

## 이족 보행 로봇의 그래픽 인터페이스 개발

김영식\*, 전대원(한국해양대 대학원 기계공학과), 최형식(한국대 기계공학과)

Development of Graphic interface for Biped walking robot

Y. S. Kim, D. W. Jun, H. S. Choi(Korea Maritime Univ)

### ABSTRACT

We developed a human-sized BWR(biped walking robot) named KUBIR1 driven by a new actuator based on the ball screw which has high strength and high gear ratio. KUBIR1 was developed to walk autonomously such that it is actuated by small torque motors and is boarded with DC battery and controllers. To utilize informations on the human walking motion and to analyze the walking mode of robot, a motion capture system was developed. The system is composed of the mechanical and electronic devices to obtain the joint angle data. By using the obtained data, a 3-D graphic interfacer was developed based on the open inventor tool. Through the graphic interfacer, the control input of KUBIR1 is performed.

**Key Words :** Biped Walking Robot(이족 보행로봇), motion capture system(동작획득장치), Graphic interfacer(그래픽 인터페이스)

### 1. 서론

1960년대 후반 이족보행로봇에 관한 모델링이 제안된 이후 이족보행로봇에 대한 많은 연구가 수행되었다. 초기형태의 이론적 연구로서 이족보행로봇의 모델링과 제어는 로봇의 외형에 따라 다리부만 고려한 연구[1]와 다리부와 균형관절을 포함한 보다 복잡한 형태의 연구[2]형태로 분류할 수가 있고 이에 대해서도 많은 연구들이 수행되었다. 이족보행로봇이 다양한 환경 하에서 보행하기 위해서는 걸음주기나 보폭, 방향전환 등과 같은 걸음새를 변형할 수 있어야 한다. 그러나 하체의 다리부로만 구성된 이족보행로봇은 걸음새 변경능력이 미비하거나 훨씬 복잡한 알고리즘을 필요로 하며, 보행 전 균형점 채적이나 균형운동을 행하기 어려운 단점이 있다[3]. 이를 해결하기 위하여 상부에 균형관절을 갖는 형태의 이족보행로봇에 대한 연구들이 수행되었다. 1990년대 후반에 걸음새나 로봇의 몸체 추진 궤적에 관심을 보여왔고, 기존의 연구가 갖고 있는 제약을 극복하고자 하는 연구도 많이 수행되었다[4].

또한 로봇의 원활한 보행을 구현하기 위한 보행 동작에 대하여 많은 연구들을 크게 이론적 방법과 실험적 방법으로 분류해 보면, 이론적 연구들은 이

족 보행의 동력학 해석을 통하여 안정도를 유지하며 여러 형태의 보행동작을 수행하는 방법들로 여러 연구결과들이 있었다[5]. 실험적 연구방법은 사람의 보행동작을 다양한 센서를 사용하여 구한 보행데이터를 이용하여 직접 이족보행로봇에 적용하는 방법이다. 사람의 보행패턴을 이족보행로봇에 적용하기 위해서는, 사람의 보행 동작의 데이터를 캡처[6]하는 기술과, 캡처한 데이터를 이족보행로봇의 보행에 적합한 데이터로 변환하는 방법이 필요하다. 또한 로봇의 독립적인 보행을 구현하기 위한 원격제어[7] 등이 연구되었다.

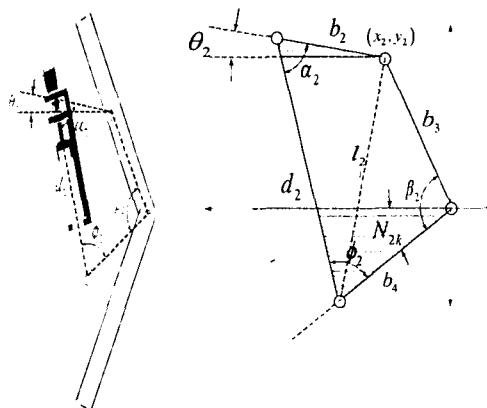
2장에서는 본 논문에 사용된 실험실에서 개발한 이족보행로봇(KUBRII)을 소재하였고 실험에 사용된 로봇의 외형은 사진 1과 같다. 3장에서는 로봇을 구동하기 위한 시스템으로 모터의 구동과 임베디드 시스템과 로봇의 보행 패턴을 위한 데이터베이스 획득을 위한 모션 캡처 시스템과 로봇을 원격에서 제어하고 로봇의 보행 동작을 그래픽으로 시뮬레이션 하기 위한 그래픽 인터페이스에 대해서 설명하고 4장에서는 그래픽 인터페이스를 통한 로봇의 보행 실험을 하였다.



