

# 로봇의 지능형 발을 위한 직선운동기구 및 위치센서 개발 Linear Moving Structure and Position Sensor for Robot's Intelligent Foot

\*#김갑순<sup>1</sup>, 신희준<sup>2</sup>, 김현민<sup>3</sup>, 허덕찬<sup>4</sup>, 윤정원<sup>5</sup>

\*#G. S. Kim<sup>1</sup>(gskim@gsnu.ac.kr), H. J. Shin<sup>2</sup>, H. M. Kim<sup>3</sup>, D. C. Hu<sup>4</sup>, J. W. Yoon<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 경상대학교 제어계측공학과, <sup>2-4</sup> 경상대학교대학원 제어계측공학과, <sup>5</sup> 경상대학교 기계항공공학부

Key words : Linear moving structure, Position sensor, Robot's intelligent foot, Controller

## 1. 서론

인간형 로봇(humanoid robot)이 불규칙한 지면에서 사람과 같이 보행하기 위해서는 사람과 비슷한 기능을 가진 지능형 발을 가지고 있어야 한다. 이와 같은 지능형 발은 여러 개의 직선운동기구로 발바닥과 다리를 사람과 같이 구조인트로 연결하여 동작하도록 되어야 한다. 이 직선운동기구는 모터의 회전에 의해 직선으로 정확하게 움직여야 할 뿐만 아니라 움직이는 위치를 알아야 지능형 발을 원하게 동작시킬 수 있다. 직선운동기구는 모터와 감속기를 이용하여 회전운동을 직선운동으로 바꾸는 기구이고, 적은 용량의 모터로 큰 토크를 발생시키기 위해서는 감속비가 큰 감속기를 사용한다. 이럴 경우에는 모터의 회전수가 크기 때문에 모터의 회전수를 측정하는 엔코더의 펄스가 매우 빠른 속도로 출력되므로 회전수를 정확하게 읽을 수 없는 경우가 발생할 수도 있다. 그러므로 모터의 엔코더 값을 읽지 않고, 지능형 발의 초기 위치 등을 알 수 있는 위치센서시스템이 필요하다. 시중에 판매되고 있는 위치센서들은 크기가 크고 값이 고가이므로 직선운동기구에 부착하는 것이 불가능하다. 그러므로 로봇의 지능형 발을 위한 정확한 직선운동기구와 위치센서 시스템의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 지능형 발을 위한 직선운동기구, 위치센서 및 제어장치를 개발하였다. 이를 위해 직선운동기구를 설계 및 제작하였고, 직선운동 기구에 위치센서를 구성하였으며, 이것들을 제어할 수 있는 제어장치를 설계 및 제작하였다. 그리고 직선운동기구와 위치센서시스템의 특성 실험을 실시하였다.

## 2. 직선운동기구와 위치센서

Fig. 1 은 본 논문에서 개발한 직선운동기구와 그것의 끝에 부착된 위치센서의 사진을 나타내고 있으며, 이것은 로봇의 발목과 다리를 연결하여 발바닥을 사방으로 회전시키는데 사용된다. 직선운동기구는 모터와 감속기, 고정블록, 구조인트, 이동나사, 이동블록, LM 가이드, 몸체, 위치센서 등으로 구성되어 있다. 모터와 감속기는 몸체에 고정되어 나사를 회전시켜 회전운동을 직선운동으로 바꾸는 직선운동기구의 핵심적인 기능을 하며, 사용된 모터는 맥슨모터사에서 제작한 345324 모델이고, 감속기는 맥슨모터사에서 제작한 134163 모델이고 1:66 의 감속비를 가지고 있다. 고정블록은 몸체에 고정되어 있고 우측 끝은 구조인트와 연결되어 있으며, 구조인트는 로봇의 다리와 고정된다. 2 개의 구조인트는 각각 고정블록과 이동블록에 고정되고 그것들의 한쪽 끝은 각각 로봇의 다리와 발바닥에 고정된다. 이동나사는 감속기의 축과 이동블록에 연결되어 모터의 회전에 의해 이동블록을 직선으로 움직이게 한다. 이동블록은 LM 가이드에 따라 직선으로 이동하며, LM 가이드는 이동블록을 안내한다. 몸체는 감속기, 고정블록, 이동나사, LM 가이드 등을 고정한다. 위치센서는 몸체에 지침을 고정하고 이동블록의 3 개 위치에 접촉블록을 고정하여 구성하였고, 3 개의 접촉블록에는 제어장치에 연결되어 있다. 위치센서는 Fig. 2 에서 나타낸 것과 같이 지침, 상부블록, 중앙블록, 하부블록 등으로 구성되었고, 지침은 로봇이 직립으로 서

