

11자유도 휴머노이드 로봇손의 설계

Design of a Robot Hand with 11DOF for Humanoid

*장우일¹, #최국진¹, 노민석¹, 정성현¹, 홍대선¹

*U. I. Jang¹, #K. J. Choi(choi@changwon.ac.kr)¹, M. S. Noh¹, S. H. Jung¹, D. S. Hong¹

¹국립창원대학교 메카트로닉스 공학부

Key words : Manipulation, Humanoid, Grasp Stability, Robot Hand

1. 서론

일상생활에서 행하고 있는 손의 동작은 실로 고도의 운동제어 기술이나 정보 처리 기술을 바탕으로 해서 이루어지고 있다. 이와 같은 고도로 발달한 손의 매니플레이션(Manipulation) 기능을 해명해서 기계적으로 실현하려고 하는 것^{1-2,3}이 로봇 연구의 목적 중 하나이다. 이 목적을 달성하기 위해서 로봇에 요구되는 제어 동작은 수 없이 많고, 또한 복잡하게 되어 있다. 그 반면 현재의 로봇의 운동 제어 시스템은 산업용 로봇을 포함해서 위치의 입·출력을 가지는 것이 가장 기본이다. 현재 로봇 손에 대한 연구와 제작이 활발히 이루어지고 있는데, 김상만⁴은 근접센서를 이용한 로봇손의 파지동작제어 연구를 하였으며, 유재형⁵은 조작성과 안정성을 고려한 다지 로봇손의 최적 파지 설계에 관한 연구를 하였다. 본 연구에서는 로봇에 있어 가장 기본이 되는 위치제어를 통해서 로봇의 구동원리를 이해하고, 전체적인 휴머노이드(Humanoid) 로봇 제작에 앞서 가장 기본이 되고 여러 동작을 구현할 수 있는 로봇 손을 제작하였다.

2. 로봇 손의 설계

본 연구에서는 로봇 손동작 구현을 위해 로봇 손의 형태와 손가락 관절의 수, 손가락의 개수, 그리고 어떻게 동력을 전달하고 구동시킬 것인가에 초점을 두었다.

다중 손가락을 가진 로봇 손을 제어하는데 있어 가장 중요한 문제는 잡기 안정성(Grasp Stability)과 연관이 있다. 이에 따라 물체를 잡을 때 타이밍 벨트의 탄성, 타이밍 풀리의 견고성, 모터 힘의 크기 등을 고려하여 동작을 구현하였다.

또한 손가락뿐만 아니라 사람의 손목과 같이 손목관절을 이용하여 손목회전이 가능하게 하여 손목의 회전으로 구현 할 수 있는 몇 가지의 동작도 추가적으로 구현하였다.

2.1 설계 배경

손가락의 외형 설계를 위해서는 무엇보다도 선행되어야 할 연구는 각 손가락 마디 길이를 결정하는 것이다. 조건 지수나 조작성 지수와 같은 성능 지수를 이용할 수는 있으나, 사람과 같은 다지 다관절 로봇손의 경우에 있어서는 각 손가락 상호간의 관계를 고려하여 해석적 혹은 수치적인 방법으로 마디 길이를 규명하기는 쉽지 않기 때문에, 본 연구에서는 184명의 사람손에 대한 길이연구로부터 각 손가락의 말절골을 기준으로 비율화하였다. (Table 1. 참고)

전체적인 외형프레임제작은 CAD를 이용하여 설계한 도면을 바탕으로 가볍고 견고한 알루미늄을 사용하여 원활한 동작을 가능하게 제작하였다. 이어서 구동에 필요한 동력전달 부분은 서보모터에서의 동력을 적절하게 전달하기 위해 타이밍 벨트와 타이밍 풀리를 이용하여 각 관절에 전달하는 방식을 선택하였다.

설계하고 제작한 기구부와 동력부의 전체적인 제어는 바이오로이드(Bioloid)를 이용하여 원하는 형태로 위치를 제어하게 만들었다. 이것을 컨트롤러에 보내어 각 관절의 동작과 필요한 위치제어를 구현함으로써 전체적인 구동을 가능하게 했다.

손가락 외형 프레임은 알루미늄으로 제작함으로써 외형의 무게로 인해 서보모터에 걸릴 수 있는 부담을 줄였고, 실측에 따른 정확한 치수결정으로 제작 시에 오차를 최대한 줄일 수 있게 설계하였다.

지지대의 설계는 각 관절로의 동력전달을 하는 서보모터의

위치배열에 따라 설계하였다.

