

인간 팔의 모델에 기반한 로봇 팔 설계 기법

배영철, 문용선*

전남대학교 공학대학 전기·전자통신·컴퓨터공학부, *순천대학교 정보통신공학부

The Design of Robot Arm based on Human Arm Model

Youngchul Bae, Yongsun Moon*

Chonnam National University, Suncheon national University

Abstract - 본 논문에서는 사람의 움직임과 유사하게 동작하도록 하기 위한 인간 팔의 형태학적·신경학적 분석 기법을 기반으로 한 휴머노이드 로봇 팔의 설계 기법을 제시하였다.

표 1. 뇌에 대한 신경학적 분석[4~9]

1. 서론

1960년대에 최초로 산업용 로봇이 출현했을 때 로봇은 단지 정해진 작업만을 반복하는 장치의 개념인 매니퓰레이터(Manipulator)로서 사용이 되었다. 20년이 지난 1980년대 이후 마이크로프로세서의 등장과 함께 로봇에 대한 많은 연구가 시작되면서 로봇은 단순 작업만을 반복하는 장치가 아닌 다양한 목적 및 용도를 가지고 개발되기 시작했다. 로봇에 대한 기술 및 인식이 다양하게 변화하면서 인간은 점차 로봇과 인간을 연관시키기 시작하였으며, 이로부터 인간을 닮고 인간의 행위를 모방할 수 있는 로봇을 지칭하는 휴머노이드 로봇(Humanoid robot)이 등장하게 되었다[1~3].

현재 개발된 대표적인 휴머노이드형 로봇으로는 일본 혼다사의 아시모(ASIMO)와 한국과학기술원의 휴보(HUBO)가 있다[4-5]. 아시모와 휴보의 경우도 완전한 휴머노이드 로봇이라고 할 수 있을 정도로 완전한 것으로 볼 수 없다. 휴머노이드형 로봇을 개발할 때 기본적인 개념은 사람의 움직임과 유사하게 동작하도록 하는 것이다.

이에 본 논문에서는 사람의 움직임과 유사하게 동작하도록 하기 위한 인간 팔의 형태학적·신경학적 분석 기법을 기반으로 한 휴머노이드 로봇 팔의 설계 기법을 제시하였다.

2. 인간 팔 분석

2.1 신경학적 분석

인간 신경학적 구조에 대한 분석을 통해서 휴머노이드 로봇 팔의 구현을 위한 제어 네트워크 및 프로세서의 구조 등을 정의한다. 인간은 로봇의 통신 네트워크에 비교되는 신경(nerve)을 바탕으로 근육에 대한 움직임을 실시하고 각 기관을 통하여 내부 및 외부 환경에 대한 정보를 받아들인다. 이러한 신경은 기능적인 면에서 로봇의 네트워크와 같은 관점으로 볼 수 있다. 또한 인간의 신경학적 분류에 따라 신경계는 뇌(brain), 척수(spinal cord), 감각 및 운동기(sensoimotor)로 구분되는데 이것은 로봇의 제어를 담당하는 프로세서의 기능적인 모듈화로 매칭이 될 수 있다. 인간의 뇌는 감각 신호 인식, 운동 명령, 기억 저장, 사고 과정에 대한 추론 등과 같은 인간의 모든 행동 및 행위에 대한 제어를 관장하는데 이러한 인간의 뇌 기능들은 로봇 프로세서의 구조 및 기능을 결정하는 기준으로서 사용된다. 뇌의 세부적인 역할 및 기능에 대한 내용은 표1과 같다.

인간의 뇌신경과 더불어 인체의 큰 신경의 한 영역을 구성하는 척추 신경은 인간이 느끼고 행동하기 위하여 요구되는 신호를 가장 최상위 신경인 뇌로부터 정보를 입력받아 가장 하위 신경으로 정보를 전달한다. 신경들 사이에 중계 역할을 담당하는 인간의 척추 신경계의 구조를 로봇의 통신 네트워크로서 정의한다. 운동 및 감각 기관을 담당하는 감각·운동신경은 뇌와 척추로 자극을 전달하거나 전달받으며, 이러한 구조는 로봇을 구성하는 센서 및 액추에이터의 구성 및 인터페이스로 정의한다.