있을 때 중앙블록, 직선운동기구가 최소길이가 되었을 때 상부블록, 직선운동기구가 최대가 되었을 때 하부블록과 연결되며, 지침이 하나의 접촉블록과 접촉되면 제어장치가 이를 인식하여 모터를 정지 혹은 회전시킨다.

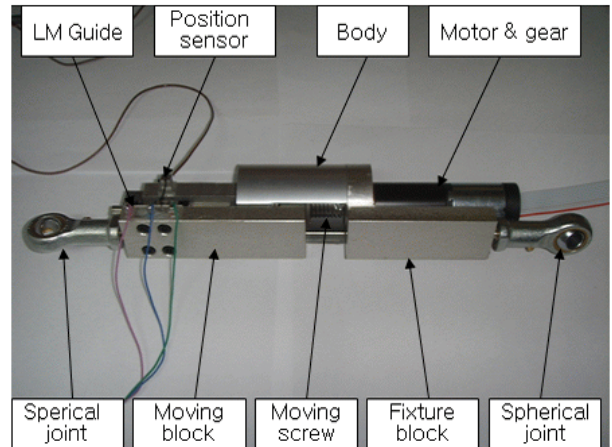


Fig. 1 Photograph of the developed linear moving structure and position sensor for robot's intelligent foot

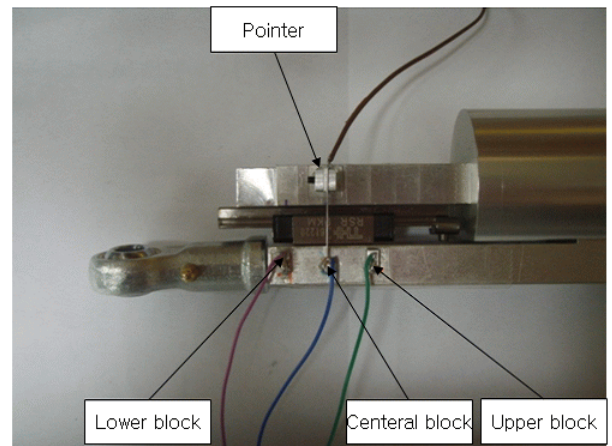


Fig. 2 Photograph of the developed position sensor for robot's intelligent foot

## 3. 제어장치

Fig. 3 은 개발한 직선운동기구와 위치센서의 제어장치 블록도를 나타내고 있고, Fig. 4 는 제작된 제어장치의 사진을 나타내고 있다. 이 제어장치는 5 개의 DSP(digital signal processor), 외부 메모리(memory), 증폭기부(amplifier), 통신부, 전원부, 스위치부, 모터드라이브 등으로 구성되었다. DSP 는 30MHz 크리스털을 사용하여 발생된 클럭(clock)을 DSP 내부에서 5 배 증폭시켜 150 MHz 로 동작되고, 내부 플래시롬에 프로그래밍된 동작 프로그램을 램에 임시로 저장한 상태에서 각각의 명령을 처리하며, A/D 컨버터, 병렬 인터페이스, 직렬 통신 인터페이스 등을 동작 시킨다. DSP 를 5 개 사용한 것은 오른 쪽과 왼쪽 지능형 발 2 개에 내장되어 있는 4 개의 6 축 힘/모멘트센서의 값을 받아 처리하고, 또한 직선운동기구에 설치되어 있는 총 8 개의 모터

를 구동하며, 직선운동기구에 구성된 위치센서의 신호를 받아 처리한다. 그리고 인간형 로봇의 무릎, 골반 부분의 모터를 구동한다.