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

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

2.2 전체 시스템의 구성요소

Fig. 1에서와 같이 바이오로이드(Bioloid)를 이용하여 구현하고 싶은 모션의 형태를 만든 후 컨트롤 박스와 컴퓨터를 연결하였다. 원하는 모션을 컨트롤 박스에 다운로드 한 후에 컨트롤 박스에 있는 버튼을 이용하여 로봇 손 모션을 제어한다.

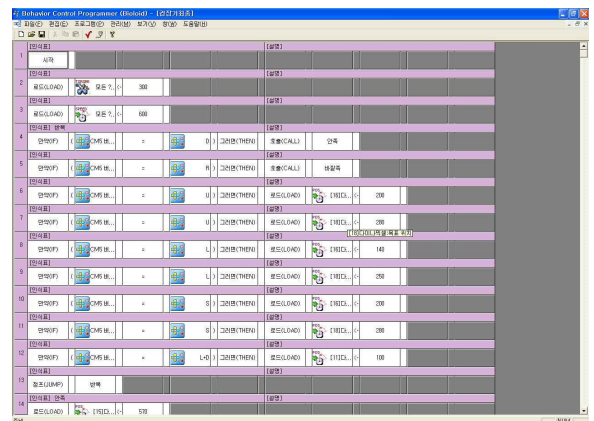


Fig. 1. Bioloid Program

서보모터는 Fig. 2의 다이내믹셀 서보모터를 이용하여 각 관절로 힘이 전달되게 만들었다. 다이내믹셀은 로봇의 관절역할을 하는 바이오로이드(Bioloid)의 기본 유닛(Unit)이다.



Fig. 2. Dynamixel Servo Motor & CM-5 Control Box

CM-5(Control Box)는 두뇌에 해당하는 것으로 9V 건전지로 동작하며 행동제어 프로그램 실행모드(Play mode), 다이내믹셀

관리 모드(Mange mode), 모션 편집 모드(Edit mode)의 동작 모드를 구현한다.

먼저 행동제어 프로그램에서 움직이고 싶은 로봇 손의 움직임을 제어할 프로그램을 작성한다. 다음으로 컨트롤 박스와 컴퓨터를 연결하여 작성한 프로그램을 컨트롤 박스에 다운로드 한 후 컨트롤 박스에 있는 버튼을 이용하여 로봇 손 모션을 제어한다.

2.3 구동원리

컨트롤러의 제어에 따라 각 관절을 움직이는 서보모터에 신호를 보내어 원하는 모션의 동작범위를 인식하고 구동하게 하였다. 이러한 구동에 의해 발생하는 동력을 타이밍 풀리와 타이밍 벨트를 이용해 각 관절에 전달함으로써 원하는 동작을 구현한다.

각 관절을 지나는 타이밍 벨트에 의해서 상관관계가 없는 관절에 대해서는 불필요한 간섭을 최소한으로 줄이기 위해서 간섭이 생기는 관절마다 베어링을 사용하였다. 이는 동력전달을 원활하게 하기 위해서이다. 그리고 로봇 손의 동작에 따라 타이밍 벨트가 꺾이는 부분에 대해서는 장력손실을 줄이기 위해 각 관절이 꺾이는 부분마다 고정 핀을 사용하여 손실을 줄이도록 하였다.

3. 시뮬레이션 및 전체 동작

실제 로봇 손의 제작에 앞서 Fig. 3과 같이 CATIA를 이용하여 최종적으로 로봇 손의 모양을 3D로 모델링하였다.

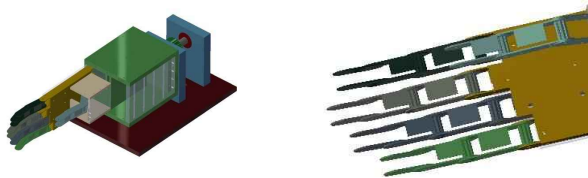


Fig. 3. 3D Modeling by CATIA

손가락 마디 사이에 Fig. 3과 같이 철판을 대어 타이밍 벨트를 감추는 역할을 하여 외관상 깔끔하게 보이게 하였다. 실제 사람 손바닥과 비슷한 크기의 손바닥을 제작하여 사람 손 형상에 가깝게 만들었다.

8개의 모터가 들어가는 모터박스를 중심으로 손바닥과 엄지손가락 박스가 앞쪽으로 장착 되어있고, 이 모터 박스 전체를 회전시킬 수 있는 축이 모터박스를 지탱하고 있는 형상이다.

