

어깨 관절 거동지원을 위한 동기신호 생성기법 개발 Development of command signal for assisting shoulder joint motion

*홍성준¹, 이영수², 장혜연², 장재호², 한정수³, #한창수⁴

*S. J. Hong¹, Y.S.Lee², H.Y.Jang², J.H.Jang², J.S.Han³, #C. S. Han(cshan@hanyang.ac.kr)⁴

¹ 한양대학교 기계공학과, ²한양대학교 기계공학과, ³한성대학교 기계시스템공학과, ⁴한양대학교 기계정보경영공학부

Key words : Wearable Robot, Shoulder command signal, Coordinate mapping

1. Introduction

본 연구는 노약자의 어깨 관절의 거동을 지원해주는 착용형 로봇에 대한 연구이다. 착용형 로봇은 사람이 기존에 사용할 수 있는 근육의 힘을 증폭 시켜줌으로서 사람이 좀 더 많은 일을 수행할 수 있게 한다. 착용형 로봇은 군용, 의학용, 서비스용 등 많은 분야에서 지원 가능한 로봇이다. 의학 분야에서는 재활이 필요한 환자의 재활 훈련이 가능하고, 군용 분야에서는 군사의 근력을 지원하여 더 무거운 물건을 짊어질 수 있으며, 더 오래, 더 멀리 이동할 수 있게 한다. 본 연구에서는 다양한 분야에 적용이 가능한 착용형 로봇을 노약자 거동 지원에 초점을 두었다. 그 중 사람이 식사를 먹거나 물건을 들 때 주로 사용하는 상지 근육의 어깨 관절 힘을 보조하였으며, 착용자의 의지는 조이스틱에 입력됨으로 특별한 힘을 들이지 않고, 구동할 수 있게 개발하였다.

인간의 어깨관절은 아래 그림과 같이 볼&소켓 (ball & Socket) 조인트의 형태와 가장 유사하며, 3자유도의 회전 중심축이 일치함으로 하나의 동작을 위해 3자유도의 조인트가 독립적으로 각각 움직여야 자연스럽다.

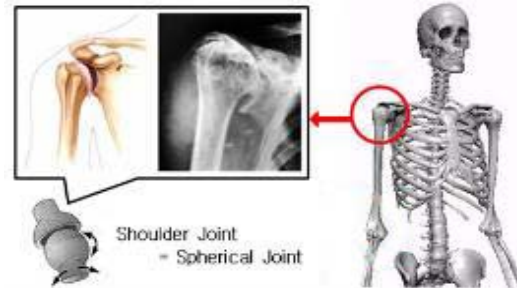


Fig 2. Shoulder joint

위의 ROM과 DOF를 고려하여 인체 상지 어깨관절의 메커니즘을 구현할 로봇을 설계하였다. 3자유도의 외골격 회전중심축을 어깨 조인트 회전중심축과 일치하도록 설계하였으며, 거동의 편의성을 위해 어깨를 감싸는 형태로 설계하였다.

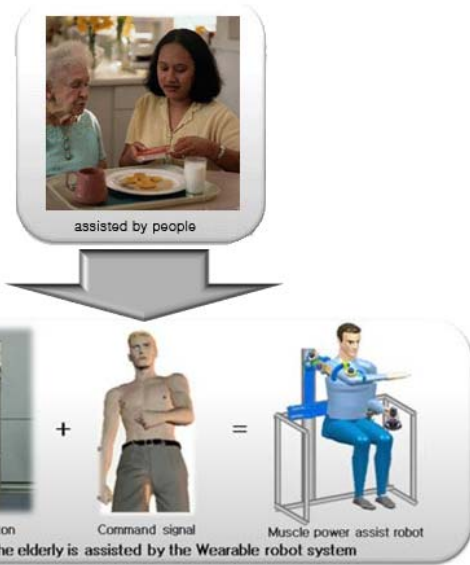


Fig 1. Purpose of research



Fig 3. Axis intersection mechanism of shoulder part

2. Mechanical design for shoulder joint

2.1 ROM & DOF of shoulder joint

사람 어깨관절의 관절범위는 아래와 같다.

Table 1 Range of Motion (Shoulder joint)

Joint	Motion	Range of Motion
Shoulder joint	Flexion	0°-180°
	Extension	0°-50°
	Abduction	0°-180°
	Adduction	180°-0°
	Internal Rotation	0°-90°
	External Rotation	90°-0° (-70°)

3. Command signal

3.1 Joystick

사람의 어깨관절과 거의 같은 메커니즘과 자유도를 가지고 있는 3자유도 조이스틱을 동기신호 생성기로 사용하였으며, 사람이 움직이고자 하는 메커니즘과 동일하게 조이스틱에 명령을 주면 됨으로 노약자가 편히 사용할 수 있도록 하였다. 아래 그림과 같이 Forward Extension/Flexion 동작과 Adduction/Abduction 동작 External/Internal 동작 모두가 같은 스피리컬 조인트 (Spherical Joint) 상에서 구동됨으로 스피리컬의 입력신호를 줄 수 있는 3자유도 조이스틱을 동기신호생성기로 사용하였다.

