

# 센서 네트워크를 이용한 2족 보행 로봇의 워킹 방법에 관한 연구

## A study of Human robot Walking Method Using Zigbee Sensor Network

신대섭, 이형철  
(Dae Seob Shin, Hyeong Cheol Lee)

**Abstract** – This Paper researched the algorithm of robot's walking and action on the basis of robot studied and made at our laboratory and studied how to efficiently control the robot joints by developing wireless Digital Servo Motor using Zigbee Sensor Network Module which is using at wide part recently. I realized the stable walking by adopt Press Sensor at the bottom of robot foot to get stability of walking. Also I let the algorithm calculate the robot movement to make the joint motion and monitored the robot walk to its motion. At this Paper, I studied the method organizing the motion by the each robot walking and measuring the torque applying to the joint. And I also knew that it is possible to make its control and construct hardware more conveniently than them of the existing studied and controlling 2Legs Walking Robot by applying it at walking robot and developing wireless servo motor by Zigbee Sensor Network.

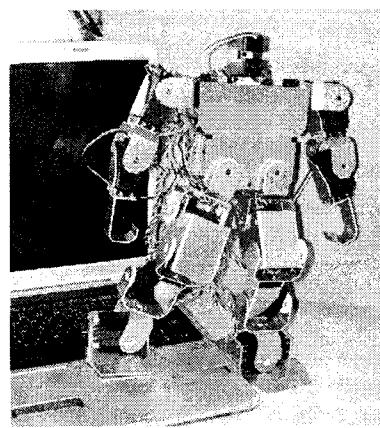
**Key Words** : Human robot, Zigbee, Sensor network, Servo Motor

### 1. 서론

실제 개발한 무선 서보모터를 이용하여 제작한 2족 보행 로봇의 외형을 보여주고 있다.

#### 1.1 연구 목적 및 범위

최근 세계적으로 로봇의 관심도가 높아져 가고 있고 여러 나라마다 다양한 로봇들의 연구가 진행되어 오고 있고 앞으로도 진보된 로봇들이 연구 되어 질 것이라고 생각된다. 다양한 로봇 중에 다리를 가지고 걸어갈 수 있는 로봇의 연구 또한 다양하게 진행되고 있고 많은 로봇이 연구되어 오고 있다. 4족, 6족 및 다관절의 로봇들은 이동하는데 쉽게 이동할 수 있다. 그리고 사람과 같이 2개의 다리를 가지고 움직이는 직립 보행 로봇에 관한 연구도 계속 되어지고 있다. 본 2족 보행 로봇의 연구는 실험실에서 연구 제작하는 로봇을 기초로 해서 로봇의 보행 동작 알고리즘을 연구하고 최근 많은 분야에 이용되고 있는 지그비 센서 네트워크 모듈을 이용하여 무선 디지털 서보모터를 개발하였으며 개발된 무선 디지털 서보모터를 이용하여 효과적으로 2족 로봇의 관절 제어를 할 수 있는 방법을 연구하였다. 보행의 안정성을 확보하기 위하여 로봇의 발바닥 영역에 압력 센서를 적용하여 보행의 안전성을 갖는 보행을 구현하였다. 또한 로봇의 이동은 계산된 알고리즘에 의해 각 관절에 모션을 주고 그 모션에 의해 로봇의 보행에 따라서 로봇을 관찰 하였다. 본 연구에서는 각각의 로봇의 보행에 따른 모션을 구성하는 방법과 관절에 걸리는 토크를 측정하였으며 지그비 센서 네트워크에 의한 무선 서보모터를 개발하고 보행 로봇에 적용함으로서 기존에 연구하여 제어하는 2족 보행 로봇보다 편리한 제어와 하드웨어 구성이 가능함을 알게 되었다. 다음 [그림1]은 연구실에서