Pic. 1 Out look of KUBIR1

## 2. 보행 로봇의 메커니즘

실험에 사용한 로봇의 형태는 산업 현장에서 많이 쓰이는 직교로봇의 형태인 고강성을 가지며 높은 기어비를 갖는 불나사 구동방식의 사절링크 기구를 사용하여 로봇의 관절을 구동하였다. 각각의 관절 부분은 그림 1 과 같은 외형의 4 절 링크 구조로 되어 있으며 발목, 무릎, 골반 관절로 구성되어 있으며 발목에는 좌 우로 움직이는 모터가 하나씩 장착되어 총 8 자유도를 가진다. 각각의 관절 부분은 불나사 구동방식의 직선 운동을 관절의 회전운동으로 변환되는 방식으로 되어 있다. 이즉 보행 로봇의 전체적인 외형의 치수는 그림 2 과 같다.



Pic. 1 Mechanism of For-bar-link actuator

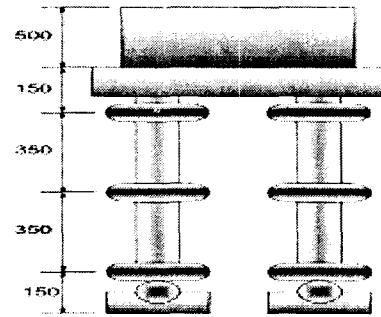


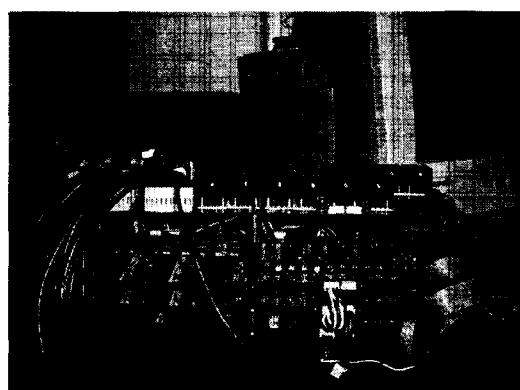
Fig. 2 The size of KUBIR1

## 3. 제어 시스템

로봇은 자율 보행을 위하여 임베디드 컴퓨터와 모터의 구동을 위한 모션제어기, 모터 드라이버, 소형 90W DC 모터, 사절링크, 불나사 구동기, 인터페이스 회로와 배터리로 구성되며 임베디드 컴퓨터와 통신으로 연결된 로봇의 이동 명령과 로봇의 각 축의 변위를 획득하여 모니터상에 시뮬레이션 하는 PC로 구성된다. 이를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

### 3.1 모터 구동

로봇에 장착된 모터는 8 축 모션컨트롤 보드인 MMC-V8에 인터페이스를 통하여 접속되어 구동된다. 모터 구동의 블록도는 다음 그림 3 와 같다. 모션컨트롤 보드와 모터와의 인터페이스는 모터의 구동을 위한 모터 드라이버부와 각 축의 리밋센서와 모터의 엔코더를 감지하기 위한 인터페이스부로 구성되었으며 자체적으로 구성하여 PCB 기판으로 만들고 그 외형은 사진 2 와 같다.



Pic. 2 Motor driver and Interface

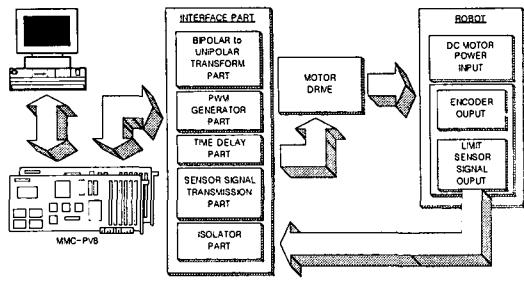
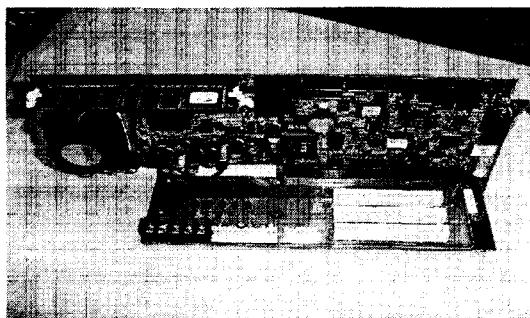


