

소형 이족보행 로봇 개발에 관한 연구

황재필, 김은태, 박민용
연세대학교 전기전자공학부
전화 : 02-2123-2863 / 핸드폰 : 018-257-1008

Research on Designing Small Size Bipedal Robot

Jae Pil Hwang, Euntai Kim, Dong Mignon Park
Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University
E-mail : purnnara@yonsei.ac.kr

Abstract

This paper has been working on designing a small size bipedal robot for research purpose. This paper shows the design purpose and design procedure for HJ-1 small size bipedal robot, how it's controll system has been constructed and how its link and structural architecture has been designed.

I. 서론

최근 로봇 산업 분야에서 새롭게 각광을 받고 있는 분야가 소형 엔터테인먼트 로봇 분야이다. 소니의 아이보나 Tiger Electronic 사의 아이로보 같은 강아지형 소형 로봇은 세계적으로 충격속에 일상생활로 다가왔고, 그 이후 많은 소형 로봇들이 본격적으로 시장에 나오고 있다. 하지만 아직까지 인간과 닮은 소형 이족보행 로봇의 경우는 시장에 나와 있는 것은 움직임 면에서 아직 만족할만한 단계에 이르지 못하였다.

이족보행 로봇 제어 기술은 인간의 생활 환경에서 다른 부가적인 로봇만을 위한 추가 공사 없이 로봇이 작업할 수 있도록 해주는 핵심 기술이다. 앞으로 서비스 로봇이나 의료용 로봇에서 기본적으로 사용될 기술이 될 것으로 예상된다.

이러한 이족보행 로봇 제어 알고리즘을 연구하기 위하여 소형 연구용 이족보행 로봇을 개발할 필요성이 있다. 본 논문은 연구용으로 개발된 소형 이족보행 로봇의 구조와 제어 시스템을 제시한다.

II. 설계 목표

본 로봇은 연구실 내 환경에서도 충분히 실험할 수 있도록 소형이면서도 충분히 사용 가능한 시스템을 구축 하려고 하였다. 또한 최소한의 외부 자극을 받아들이도록 하였다. 그리하여 기구부와 제어부의 사항은 다음과 같이 결정하였다.

제어부

1. 제어 부는 20개 이상의 모터를 제어할 수 있어야 한다.
2. 호스트 컴퓨터와 UART를 통하여 통신을 할 수 있어야 한다. UART를 사용하여 필요한 데이터를 전송하고 실험 데이터를 받아들인다.
3. 적절한 되먹임을 받아들일 수 있도록 센서와 이를 위한 Analog-to-Digital Converter를 포함한다.
4. 모터를 제어할 수 있는 충분한 전류를 제공할 수 있어야 한다.

기구부

1. 높이는 50cm 이하로 한다.
2. 전체 질량은 3Kg 이하로 한다.
3. 각각의 다리는 6자유 도를 가진다.
4. 각각의 팔은 3 자유도 이상을 가진다.
5. 축은 최대한 인간과 비슷한 구조를 연결 구조를 가지도록 설계한다.
6. 외부 전원, 2차 전지 사용가능
7. 순간 최대 전류량이 20A를 넘지 않도록 한다.
8. 발바닥의 면적은 발바닥을 제외한 나머지 부분을 위에서 내려다보았을 때 의 면적보다 작다거나 같다.
9. 도립 전자 모델을 적용할 수 있도록 발바닥의 미끄러짐은 최대한 방지하도록 한다.

질량에 대한 조건은 모터의 영향을 많이 받았다. 모터의 경우, RC 서보 모터의 최대 토크는 11Kg cm 이기 때문에 전체 무게가 3Kg 이상이 되면 모터는 4cm 이상으로 좌우로 움직일 수 없다. 이 때문에 발바닥의 폭과 몸체 중심의 크기에 대한 조건은 많은 영향을 받게 된다. 이는 다음 계산식을 따른다. (그림 3.3)

$$T \geq M \times d \text{ (식 3.1)}$$

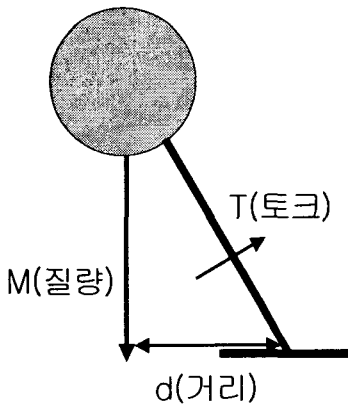


그림 1 간단한 최소 토크 연산

다리의 자유 도는 혼다의 ASHIMO 의 사항에 따른다. 혼다의 연구 결과 인간의 경우 최소 6자유도를 가지면 인간과 비슷하게 걸을 수 있다는 것이 밝혀졌다. 다리는 각각 6 자유도를 가지도록 설계하였다.