[그림1] 보행 로봇의 외형도

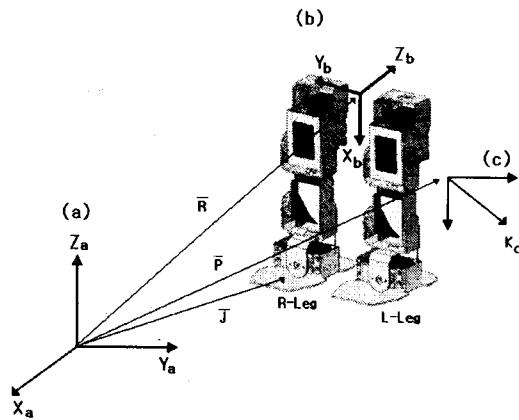
### 1.2 보행 로봇 모델

본 연구에서 2족 보행 로봇의 구조를 [그림2]에 보여주고 있으며 실제 제작된 모델의 형태를 나타내고 있다.

- (a)좌표는 기준 좌표계를 표시하고 있고
- (b)좌표는 로봇의 고정 좌표계를 표시하고
- (c)좌표는 각 로봇의 관절에 작용하는 힘의 벡터를 표시하고 있다. 각각의 다리를 기준 좌표계에 대하여 경로를 설정하면 다음과 같다.

기준 좌표계(a)에서 로봇 쪽으로의 좌표계를 연결하여 몸통과 오른쪽 발(R-Leg)에 연결한 벡터를 R 과 J로 놓고 로

봇의 몸통 좌표계(b)에서 다리 오른쪽 다리 발끝의 위치는 P로 나 나타내고 이동하는 다리의 궤적은 기준 좌표계(a)에서 J 벡터로 표시하였다. (c)좌표에서 로봇 관절에 작용하는 힘의 벡터는 K<sub>c</sub>로 표시 한다.



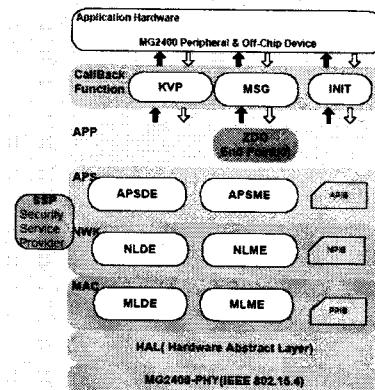
[그림2] 보행 로봇의 구조와 좌표계

## 2. 본론

본 연구에서는 2족 보행 로봇의 워킹을 실험하기 위해서 개발된 무선 디지털 서보모터에 대해서 알아보고 휴먼 로봇 시스템의 구성 및 워킹 실험 결과에 대해서 설명하도록 하겠습니다.

### 2.1 무선 디지털 서보모터 구성

본 연구에서 개발한 무선 디지털 서보모터는 Zigbee 센서 네트워크를 이용하여 설계 하였으며 Zigbee Stack의 소프트웨어를 내장하고 있다. Zigbee Stack은 [그림3]과 같은 구조를 갖고 있다. 개발된 서보모터는 MG2400의 Onechip 솔루션을 이용하였고 이것을 이용한 이유는 Stack을 IEEE 802.15.4의 표준안대로 Code를 작성된 Library로 제공된다. Zigbee Stack은 2 가지의 데이터 전송 방식을 갖고 있는데 KVP와 MSG가 있으며 둘의 차이는 보내는 데이터의 Type이 지정되어 있느냐 혹은 그렇지 않느냐이다. MSG방식을 사용할 경우 Length만 맞추어서 보내게 되면 지정된 Packet만큼의 데이터를 모두 받을 수 있게 된다. 본 연구에서는 MSG방식을 이용해서 마치 사용자가 Serial을 사용하는 것과 같은 통신을 Emulation 해주는 역할을 하게 한 것이다.