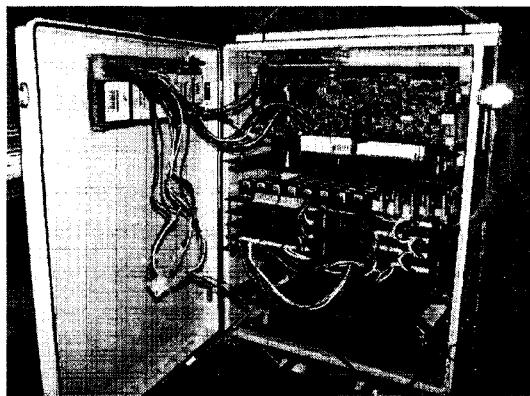
Fig. 3 Block diagram of Motor control system

### 3.2 임베디드 시스템

실험에 사용된 로봇은 임베디드 컴퓨터를 통하여 상위 컴퓨터와의 통신을 통하여 각 축의 이송 목표 좌표점과 이송중의 각 축의 좌표점 데이터를 교환하여 자율보행을 구현하였다. 로봇에 사용된 임베디드 컴퓨터는 사진 3 과 같은 외형을 가지며 로봇에 장착된 전체적인 시스템은 사진 4 와 같으며 로봇의 임베디드 시스템의 블록도는 그림 4 와 같다.



Pic. 3 Mobile Computer



Pic. 4 On-board controller for KUBIR1

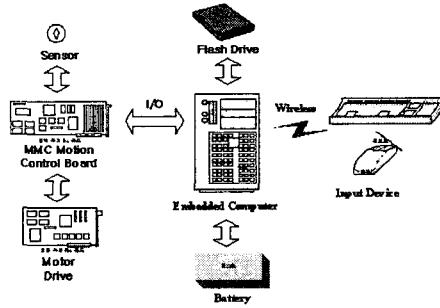


Fig. 4 Block diagram of mobile system

### 3.3 모션 캡쳐 시스템

사람의 보행 패턴을 로봇에 적용시키기 위해서는 사람의 보행 동작을 획득하여야 한다. 이를 위해서 모션 캡쳐 시스템을 제작하여 사람의 동작을 획득하였으며 획득한 데이터는 컴퓨터 시뮬레이션을 하여 로봇의 구동 입력으로 변환하여 User control PC에서 로봇의 임베디드 컴퓨터로 전송된다. 모션 캡쳐 기구부의 모양화 착용한 보습은 그림 5 와 같이 구성하였으며 획득한 데이터와 시뮬레이션 결과는 그림 6 과 같다.

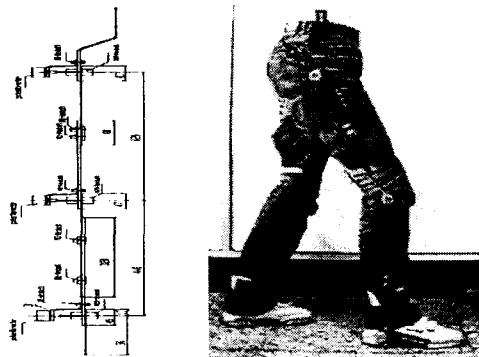


Fig. 5 Motion capture system

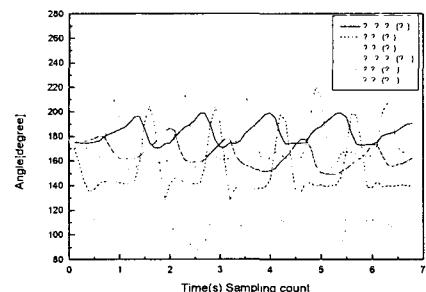


Fig. 6 The captured data of gait

### 3.4 그래픽 인터페이스

로봇은 상부에 임베디드 컴퓨터, 모션 제어기,

모터 드라이버, 인터페이스 카드, 배터리를 탑재하며 자체적으로 구동이 가능하다. 로봇의 보행 실험을 위해서 외부에서 독립된 시스템으로 로봇의 보행 명령과 로봇의 보행 동작의 데이터를 교환하는 User control PC를 구성하였다. User control PC에서 로봇의 임베디드 컴퓨터에 로봇의 구동 좌표를 보내면, 임베디드 컴퓨터는 로봇에 부착된 모터를 구동하여 로봇을 움직이게 되며, 로봇의 구동중에 User control PC는 임베디드 컴퓨터에게 로봇의 각축의 위치 데이터를 전송 받아오게 된다.

User control PC는 획득한 로봇의 각축의 위치 정보를 관절 각으로 변환하여 3 차원 모델링한 객체를 블러와 계산된 좌표에 나타낸다. 로봇과 User control PC 와의 데이터 교환과 시스템 구성은 그림 7과 같다.

