

고중량 지지 가능한 이족보행로봇의 개발

최형식*(한국해양대 기계공학과), 이상준(한국해양대 대학원 기계공학과), 오주환(동일파텍), 강영환
(동일파텍)

Development of Biped Walking Robot Capable of Supporting Heavy Weight

H. S. Choi(Mechanical Eng. Dept. KMU), S. J. Lee(Mechanical Eng. Dept., KMU), j. h. Oh(Dongil Fatec Co.),
y. h. Kang(Dongil Fatec Co.)

ABSTRACT

In this paper, design modification was performed to improve the structure of ex-developed 12 D.O.F Biped walking robot KUBIR-1 similar with human beings. The motion of KUBIR-1 was slow and had a limited walking space. Hence I designed an improved BWR named KUBIR-2 with 12 degree of freedom.

KUBIR-2 was designed to solve the following problems of KUBIR-1. First, KUBIR-2 was more simply designed in the four-bar-link mechanism, and its weight was reduced. Second, it had the built-in controller and motor driver. Third, walking velocity of KUBIR-2 was increased by improvement of speed and motion joint angle range. In addition to these, we modified the structure of the foot for more stable walking.

Key Words : Biped walking Robot(이족보행로봇), four-bar-link mechanism(4 절 링크구조)

1. 서론

이족보행로봇은 현재 사람들이 생활하고 있는 생활공간에서 문턱, 층계 및 경사면과 같은 복잡한 환경에서 인간과 함께 고중량을 이송작업과 같은 작업을 할 수 있는 성능을 구비하는 것은 중요하다.

현재까지 개발된 이족보행로봇은 혼다의 아시모, 가와다의 HRP-2, 도요다의 I-FOOT, KIAST 의 휴보 등이 있으나[1-3] 대부분이 50kg 내외의 경량으로 개발되어 작업물체의 이송능력이 없다. 이 중 고중량을 지지 가능한 로봇은 도요다의 I-FOOT 이지만 로봇의 중량이 200kg 이상으로 인간생활환경에서 적용하기 어려운 구조이다.

본 논문에서는 경량이며 고중량을 지지 가능한 4 절 링크기반의 새로운 관절구동기를 제안하고 이를 적용한 새로운 구조의 이족보행로봇에 대한 연구결과를 소개하였다. 로봇의 기구부 및 제어부의 내용과 개발 로봇의 성능시험을 수행하였다.

2. 이족보행로봇의 기구적 구조

개발로봇은 중량 48kg 의 12 자유도로 구성된 이족보행로봇의 하체부로 구성되었다. 각 다리는 골반관절에 yaw, roll, pitch 3 축을 가지고 무릎관절의 pitch 축, 발목관절의 roll 과 pitch 축으로 구성되어 있다. 다리링크의 각 길이는 Fig. 1 에 소개하였으며 모든 관절 구동모터는 150W DC 모터를 사용하였고

각 관절의 회전반경은 골반관절의 pitch 축은 전방 73° 무릎관절의 pitch 축은 후방 85°, 발목관절의 pitch 축은 전방 55°로 18cm 높이의 계단 보행을 목표로 설계 제작하였다.

로봇의 관절구조는 골반관절의 Yaw 축과 Roll 축 그리고 발목관절의 Roll 축은 감속기와 직결되거나 타이밍 폴리, 벨트 시스템으로 구성되어 있으나 허리, 무릎, 발목의 Pitch 축은 토크의 전달력과 고토크를 내기 위하여 경량화지만 고중량 지지 가능한 4 절 링크기반으로 개발한 관절구동기를 채택하고 있다.

개발한 관절 구동기는 사절링크의 한 변을 강성이 높은 관절 불나사를 적용하여 모멘트를 발생시키는 방법으로 상대적으로 높은 관절구동력을 발생할 수 있는 장점과 불나사의 용이한 교체로 관절 회전 속도를 상황에 맞게 다양하게 구성할 수 있는 장점이 있다. 다리의 경량화를 위해 정강이부에 두 개의 관절을 4 절 링크 구동기를 설치하였다. 관절 구동기는 1 축 및 2 축 구동기로 나눌 수 있다. Fig. 2는 개발한 이족보행로봇의 전체사진이다.

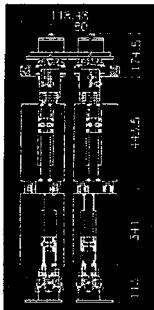


Fig. 1 Dimensions of the robot

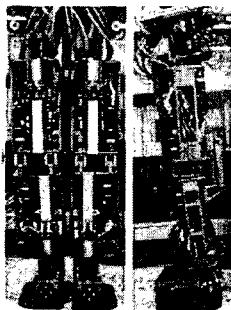


Fig. 2 Photograph of the robot

3. 이족보행로봇의 제어시스템

이족 로봇의 제어를 위해 개발한 전체 제어시스템 구성도는 Fig. 3 과 같다.