[그림3] Zigbee Stack Software Diagram

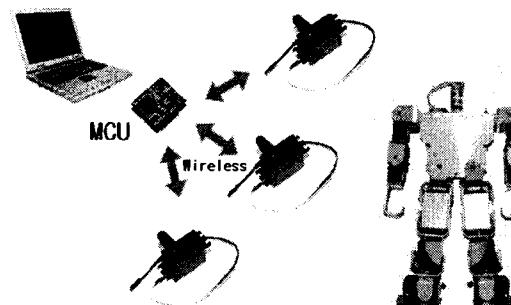
개발된 무선 디지털 서보모터의 제어는 Serial 통신 9600bps로 접속하여 다음과 같은 무선 시리얼 데이터 Packet으로 통신하여 서보모터를 무선 제어를 하게 된다.

[표1] Serial Data Packet Format

STX (0xAA)	Length 1Byte	Command 1Byte	Contents Variables	Check SUM 1Byte	ETX (0x55)
1Byte	1Byte	1Byte	Variables	1Byte	1Byte

### 2.1 Human Robot 시스템 구성

본 2족 보행 로봇의 시스템 구성은 앞전에 개발된 무선 디지털 서보모터를 사용하여서 로봇을 구성하였으며 16 자유도의 관절 구조로 설계가 되었으며 각각의 관절에 무선 디지털 서보모터를 사용하였다. 로봇을 제어하기 위한 메인 장치로는 ATmel사의 RISC 타입인 8bit 마이크로 컨트롤러인 ATmega128을 사용하였다 본 제어장치는 2 채널의 시리얼 통신 포트를 내장하고 있으며 한 개의 시리얼 포트는 각각의 관절 모터를 제어하기 위한 원격 무선 송신 포트로 사용하였다. 또한 다른 한 개는 PC하고 통신하여 로봇을 제어하기 위한 원격 무선 포트로 사용하였다.



[그림4] 로봇 시스템 구성도

메인 제어 시스템에서 무선으로 로봇의 관절 쪽에 있는 무선 디지털 서보모터의 각도를 제어할 수 있도록 명령어를 전송하여 실시간으로 다관절 제어가 가능하며 이런 구성에 의해서 로봇을 구동하여 데이터 선이 없이 전원만 들어가 있는 상태에서 로봇의 워킹을 쉽게 할 수 있었다.

### 2.2 2족 보행 로봇 워킹 실험

2족 보행 로봇의 워킹을 실험하기 위해서 시뮬레이션과 로봇의 모션을 실험할 수 있게 PC의 제어 환경을 개발하였으며 개발된 환경과 로봇의 메인 제어 장치와 무선 통신에 의한 로봇의 티칭 제어가 가능하며 로봇의 모션 제어 값들을 다운 로딩이 가능하게 설계 하였다. 제어를 위한 데이터의 구성은 다음과 같다.

- 1) 로봇의 움직임에 대한 모든 데이터는 다음과 같은 문자열로써 취급하였다.

98, 86, 98, 92, 102, 50, 95, 100, 91, 94, 90, 95, 98, 90, 130, 95, 101, 10, 50

## 2) 데이터 문자열의 요수별 분해

Motor 0	Motor 1	.....	Motor 15	Motor 16	Divisi on	Delay
98	86		95	101	10	50

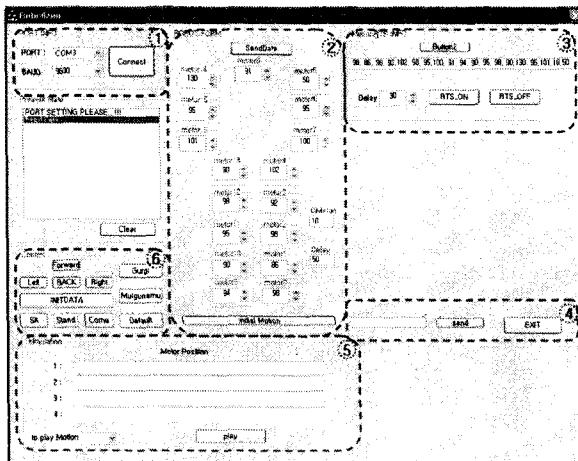
① Motor0 ~ Motor16 : 각 모터의 위치값

② Division : 이 값은 로봇의 실제 동작시 전 모터

위치로부터 이 값이 포함된 모터 위치로의 이동까지 분해 정도이다. 값이 높을수록 부드러워 지지만 속도가 느려진다.

