

# 인체형 이족 보행로봇의 개발

## Development of Human-Sized Biped Robot

°최형식(한국해양대)\*, 박용헌(한국해양대)\*\*, 이호식(한국해양대)\*\*\*, 김영식(한국해양대)\*\*\*\*  
Hyeung-Sik Choi\*, Yong-Heon Park\*\*, Ho-Sik Lee\*\*\*, Yeung-Sik Kim\*\*\*\*

- \* 한국해양대학교 기계·정보 공학부(Tel : 81-051-410-4297; E-mail : hchoi@hanara.kmaritime.ac.kr)
- \*\* 한국해양대학교 대학원(Tel : 81-051-410-4969; E-mail : k996032@hanbada.kmaritime.ac.kr)
- \*\*\* 한국해양대학교 대학원(Tel : 81-051-410-4969; E-mail : iceclimb@hanmail.net)
- \*\*\*\* 한국해양대학교 대학원(Tel : 81-051-410-4969; E-mail : duke2001@hanmail.net)

**Abstract** : We developed a human-sized BWR(biped walking robot) driven by a new actuator based on the ball screw which has high strength and high gear ratio. The robot overcomes the limit of the driving torque of conventional BWRs. Each leg of the robot is composed of three pitch joints and one roll joint. In all, a 10 degree-of-freedom robot with two balancing joints was developed. The BWR was developed to walk autonomously such that it is actuated by small torque motors and is boarded with DC battery and controllers. In the performance test, the BWR performed nice motions of sitting-up and sitting-down. Through the test, we could find capability of high performance in biped-walking.

**Keywords** : Biped Walking Robot(이족 보행로봇), Ball Screw Actuator(볼나사 구동기), Four bar link(4절링크)

### 1. 서론

인간의 존엄성과 가치에 대한 관심이 높아짐에 따라 원자력 발전소나 유해가스가 존재하는 장소에서 인간이 수행할 작업을 대행할 이동로봇의 개발에 대한 요구가 증가하였다. 1960년대 후반 이족 보행로봇에 관한 모델링이 제안된 이후 이족 보행로봇에 대한 많은 연구가 수행되었다. 초기형태의 이론적 연구로서 이족 보행로봇의 모델링과 제어는 로봇의 외형에 따라 다리부만 고려한 연구와 다리부와 균형관절을 포함한 보다 복잡한 형태의 연구형태로 분류할 수가 있고 이에 대해서도 많은 연구들이 수행되었다[1-3]. 이족 보행로봇이 다양한 환경 하에서 보행하기 위해서는 걸음주기나 보폭, 방향전환 등과 같은 걸음새를 변형할 수 있어야 한다. 그러나 하체의 다리부로만 구성된 이족 보행로봇은 걸음새 변경능력이 미비하거나 훨씬 복잡한 알고리즘을 필요로 하며, 보행 전 균형점 제거나 균형운동을 행하기 어려운 단점이 있다. 이를 해결하기 위하여 상부에 균형관절을 갖는 형태의 이족 보행로봇에 대한 연구들이 수행되었다[4,5]. 1990년대 후반에 걸음새나 로봇의 몸체 추진 궤적에 관심을 보여왔고 기존의 연구가 갖고 있는 제약을 극복하고자 하는 연구도 많이 수행되었다[6]. 그러나 이들은 고자유도 시스템의 운동방정식의 복잡성으로 수학적 모델의 정립이 어렵고, 이로 인하여 다양한 걸음새를 구현하기에는 제한적이었다. 이러한 기존 연구들의 한계점을 극복하고 보다 다양한 걸음새를 안정되게 구현하는 이족 보행로봇의 개발에 수학적 모델의 유도가 필수적이지만 여러 연구 결과에서 나타난 바와 같이 어려운 난제로 남아있다.

이론적 모델링을 통한 접근방법과는 달리 보행을 위한 구동 메커니즘의 설계와 실험적인 방법으로 접근한 연구들이 있다. 이러한 실험적 방법에는 무거운 자중을 지지하며 각 다리관절을 구동하는 구동기의 설계 및 제작과 상/하체 관절, 균형 및 보행을 제어하는 제어시스템 구성의 두 방법이 고려되어야 한다. 구동기에 대한 초기 연구로는 유압시스템을 사용하여 다리를 구동하는 연구가 있었으나, 유압은 무거운 중량, 큰 부피 외에도 유지나 관리가 어려워

거의 대부분 감속기를 이용한 모터를 직접관절에 부착하는 구조로 되어있다. 하지만, 이 방법은 구동모터의 구동토크 한계와 감속기의 강성의 한계로 구동 토크 변화율의 한계 및 로봇의 크기에 제한을 둘 수밖에 없는 구조적 한계점을 가지고 있다[7]. 이를 해결하기 위하여 스프링 메커니즘을 이용하여 구동기의 토크를 높이는 연구[8]가 수행되었지만 여전히 만족할 만한 강성을 얻지 못하고 있다. 따라서 규모에 있어서 소형이며 고 강성을 가지며 높은 기어 비로 고 토크를 구현할 수 있는 구동기의 개발 없이는 이족 보행로봇의 원활한 보행은 한계가 있고, 따라서 개발은 의미를 잃게 된다.

본 논문에서는 기존에 개발된 이족 보행로봇의 토크와 안정성의 한계점을 극복하기 위하여 고 강성을 가지며 높은 기어 비를 갖는 볼 나사를 사용하는 새로운 구조의 관절 구동기를 채용한 인체형 10 자유도 이족 보행로봇 개발에 대한 연구결과를 나타내었다. 개발된 로봇은 각 다리가 2자유도의 발목과 무릎 및 힙 관절로 구성되고, 상체는 2자유도의 균형관절을 갖는 기구학적 구조를 갖는다.

DC 서보모터를 채택한 볼나사 구동원으로 하고, 자율이동을 목표로 모터드라이버와 인터페이스 부분은 직접 제작하였다. 다리의 운동과 보행실험을 통하여 개발된 이족 보행로봇의 성능을 검토하였다.

### 2. 이족 보행로봇의 기구 메카니즘

본 연구를 통하여 개발된 이족 보행로봇의 다리 관절은 Fig.1과 같이 발목, 무릎 및 힙관절로 구성된다. 이 관절들은 각각 4절링크로 구성이 되며, 볼나사를 구동하여 관절각을 변화시키는 것이 목적이므로 각각의 링크들에서 볼나사의 직선변화와 관절각의 관계가 필요하다.

#### 2.1 발목관절의 기구학적 구조

발목의 기구학적 구조는 Fig.2에서 보는바와 같이 4절링크를 이