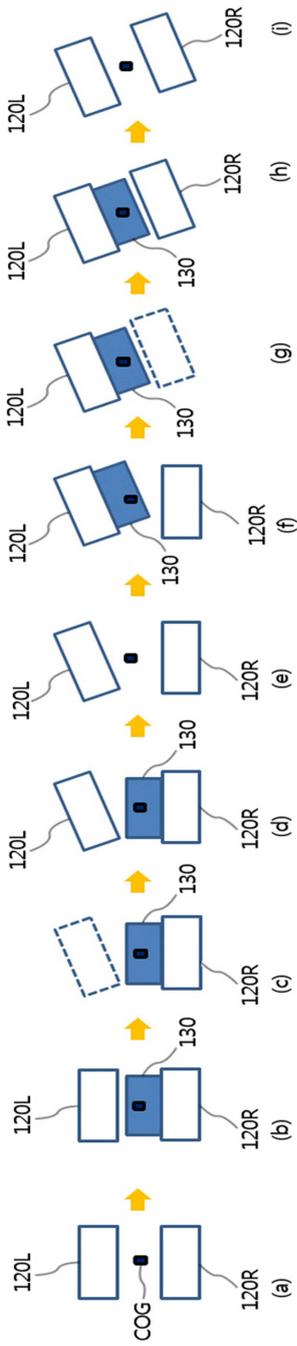
도면9



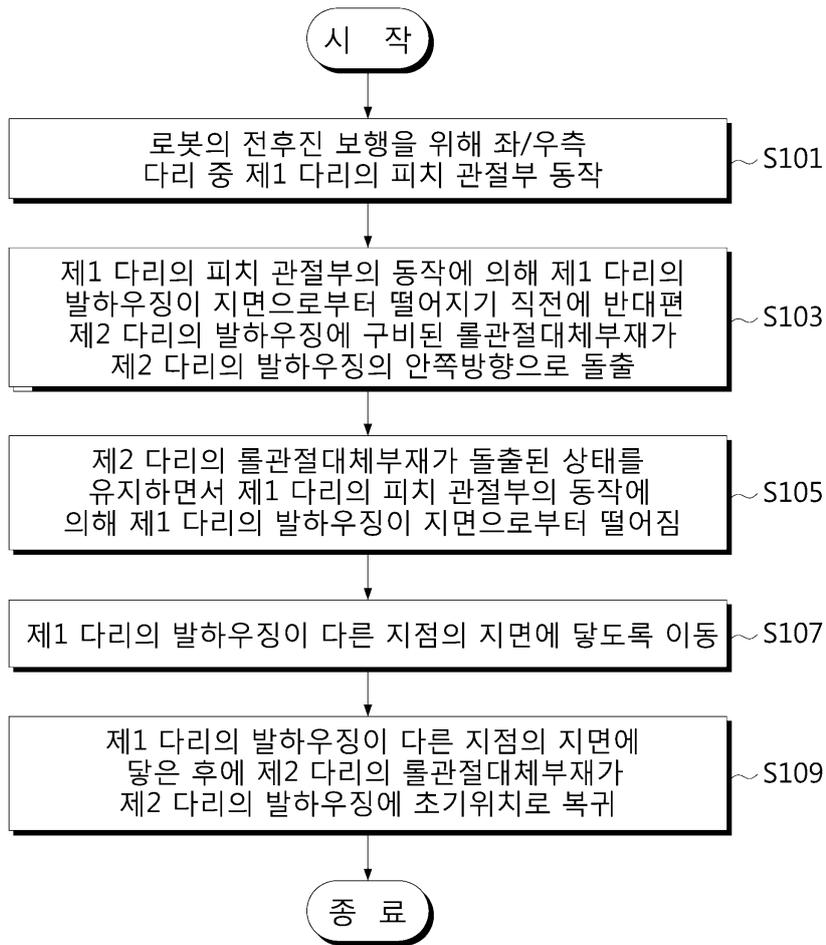
도면10



도면11



도면12



도면13