③ Delay : Division에 의해 분해된 모터의 위치의 각각의 값 사이 이동시 자연 정도이다. 값이 높을수록 속도가 느려진다.

이와 같이 로봇의 제어 값을 PC용 제어 프로그램으로 전송하여 로봇의 이동을 확인할 수 있었다. 다음 [그림5]는 2족 보행 로봇의 워킹을 제어하고 터칭을 할 수 있는 원격 제어 프로그램을 보여주고 있다.



[그림5] 로봇의 인터페이스 화면

## 로봇의 인터페이스 구성은

1) Port Info : 통신할 포트와 Baud를 설정하고 연결 및 해제 기능을 가지고 있음

- ① PORT : 포트 설정
- ② BAUD : baud 설정
- ③ Connect : 연결 및 해제

2) ROBOT FORM : 각 모터의 위치, 속도 및 부드러운 정도 설정 기능

- ① SendData : 로봇으로 데이터 전송한다. 추가로 MotionRTS INFO의 edit창에 데이터 문자열이 표시된다.
- ② Initial Motion : 기본자세로 각 데이터 값을 셋

3) MotionRTS INFO : 데이터 문자열을 표시하며, 데이터

## 문자열로 ROBOT FORM을 세팅하는 기능

① Button2 : 데이터 문자열을 ROBOT FORM으로 셋

4) Serial 통신영역: Send로 edit창의 문자열을 로봇에 직접 전송

5) Simulation : 로봇의 움직임을 Simulation해 볼 수 있는 영역으로 총 4Step까지 Simulation 가능하며 Edit 창에서는 데이터 문자열이 들어간다. MotionRTS INFO의 데이터 문자열을 복사하여 사용하면 된다.

① to play motion : 몇 번째 edit창까지 simulation 할지를 결정한다.

② play : simulation한다.

6) Control : 각 버튼을 누름으로써 미리 예약된 동작을 실행 할 수 있었다.

## 3. 결론

본 연구에서 Zigbee 센서 네트워크 기술을 이용한 Stack을 사용하여 무선 디지털 서보모터를 설계하고 제작하였으며 제어 장치와 로봇과의 원격 제어로 편리하게 로봇을 제어할 수 있으며 PC에서 로봇의 모션 동작에 대한 값을 시뮬레이션 하여 효과적으로 로봇이 보행할 수 있도록 원격 제어 터치 프로그램을 개발하였다. 기존에 다단계 제어에 있어서 신호의 노이즈나 선의 학장성이 불편했던 것을 해결하고 로봇 각각의 단계에 전원만 넣고 단계에 지그비 센서 네트워크 모듈이 내장되어 효율적으로 로봇의 단계 제어를 할 수 있는 방법을 실현하였다. 보행의 안정성을 확보하기 위하여 로봇의 빙바닥 영역에 앵글 센서를 적용하여 보행의 안전성을 갖는 보행을 구현하였다. 또한 로봇의 보행에 따른 모션을 구성하는 방법에 대해서 알아보았으며 이러한 방법을 실제 휴먼 노이드에 적용하여 연구 개발하면 효율적이고 강력한 로봇 제어가 가능 할 것이라고 기대할 수 있었다.

## 참 고 문 현

- [1] James Kuffner, Koichi Nishiwaki, Satoshi Kagami, Masayuki Inaba, Motion Planning for Humanoid Robots. In Proc. 11th Int'l Symp. of Robotics Research (ISRR2003).
- [2] Collins, S. H., Ruina, A.(2005) A bipedal walking robot with efficient and human-like gait. In Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, Barcelona, Spain, in press.
- [3] Collins, S. H., Ruina, A.(2005) A bipedal walking robot with efficient and human-like gait. In Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, Barcelona, Spain, in press
- [4] 이병열, 경희대학교, 2족 로봇의 동적 보행 알고리즘에 관한 연구. 석사학위 논문. 2001,2.