원하는 동작에 맞추어 바이오로이드(Bioloid)를 이용하여 공 잡기, 가위 바위 보, 물 따르기 등의 형태를 구현하였다. 특정한

물체에 대하여 사진에 여러 번의 테스트를 통하여 정확한 잡기 동작을 수행하였다. Fig. 5는 물병에 있는 물을 실제 컵에 따르는 모습과 실제 야구공을 잡아 보았다. 보다 안정적인 잡기 동작을 취하기 위해 많은 테스트를 통해 가장 적합한 형태의 동작을 결정했다.

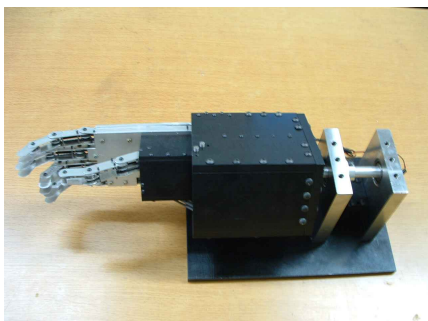


Fig. 4. Humanoid Robot Hand

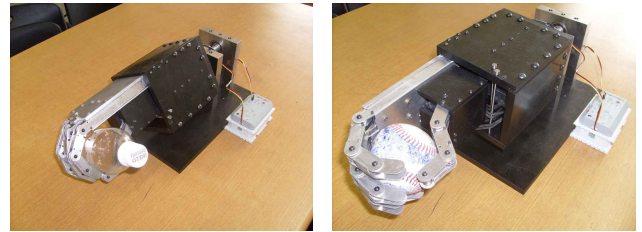


Fig. 5. Grasping Motion

또한 그 위치에 따른 좌표 값을 프로그램화하여 언제든지 원하는 순간에 Fig. 5와 같은 동작을 수행할 수 있게 하였다.

4. 결론

본 논문은 미래 지향적 로봇인 휴머노이드(Humanoid) 로봇 제작에 그 최종 목적이 있다. 먼저, 전체적인 휴머노이드 로봇 제작의 첫 행보로써 사람 손과 흡사한 역할을 할 수 있는 형태와 크기로 제작했다. 현 산업에서는 지속적으로 개발되고 진행 중인 여러 가지 동작방법을 이용한 휴머노이드 로봇 손이 제작되고 있고 많은 진보를 보여 왔다. 이에 발맞추어 우리는 앞으로 주요 산업의 한 부분을 차지하게 될 휴머노이드 로봇 개발을 위하여 그 초석마련이라는 목적을 가지고 수행하였다.

세부 사항으로는 실제 사람의 손과 크기가 비슷하게 모터박스 내에 모터를 2열로 배치하여, 손가락 등 부분의 속이 보이지 않게 하였다. 또한 손목이 회전되어야 할 것을 목표로 설계 제작하였다. 손목이 회전이 가능하게 됨으로써 로봇 손이 좀 더 사람과 비슷하게 구동하고 또 사람과 비슷한 형태를 만들 수 있었다.

본 논문에서는 휴머노이드 로봇에 사용할 수 있는 기본적인 로봇 손을 제작하고 손가락 위치를 단순 제어하였다. 그러나 향후 이를 실용화하기 위해서는 로봇이 외부 환경과 상호 작업을 일으키면서 작업을 수행하는 경우에 로봇 손가락에 대한 힘의 제어가 필수적이고 또한 보다 다양한 작업을 수행하기 위해서는 접촉 동작까지를 포함한 외부에 적용할 수 있는 기능이 요구된다.

후기

이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 「2단계 BK21 사업」의 지원비를 받았다.

참고문헌

1. 윤원석, 김정하, 정완규, 염영일, “다지 다관절 로봇손의 기구학적 설계”, 대한기계학회 1992년도 춘추학술대회논문집, pp. 538-541
2. 고남석, 정낙영, 최동훈, “작업지향 조작성과 안정성을 고려한 다지 로봇손의 최적설계”, 대한기계학회 논문집 1998년, pp. 1596-1609
3. 정낙영, 백주현, 이수진, 이준호, 서일홍, 최동훈, “한양 로보손 I의 설계”, 대한전자공학회 학술회 논문집 1990년, pp. 508-513
4. 김상만, 진성무, 홍예선, 류시복, “근접센서를 이용한 다관절 로봇손의 파지동작 제어”, 한국정밀공학회 논문집 1998년, pp. 282-285
5. 유재행, 박장현, 최동훈, 정낙영, “조작성과 안정성을 고려한 다지 로봇손의 최적파지 설계”, 대한기계학회논문집 1998년, pp. 1367-1374