대뇌 (Cerebrum)	전두엽 (Frontal lobe)	-신체의 운동에 대한 조절 -운동양상의 계획에는 관여하지 않으며 계획이 수행되는 최종단계에 작용 -경험에 의해 형성된 운동작용 프로그램 저장
	측두엽 (Temporal lobe)	-청각영역 -베르니케감각영역 위치 -운동언어영역에 연결
	두정엽 (Parietal lobe)	-신체 감각에 대한 해석 및 인식 -신체 특정 부위에 대한 크기 보다는 기능적 중요성에 비례하여 결절의 면적 결정
	후두엽 (Occipital lobe)	-눈으로 통하여 들어오는 정보 수용영역 -물체 추적 및 반사기능 운동관련
간뇌 (Diencephalon)		-후각을 제외한 모든 종류의 감각정보 수용 -대뇌결절과 밀접하게 연결 -1,2번 뇌 신경핵 위치
뇌간 (Brain Stem)		-앞뇌에 위치한 고위중추의 여러 부위와 척수의 사이를 연결하는 신경로가 지나가는 통로 -호흡과 심혈관계의 조절에 관련된 중요한 반사중추 -3~12번 뇌 신경핵 위치
소뇌 (Cerebellum)		-수의적 운동에 관한 정보 -무의식적인 근육 긴장 유지 -정교한 운동 조절자

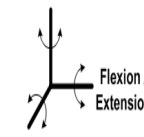
2.2 형태학적 분석

형태학적 관점으로 보면 인간의 팔은 크게 어깨관절, 팔꿈치관절, 손목관절인 3개의 관절로서 정의된다. 어깨관절은 3가지 방향으로 움직이는 3자유도, 팔뚝을 포함한 팔꿈치관절은 2자유도, 손목관절은 2자유도로서 최종적인 인간의 팔은 7자유도로 구성되어 있다.

인간 팔의 관절들 중 가장 많은 움직임을 가지는 어깨관절은 Sterno-Clavicular (SC) 관절, Acromio-Clavicular(AC) 관절, Scapulo-Thoracic(ST) 관절, Gleno-Humeral(GH) 관절로서 모두 4개의 어깨 관절들로 구성되어 있다. 어깨관절의 운동계 표현을 위한 자유도를 기술할 때는 Gleno-Humeral(GH) 관절만을 사용한다. Gleno-Humeral 관절은 Flexion/Extension 운동에 대한 1 자유도, Adduction /Abduction 운동에 대한 1 자유도, Internal Rotation /External Rotation 운동에 대한 1 자유도로서 총 3 자유도를 갖는다.

인간 팔의 형태학적인 구조에 대한 분석 과정을 통하여 최종적으로 유도한 인간 팔의 자유도 및 운동 범위에 대한 분석 결과는 표 2와 같다.

표 2. 인간 팔에 대한 운동계 및 운동 범위

	Joint name	Movement	Movable angle
Human Arm Internal rotation / External rotation 	Shoulder (3DOF)	Flexion/Extension	-180° / 50°
		Adduction/Abduction	-180° / 50°
		Internal/External rotation	-90° / 90°
	Elbow (2DOF)	Flexion/Extension	-145° / 0°
		Pronation/Supination	-70° / 85°
	Wrist (2DOF)	Flexion/Extension	-75° / 70°
		Radial/Ulnar	-20° / 35°

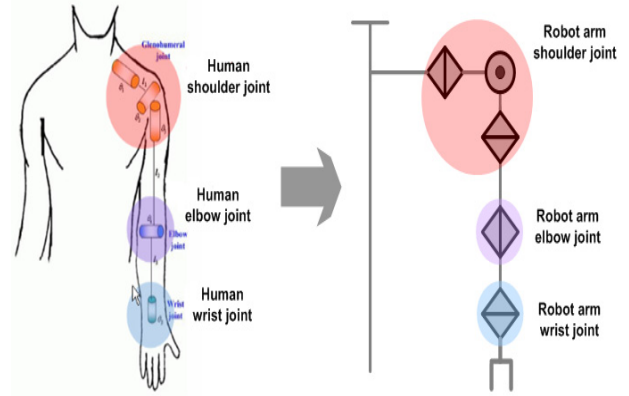


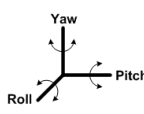
그림 1. 인간의 팔 운동계 기반의 휴머노이드 로봇 팔 구조

팔꿈치 관절은 Extension/Flection 운동을 실시하는 1 자유도의 팔꿈치와, Pronation/Supination 운동인 1 자유도의 팔뚝을 포함한 2 자유도로 구성되어 있다. 물론 자유도 기술 관점에 따라 팔뚝을 손목 관절로 포함시켜서 팔꿈치 관절을 1 자유도로 기술하기도 한다.