팔의 경우 손을 제외하면 4자유도를 가지면 인간과 비슷한 자유도를 가질 수 있지만, 팔길이 때문에 3 자

유도 이상을 가지는 것으로 설정하였다.

III. 로봇 설계

로봇을 크게 제어부와 기구부로 나누어서 설계하였다. 제어부와 기구부는 각각 아래처럼 설계하였다.

제어부

제어 부는 다음과 같이 나누어진다. 우선 전체적으로 제어를 하고, 명령을 내리는 주 프로세서인 80C386EX 와 상체를 담당하는 AT90S2313, 하체를 담당하는 AT90S8535로 나누어진다. 하체를 담당하는 AT90S8535는 AD Converter를 내장하므로, 센서부도 연결된다.

서보 모터를 제어하기 위하여 컨트롤러를 2개조를 사용하였지만, 이들을 마이크로 프로세서에 직접 연결할 수는 없다. UART 한 개는 호스트 컴퓨터와 연결하도록 남겨두어야 했기 때문에 한 개조의 UART로 두 개의 마이크로 컨트롤러에 연결해야 하였다. 이를 위해 MUX를 사용한다.

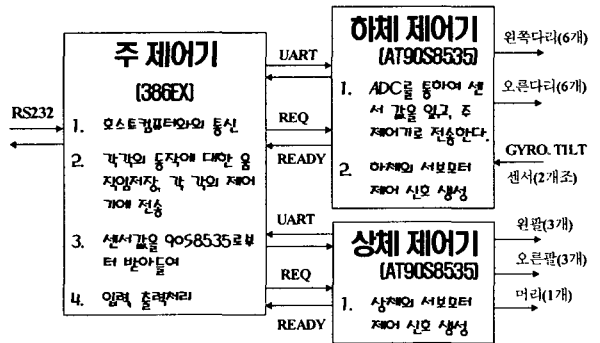


그림 2 시스템 개략도

시스템은 그림 3.2에서 보듯이 19개조의 서보 모터와 Gyro Sensor 한 쌍과 Tilt Sensor 한 쌍으로 구성된다. 그리고 각각의 시스템간에는 위 신호들을 주고받는다. REQ 신호는 386EX에서 각각의 제어기에 UART 통신을 하겠다는 request 신호이고, READY 신호는 제어기에서 준비가 되었으니 UART 통신을 시작하라는 신호이다. REQ 신호는 PORT 신호로 지정되어 있으며, READY 신호는 Interrupt 신호로 연결한다.

기구부

모터를 연결하여 축을 연결하는 방법에는 크게 두

가지 방법으로 나누어진다. 하나는 모터를 직접 축에 연결하는 방법으로 동력전달에 유리하지만, 한 관절에 하나의 자유 도만을 가지도록 설계된다는 단점이 있다. 다른 한가지 방법은 기어 링크, 벨트등의 방법을 이용하여 하나의 축에 2~3개 모터를 연결, 자유도를 늘리는 방법이다. 인간의 경우 하나의 축이 2~3 자유도를 가지는 볼 관절이 많으므로, 인간과 비슷하려면 하나의 축에 여러 모터를 연결하는 후자의 방법이 더욱 적절하다.

외부 전원을 연결할 수 있도록 하는 것은 테스트의 편의성을 위해서이며, 독립전원은 경기를 위해서 이다.

순간 최대 전류량은 모터에 걸리는 부하량과 직접 연관된다. 모터의 경우 다리 모터는 1A 정도를 소모하는데, 이 정도의 전류를 공급하기 위해서는 배터리 문제를 야기 시킬 수도 있다. 또한 역기진력으로 인하여 전자회로에 문제가 생길 수도 있다. 일반적으로 니켈 카드늄 전지의 경우 저장된 정격 전류의 5배까지 순간 공급 할 수 있으므로, 최대 4A 이상의 전지가 필요하다.

로봇의 관절의 구조는 그림 3 와 같다.