A/D 컨버터는 4 개의 6 축 힘/모멘트 감지센서로부터 출력되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸기 위하여 사용되고, 병렬 인터페이스는 LCD 에 신호를 주기 위하여 사용되며, 직렬통신 인터페이스는 컴퓨터 혹은 다른 제어장치와 통신하기 위해 사용된다. 그리고 전원은 DSP 와 다른 주변장치들에 전압 9 V, 5 V, 3.3 V, 1.8 V 를 각각 공급하며, 스위치는 원하는 6 축 힘/모멘트 센서들의 각 센서(Fx 센서, Fy 센서, Fz 센서, Mx 센서, My 센서, Mz 센서)의 측정값을 LCD 에 나타내거나 지능형 발의 움직임 등의 명령을 내리기 위해 사용된다. 제작된 제어장치의 크기는 240 mm×180 mm 로 로봇에 장착하기에 적당한 크기이다.

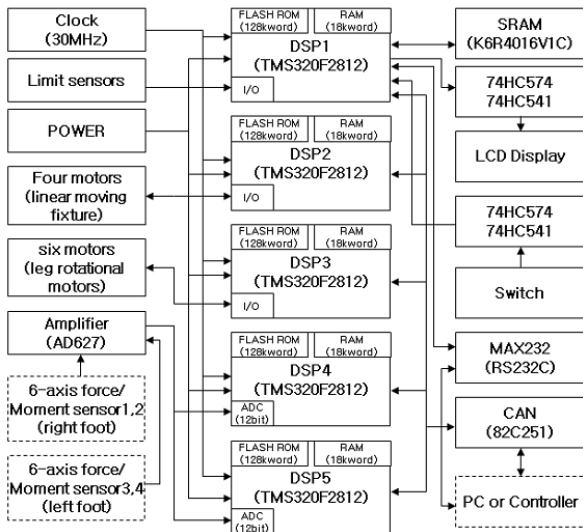


Fig. 3 Block diagram of the developed linear moving structure and position sensor for robot's intelligent foot

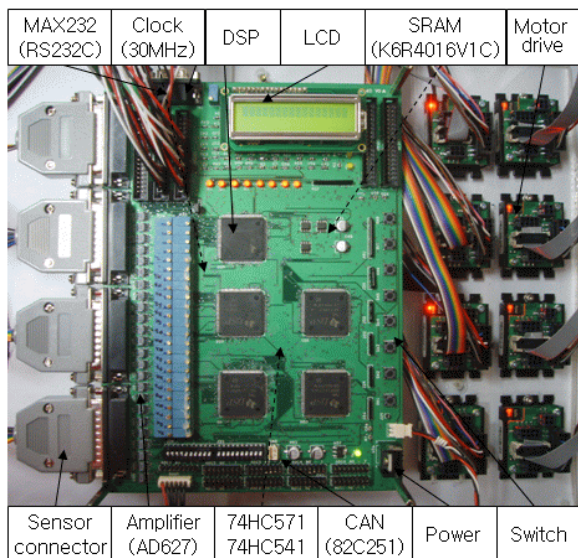


Fig. 4 Controller of the developed linear moving structure and position sensor for robot's intelligent foot

#### 4. 실험결과 및 고찰

개발한 직선운동기구와 그것에 부착된 위치센서를 제어 장치에 연결하여 직선운동과 위치센서의 동작을 실험하였다. 지능형 발의 왼쪽과 오른쪽에 각각 4 개씩의 직선운동기구가 부착되므로 총 8 개의 직선운동기구를 제어장치의 I/O 핀에 연결하였으며, 이 I/O 핀을 통해 펄스를 모터드라이브에 입력하여 모터를 제어한다. 위치센서는 지침의 신