손목 관절은 Flexion/Extension, Radial/Ulnar 정의되는 2자유도의 운동을 가지나 팔꿈치 관절처럼 팔뚝을 포함한 3자유로 사용하기도 한다.

표 2 에서 기술하는 인간의 자유도 및 운동은 인간 해부학적 용어로서 실제 로봇으로 좌표로 적용하기는 어렵기 때문에 표준화된 좌표 시스템으로 변환 과정이 필요하다. 본 논문에서는 인간 운동계의 로봇 적용을 위한 좌표계로서 현재 로봇 좌표 시스템으로 사용되는 피치(Pitch), 롤(Roll), 요우(Yaw) 좌표 시스템을 사용하며 이에 대한 결과는 표 3과와 같다.

표 3. 일반적인 로봇 좌표계와 인간 팔 운동계와의 매핑 결과

	joint name	movement	angle
Humanoid Robot arm 	Shoulder (3DOF)	Pitch	-180° / 50°
		Roll	-180° / 50°
		Yaw	-90° / 90°
	Elbow (2DOF)	Pitch	-145° / 0°
		Yaw	-70° / 85°
	Wrist (2DOF)	Pitch	-75° / 70°
Roll		-20° / 35°	

2.3 휴머노이드 로봇 팔 구조 설계

2인간 팔의 자유도는 모두 7 자유도로 구성이 되어있다. 그러나 움직임 발생 시 자유도 사이에는 어느 정도 중첩이 발생하므로 휴머노이드 로봇 팔의 관절 자유도 설계 시에 인간의 모든 자유도를 동일하게 사용할 필요는 없다[6].

본 논문에서는 휴머노이드 로봇 팔의 관절 자유도를 사람 팔의 7 자유도 중 운동에 큰 관여를 하지 않는 손목과 관련된 2개의 자유도인 Radial/Ulnar와 Flexion/Extension 운동을 제외한 5자유도를 가지도록 구성한다.

3. 결론

본 논문에서는 사람의 움직임과 유사하게 동작하도록 하기 위한 인간 팔의 형태학적 · 신경학적 분석 기법을 기반으로 한 휴머노이드 로봇 팔의 설계 기법을 제시하였다.

감사의 글

본 연구는 정보통신부 대학기초 프로그램에 의해 지원 받았음.

[참고 문헌]

- [1] Karl Williams, "Build Your Own Humanoid Robots", Tab Books, 2004.
- [2] 인간지능생활지능로봇기술개발사업단, "차세대지능로봇핵심기술" 김한영앤비, 2006.
- [3] 유범재, 오상록, "네트워크 기반 휴머노이드", 주간기술동향, 통권 1158 호, pp. 11-22, 2004.
- [4] Frank H. Netter MD, "Atlas of Human Anatomy, Professional edition", W.B Saunders, 2006.
- [5] 정진웅, "기본 인체해부학", 탐구당, 2002.
- [6] Van De Graaff 저, 김연섭외 8 역, "Human Anatomy" 6판, 청문각, 2004.
- [7] David G. Amaral, "Anatomical organization of the central nervous system," in Principles of Neural Science, 4th ed., E.R. Kandel, J.H. Schwartz, and T.M. Jessell (eds.), NY: McGraw-Hill, 2000, pp. 317-336.
- [8] James P. Kelly, "The neural basis of perception and movement," in Principles of Neural Science, 3rd ed., E.R. Kandel, J.H. Schwartz, and T.M. Jessell (eds.), Norwalk, CN: Appleton & Lange, 1991, pp. 283-295. See especially pp. 292-293.
- [9] H.R. Wilson, "Simplified dynamics of human and mammalian neocortical neurons," *J. Theor. Biol.* 200, 375-388 1999.