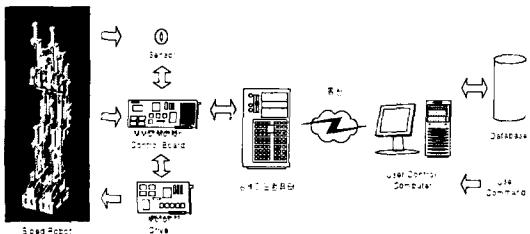


Fig. 7 The overall control system of KUBIRI

#### 4. 그래픽 인터페이스

그래픽은 Open Inventor를 이용하여 구현하였다. Open Inventor는 Interactive 한 그래픽 프로그램을 쉽고 빠르게 개발할 수 있게 하여 주며, 객체지향 기반하에 강력한 OpenGL을 제공하는 툴이다. 로봇의 각 관절의 관절 각을 적용하여 3 차원 모델링한 부재들을 Open Inventor 내부에 삽입하여 시뮬레이션한다. 시뮬레이션을 위해서 User control PC는 임베디드 컴퓨터에 각 정보를 가져오기 위해서 통신포트로 로봇의 구동 명령과 각축의 위치 정보를 요구하는 명령을 전달하고 임베디드 컴퓨터는 전달된 명령에 따라 각축의 상태를 User control PC로 정보를 전송해 준다.

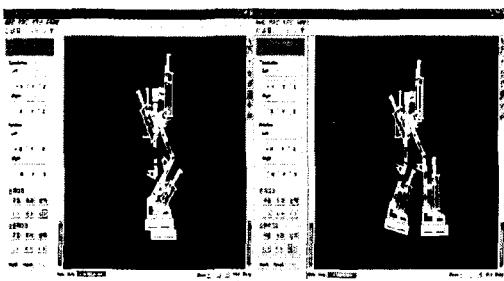


Fig. 8 Gait simulation of KUBIRI

보내진 각 관절의 정보는 그래픽 객체의 매개변수로 사용되고 시뮬레이터는 바뀌어진 데이터를 가지고 로봇의 상태를 나타내게 된다. 위의 그림 8은 로봇의 구동중 각 관절의 정보를 획득하여 로봇의 보행동작을 그래픽으로 시뮬레이션한 화면이다.

#### 5. 결 론

본 연구에서는 기존의 개발된 이족 보행로봇의 토크와 안정성의 한계점을 극복하기 위하여 고강성과 높은 토크 변화율을 갖는 볼나사를 이용하는 4 절링크 구조의 관절 구동기를 채용한 인체형 10자유도 이족 자율보행로봇을 개발하였다. 이론적 연구방법이 아닌 실 시스템의 보행을 목적으로 하는 메카니즘 설계와 실험적 연구방법으로 행하였고, 제어시스템을 직접 제작하였다. 인간 보행시 연속적으로 움직이는 각 관절들의 변화와 각 관절들의 각 변화 데이터를 파악하기 위하여 동작획득장치를 제작하여 보행데이터를 수집하였다. 이를 바탕으로 open inventor를 이용한 3 차원 그래픽 교시기를 개발하였다. 로봇의 동작분석 외에 로봇의 보행을 위한 보행 입력을 그래픽으로 지시할 수 있게 되었다.

향후, 개발된 시스템을 이용하여 다양한 시험을 수행하여 로봇의 보행동작을 용이하게 지시할 수 있는 완벽한 시스템을 개발하고자 한다.

#### 참고문헌

1. A. Takanishi, M. Ishida, Y. Yamazaki, I. Kato, "The Realization of Dynamic Walking by The Biped Walking Robot WL-10RD," Journal of the Robotics Society of Japan, Vol.3, No.4, pp. 325-336, 1985.
2. F. Gubina, H. Hemami, R. B. McGhee, "On the Dynamic Stability of Biped Locomotion," IEEE trans. on Biomd. Engineering, Vol. BME-21, pp.102-108, 1974.
3. Sun-Ho Lim and Jin-Geol Kim, "Biped Locomotion with Mechanical Compliance," (In Korean) Korea Robotics and Automation Workshop Conference, pp.21-25, 1992.
4. M. Yamada, J. Furusho, A. Sano, "Dynamics Control of Walking Robot with Kick-Action," ICRA, pp.405-412, 1985.
5. V. V. Zhoga, "Computation of Walking Robots Movement Energy Expenditure". IEEE, May, pp.163-168, 1998.
6. 이지홍, 정용우, "실시간 인체 동작 캡처 시스템," 한국정밀공학회지, 제 13 권, 제 2 호, pp. 1943-1946, 1998.
7. 최대성, 이수용, 김문상, "휴먼로봇을 위한 원격제어 장치의 개발", 한국정밀공학회지, 제 13 권, 제 2 호, pp.2059-2062, 1998.