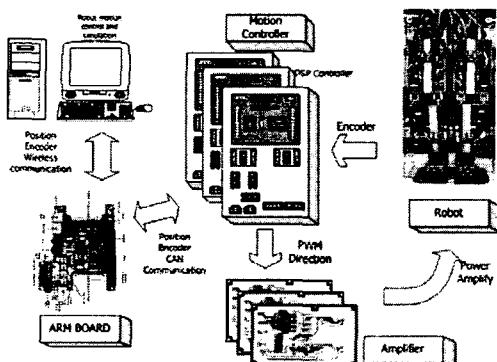


Fig. 3 Composition of motion controller

전체 제어시스템은 크게 Host PC, 주 제어기, 관절 축 제어기, 모터 드라이버, 그리고 통신시스템으로 구성된다.

Host PC는 무선 이더넷을 이용하여 주 제어기인 ARM Board에 로봇의 작업명령을 내리거나 로봇 하체의 관절 구동모터의 상태를 확인하고 주 제어기인 ARM Board는 Host PC로부터 받은 로봇 하체의 관절 구동모터 제어기들에 동작 명령을 보내고, 각 관절 구동모터로부터 받은 엔코더 신호를 무선통신으로 Host PC로 전송하도록 구성하였다. 관절구동모터 제어기는 TMS320LF2407A 마이크로프로세서를 기반으로 개발하였으며 엔코더 카운터 칩 두 개가 내장된 전용 모터 제어보드 한 대로 두 축의 모터를 제어할 수 있다. 모터 드라이버는 구동모터 제어기에서 출력되는 PWM과 모터회전 방향 신호에 따라 150W DC 모터에 전압을 공급할 수 있도록 직접 제작하였다.

4. 보행시험

개발로봇의 성능과 효율 등을 알아보기 위해서

보행 시험을 하였다. 보행시험은 로봇중량 48kg에 70kg 중량의 물체를 로봇상단에 고정하고 로봇구동에 관한 관절각들의 경로를 ARM 보드에 미리 입력하였다. Host PC에서 Teaching에 의해 오른발부터 이동하고 중심이동을 하여 한 걸음을 걷도록 하였으며 보폭의 길이는 10cm이다. Fig 4는 로봇의 단계적 보행시험을 한 사진이며 118kg의 하중을 견디며 성공적으로 보행하는데 장면들이다.

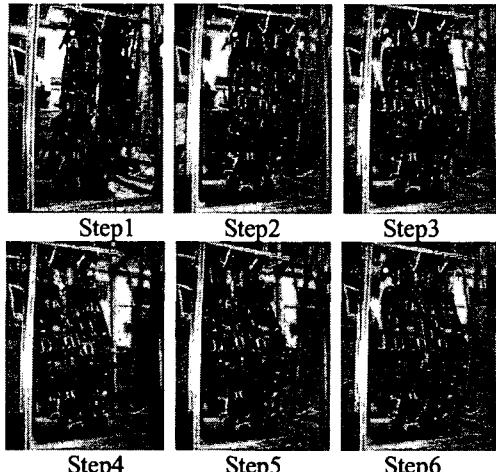


Fig. 4 Motion control of the robot

5. 결론

본 논문에서는 새로운 구조의 12 자유도 로봇을 개발하였다. 개발 로봇은 경량이지만 120kg 이상의 고중량 지지 가능한 구조로 설계하였으며 보행시험을 통해 118kg의 중량을 지지하며 보행하 성능을 확인하였다.

각 다리는 모듈화된 구동기 및 제어기를 내장하여 경량화 및 소형화하였다. 큰 토크가 걸리는 관절은 4 젤링크를 이용한 관절로 구성하여 이족보행로봇은 강력한 토크를 생성하여 고하중의 작업물체를 지지 이송할 수 있어서 이족보행로봇의 실용성을 매우 높일 수 있다. 따라서 본 연구의 결과는 인간환경에서 직접 일을 할 수 있는 높은 실용성을 가진 이족보행로봇의 개발에 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. <http://asimo.honda.com/>
2. K. Harada, et al, "A Humanoid Robot Carrying a Heavy Object", Proc. IEEE International Conf. on Robotics and Automation, pp. 1724-1729, 2005.
3. J.H. Kim, S.W. Park, I.W. Park, and J. H. Oh, "Development of a Humanoid Biped Walking Robot Platform KHR-1 - Initial Design and Its Performance Evaluation," 3rd IARP