호선과 3 개의 접촉블록과 연결되어 있는 신호선들을 I/O 핀에 연결하였고, 지침이 하나의 접촉블록과 연결되면 3.3V 의 전압이 되도록 하였으며, 이 전압을 DSP 에서 읽어 센서역할을 할 수 있도록 하였다. 직선운동기구의 이동거리는 감속기의 감속비가 1:66 이고 이동나사의 리드가 2mm 이므로 모터가 1 회전할 때 0.0303mm 이다.

직선운동기구의 직선운동특성실험은 모터가 66 회전할 수 있는 펄스를 제어장치가 모터드라이브에 입력하고 이동블록이 정확하게 2mm 이동하는지를 확인하는 것이다. 이동거리를 마이크로미터를 이용하여 측정할 결과는 측정값은 1.99mm 이었고 오차로 계산하면 0.5%이었다. 이 오차는 감속기 축과 이동나사의 축을 연결하는 부분에 미소한 공차가 존재하기 때문인 것으로 판단된다. 이 오차는 로봇의 지능형 발이 위치센서와 발바닥에 부착되는 다축 힘/모멘트센서와 연결되어 제어되므로 지능형 발의 제어에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

위치센서 동작특성실험은 직선운동기구의 이동블록이 중앙위치, 상부위치, 하부위치에서 정확하게 정지하는지를 확인하는 실험이다. Fig. 5 는 위치센서 동작특성실험 결과를 나타낸 것이고, (a)는 지침이 하부위치에 접촉하여 정지되어 있는 경우, (b)는 지침이 하부위치와 중앙위치 사이에서 이동하는 경우, (c)는 지침이 중앙위치에 접촉하여 정지하고 있는 경우, (d)는 지침이 중앙위치와 상부위치 사이에서 이동하는 경우, (e)는 지침이 상부위치와 접촉하여 정지하고 있는 경우를 각각 나타내고 있다. 50 회씩의 실험결과 정확한 위치에서 정지와 이동을 할 수 있음을 확인하였다.

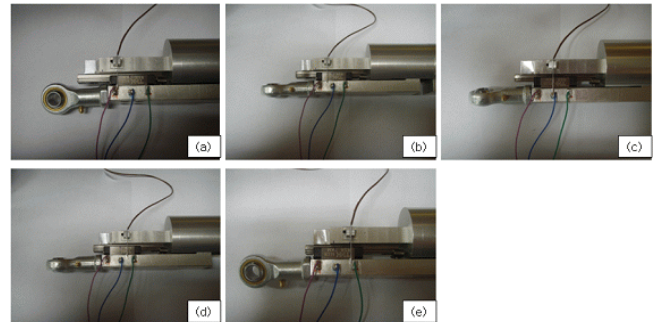


Fig. 5 Photograph of the characteristic test of the developed position sensor for robot's intelligent foot

#### 5. 결론

본 논문에서는 로봇의 지능형 발을 위한 직선운동기구, 위치센서 및 제어장치를 개발하였다. 직선운동기구의 직선 왕복운동실험에서는 매우 정밀하게 직선운동하는 것을 확인하였다. 그리고 위치센서와 제어장치의 동작특성실험에서도 중앙위치, 상부위치, 하부위치에서 매우 정확하게 정지와 이동함을 확인하였다.

따라서 본 논문에서 개발한 직선운동기구, 위치센서 및 제어장치는 로봇의 지능형 발을 사람과 비슷하게 움직이도록 하는 기구로서 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

#### 후기

이 논문은 2007 년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2006-000-10468-0)

#### 참고문헌

1. 김갑순, "DSP 를 이용한 로봇의 그리퍼 제어장치의 개발," 한국정밀공학회지, Vol. 23, No. 5, pp. 85-92, 2006.