

# 로드셀을 이용한 휴머노이드 로봇의 손가락 제어

## Control of humanoid-robot fingers using load cells

\*김도연<sup>1</sup>, 김영환<sup>1</sup>, #홍대선<sup>2</sup>

\* D.U.KIM<sup>1</sup>, Y.J.KIM<sup>1</sup>, # D.S.HONG(dshong@changwon.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립창원대학교 기계설계공학과, <sup>2</sup>국립창원대학교 메카트로닉스 공학부

Key words : Robot Hands, Load cell, Humanoid robot, Robot fingers

### 1. 서론

인간은 발달한 손의 기능에 의해서 오늘날과 같은 문명을 구축했다고 해도 과언이 아니다. 인간의 손은 다른 동물과 비교도 안 될 정도로, 다재다능하고 또한 유연성이 풍부해서 고도의 동작을 행할 수 있다.<sup>1</sup> 지금까지의 로봇 손에 대한 연구는 활발히 진행되고 있다. 미국의 캘리포니아 대학의 뇌혈관 센터의 스티븐 박사는 부분적인 마비를 알고 있는 뇌졸중 환자를 대상으로 로봇 손의 효능에 대한 연구를 하였고 카이스트에서는 로봇 손의 기동성 및 제어성에 관한 연구<sup>2</sup>를 하는 등 로봇 손의 보다 자연스러운 운동 기능을 구현 할 수 있는 연구들이 활발히 진행되고 있다. 이에 우리는 미지의 물체를 안전하게 잡을 수 있도록 센서를 부착하여 모터를 제어할 수 있는 시스템을 구성하여 로봇에 있어 보다 자연스러운 운동기능을 구현하는 것에 중점을 맞추었다.<sup>3,4</sup>

### 2. 로봇손의 설계

손가락의 외형 설계를 위해서는 각 손가락 마디 길이를 결정하는 것이 가장 중요하다. 조건 지수나 조작성 지수와 같은 성능 지수를 이용할 수 있으나 사람과 같은 다지 다관절 로봇 손의 경우에는 있어서는 각 손가락 상호간의 관계를 고려하여 해석적 혹은 수치적인 방법으로 마디 길이를 규명하기는 쉽지 않기 때문에 본 과제에서는 Table 1에서 보이는 바와 같이 184명의 사람 손에 대한 길이 연구로부터 각 손가락의 마디 관절 기준으로 비율화 한다.<sup>5</sup>

Table 1 Bone-to- Bone bony ratio(184Hands) data

Finger/Phalanx ratio	DP /DP	Hand	MP	PP	MC
			/DP	/DP	/DP
Thumb	1.00	Right		1.37	2.09
		Left		1.36	2.08
Index	1.00	Right	1.41	2.45	4.17
		Left	1.41	2.44	4.10
Middle	1.00	Right	1.60	2.54	3.71
		Left	1.59	2.54	3.71
Fing	1.00	Right	1.50	2.33	3.25
		Left	1.49	2.31	3.22
Little	1.00	Right	1.15	2.04	3.32
		Left	1.16	2.04	3.32
Ave, W/O Thumb	1.00	Right	1.42	2.34	3.61
		Left	1.41	2.33	3.59

전체적인 외형프레임은 Fig 1.에서 보는 바와 같이 CAD를 이용하여 설계한 도면을 바탕으로 가볍고 견고한 알루미늄을 사용하여 원활한 동작을 가능하도록 제작한다. 이어서 구동에 필요한 동력전달 부분은 스텝모터에서의 동력을 적절하게 전달하기 위해 타이밍 벨트와 타이밍 풀리를 이용하여 각 관절에 동력을 전달하는 방식을 선택한다. 설계하고 제작한 기구부와 동력부의 전체적인 제어는 ICCVR for AVR 프로그램을 이용하여 C++을 사용해 원하는 형태로 위치를 제어하게 한다. 제어기에 보내어 각 관절의 동작과 필요한 위치 제어를 구현하기 위해 Fig 2.의 로드셀을 부착하여 전체적인 구동을 가능하게 한다.