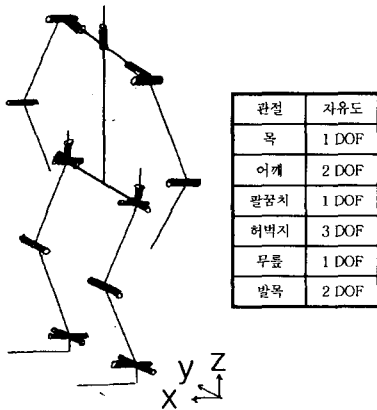


그림 3 관절의 개략도 및 자유도

팔의 경우 처음에는 4 자유도를 계획했으나 3 자유도로 낮추었다. 발의 경우, 아시모의 관절구조를 참고했다. 몸체를 굽히는 동작은 할 수 없지만, 하체를 이용하여 방향 전환을 하거나 앉았다가 일어나는 동작은 충분히 할 수 있도록 하였다. 또 이런 관절 구조의 경우, 관절의 수가 적기 때문에 부체의 수가 적다. 그렇기 때문에 모델링 하는 것이 쉽다.

허벅지와 발목의 경우 축을 직접 연결할 수 없다는 단점 때문에 동력을 전달해주어야 한다. 동력 전달 방법은 3 가지 중 하나를 선택할 수 있다. 기어를 이용하여 전달하는 방법과 링크를 이용하여 전달하는 방법 그리고 벨트를 이용해서 전달하는 방법이 있다.

이 방법들은 각각의 장단점을 가지고 있다. 우선 링크를 사용하는 경우, 가볍고, 간단한 링크로 구성할 수 있지만, 대신 각도에 따라서 축과 링크간의 수직 거리가 줄어들기 때문에 힘의 전달이 완전할 수 없다. 축과 링크간의 거리를 키우면, 동력 전달이 용이해지지만, 이 로봇은 소형화를 추구하기 때문에 한계가 있다.

두 번째 방법은 벨트를 이용하는 방법이다. 우선 이 경우, 가볍고, 동력 전달이 링크에 비하여 확실하게 되지만, 벨트의 장력 때문에 축을 튼튼하게 설계하여야 한다. 또한 벨트의 장력을 항상 유지해 주어야 하기 때문에 추가로 벨트를 늘려주어야 한다.

세 번째 방법은 기어를 이용하는 방법이다. 동력 전달이 확실하고, 추가로 장력이 발생하지 않는 장점을 가진다. 하지만 여러 개의 기어를 연결해주어야 정해진 거리로 동력을 전달할 수 있고, 기어를 거치면서 힘의 손실도 발생하게 된다.

본 로봇에서는 두 번째 방법인 벨트를 사용해 주기로 하였다. 설계를 적절하게 해주면 특별한 추가 장치가 없어도 충분한 능력을 발휘하기 때문에 가장 적절하다.

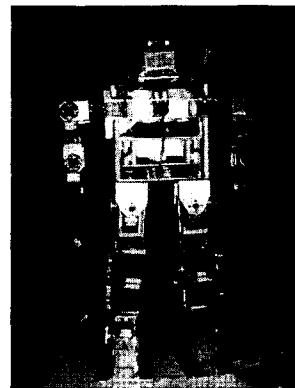


그림 4 HJ - 1

높이	45cm
무게	3kg
자유도	19자유도 다리: 6*2 팔 : 3*2 머리 : 1
제어부	주 제어기: 386EX 부 제어기: AT90S2313, AT90S8535
모터	HS-645 x 10 HS-945 x 2 HES-288 x 6
센서	1 GYRO Sensor 1 Tilt Sensor

표 5 HJ-1 제원

V. 결론 및 추후 과제

이번 논문에서는 이족 보행 로봇의 설계에 대하여 다루었다. 이족 보행에 대한 연구를 함에 있어서 시뮬레이션을 하는 것도 중요하지만 실제로 동작 가능한 환경을 만드는 것도 중요하다. 본 논문은 안정적인 하드웨어 시스템 구축을 다루었다.

추후 제어 알고리즘 개발과 인터페이스 개선에 힘쓸 예정이다.

참고문헌(또는 Reference)

- [1] Takayuki Furuta, Yu Okumura, Tetsuo Tawara, and Hiroaki Kitano "morph' A Small-size Humanoid Platform for Behavior Coordination Research", International Conference on Humanoid Robots pp.165-171, 2001. 11.
- [2] Yoshihiro Kuroki, Tatsuzo Ishida, Jin'ichi Yamaguchi, Masahiro Fujita, Toshi T. Doi "A Small Biped Entertainment Robot", International Conference on Humanoid Robots pp.181-186, 2001. 11.
- [3] M. Vukobratovic, B. Boravac, D. Surla, D. Stokic "Biped Locomotion Dynamics, Stability, Control and Application" Springer-Verlag 1990
- [4] 공인욱 외 "인텔 80386EX(마이크로 로봇 제작)" Ohm사 1997. 5.