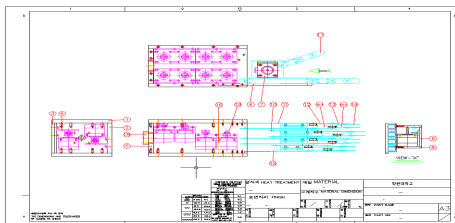


Fig 1. CAD Design



Fig.2 Load Cell

Table 2 Specification of the Load Cell

Model	247C
Rated Capacity(R.C)	5kg, 10,20,50,100,200, 500kg Compression only
Rated Output(R.O)	1.0mV/V ±10%
Nonlinearity	±0.2% R.O
Hysteresis	±0.2% R.O
Zero Balance	±10% R.O
Recommended Voltage	3VDC
Voltage, max	5VDC
Repeatability	±0.1% R.O

### 3. 작동원리

Fig3은 개발한 손가락 시스템에 대한 제어 블록 다이어그램을 나타낸다. 이 그림에 나타난 바와 같이 로드셀에 입력 값이 들어오면 AD컨버터를 이용해서 아날로그 신호를 디지털로 변경한 후 마이크로 컨트롤러에 입력한다. 입력된 값을 통해 각각의 모터를 구동하고 행동제어 프로그램으로 손가락을 제어한다.

ICCV for AVR 프로그램을 이용해서 AVR128 메인 보드에 모터를 제어할 수 있는 명령어와 모터를 변경할 수 있는 스위치를 조작할 수 있는 명령어를 작성하여 메모리에 탑재하도록 한다.

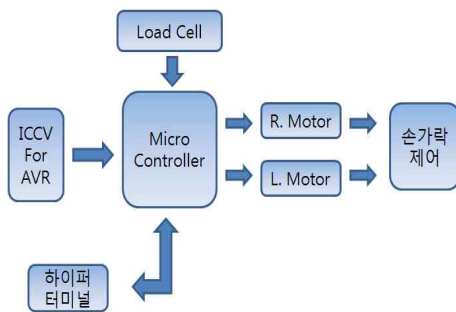


Fig.3 Flow Chart of the Robot Hands system

로봇 손의 구동 시 각각의 관절에 연결된 모터가 다른 속도로 회전을 하게 되며 프로그램 상 입력된 로드셀의 값에 따라 변위를 다르게 하면서 물건을 잡는다. 만일 물체의 형상이 불균일하거나 매우 작은 물체일 경우 한손가락에만 집지가 될 경우가 있다. 이와 같이 어느 한손가락이 외력을 인식하지 못하면서 최대 동작범위를 벗어나게 되면 이때 동작을 멈추도록 한다.

### 4. 결론

본 연구에서는 전체적인 휴머노이드 로봇 제작의 첫 단계로 사람 손과 흡사한 역할을 할 수 있는 형태와 크기로 손가락 시스템을 제작했다. 이 시스템의 손가락 마디 끝부분에 센서를 부착하여 물체를 잡을 때 적절한 힘에 도달하면 회전 하는 모터가 정지하는 형태로 움직인다. 제작한 손가락 시스템을 이용하여 향후에는 외력을 고려한 힘 제어에 관한 연구를 수행하여, 궁극적으로 깨지기 쉬운 물체의 핸들링을 가능토록 할 계획이다.

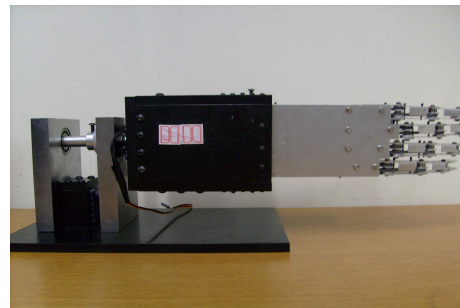


Fig.4 Developed Robot Hand

### 참고문헌

1. Y.S.Yun, J.H.Kim, Y.K.Jung, Y.E.Yum, "Kinematic Design of a Multi-fingered Robot Hand", The Korean Society of Mechanical Engineers 1992 Vol. 1, No. 1, pp. 538~541
2. J.H.Jung, "systematic design method and its stability analysis for PID control for a class of nonlinear systems with application to robot manipulators." KAIST Thesis 2006
3. G.S.Kim, H.J.Shin, H.M.Kim, "Development of Intelligent robot hand with Three Finger Force Sensors" Korean Society for Precision Engineering Vol.26 , No.1, 2008. 124~169
4. N.Y.Jung, J.H.Back, S.J.Lee, J.H.Lee, I.H.S, D.H.Choi, "Design of the Hanyang Robotic Hand 1", I.E.E.K. 1990 Vol.2 , No. 1, pp. 508~513
5. J.H.Ryu, J.H.Park, D.H.Choe, N.Y.Jung, "Optimal Grasp Design of a Multi-fingered Robot Hand Based on Manipulability and Stability", The Korean Society of Mechanical Engineers Papers Vol. 7, No. 7 1998 pp. 1367~1374