• Shoulder Extension / Flexion



• Shoulder Adduction / Abduction

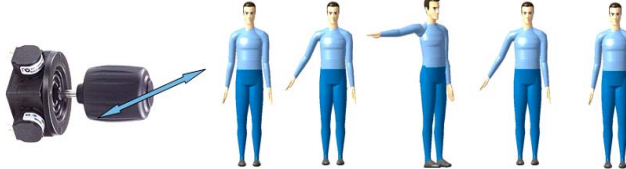


Fig 4. Comparison of the joystick DOF & shoulder joint DOF

3.2 Coordinate mapping

조이스틱의 신호는 Cartesian coordinate 상의 두 좌표로 입력받게 된다. 이 신호를 상박의 Extension/Flexion, Adduction/Abduction 동작속도로 정의하고, 사람의 움직임 중 한 고정점은 Spherical coordinate 상으로 coordinate를 mapping 하여 구할 수 있다.

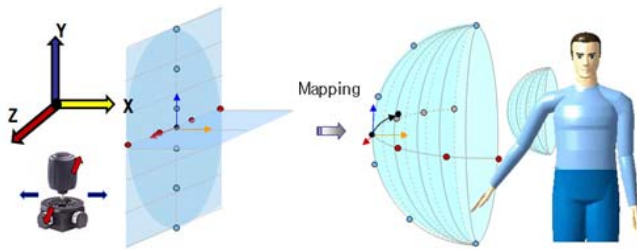


Fig 5. Coordinate mapping of the shoulder joint

조이스틱에서 입력받는 신호는 2방향의 이동속도 이므로 이를 적분하여 시간당 이동거리를 구하고, 그 거리를 home position의 초기값에 더해주면 최종 끝점의 좌표가 나오게 된다. 이를 역기구학 식에 적용할 수 있다.

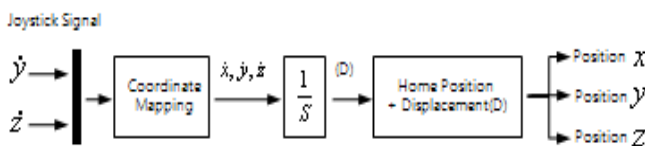


Fig 6. Block diagram of the joystick signal

4. Control signal

3자유도에 대한 해석을 D-H 규칙을 기준으로 기준좌표계를 정의하여 Forward Kinematic 관계식을 산출하였다. 이 관계식을 통해 끝점(팔꿈치)의 위치를 알 수 있다. 또한 끝점의 위치를 제어하고 그에 따른 3개의 관절의 각도를 계산하는 식을 Inverse Kinematic을 통해 유도하여 각 관절의 액츄에이터의 회전각을 산출하였다.

본 시스템의 어깨관절 구동 알고리즘은 크게 세 가지로 나누어 볼 수 있다. 동기신호부분인 조이스틱 입력 부분, 조이스틱에서 입력된 신호로 End-Effector의 position과 orientation값을 받아 각 관절의 회전각을 산출해 내는 역기구학(Inverse kinematics)부분, 그리고 원하는 위치에 정확하게 수렴할 수 있도록 encoder 값과 명령 관절각을 feedback해 주는 encoder 부분으로 나눌 수 있다.

5. Conclusion



Fig 7. Application ; Meal Assist



Fig 8. Application2 ; lift Assist

이번 연구에 개발된 착용형 로봇은 착용자의 의지가 조이스틱 신호로 입력되어 구동함으로써 거동이 불편하고, 근력이 약해 혼자 물건을 들거나 밥을 먹을 수 없는 노약자의 경우 주변사람의 도움이 없이도 거동할 수 있었다. 또한 어깨 관절과 유사한 메커니즘을 가진 조이스틱으로 어깨 관절의 외골격을 쉽게 제어함으로써 착용자 스스로 근육보조를 받은 상태에서 상지거동을 할 수 있었다. 본 연구를 기반으로 연구를 지속하여 추후에는 조이스틱과 같은 리모트 컨트롤 시스템이 아닌 사람의 움직임이 직접적인 동기신호가 되어 구동하는 착용형 로봇을 개발할 것이다.

후기

위 사업은 'SEOUL R&BD PROGRAM'의 지원을 받아 수행되었음.

참고문헌

1. Kazuo Kiguchi, Mohammad Habibur Rahman and Takefumi Yamaguchi, "Adaptation Strategy for the 3DOF Exoskeleton for Upper-Limb Motion Assist", international Conference on Robotics and Automation, Barcelona, Spain, April 2005, pp. 2296-2301
2. Joel C. Perry, Jacob Rosen, "Design of a & Degree-of-Freedom Upper-Limb Powered Exoskeleton", International Conference on Biomedical Robotics and Biomechanics, 2006
3. Craig Carignan Michael Liszka, Stephen Roderick, "Design of an Arm Exoskeleton with Scapula Motion for Shoulder Rehabilitation", International Conference of Advanced Robotics 12th, 2005, pp. 524-531
4. Wusheng Chou, Tianmiao Wang, Jing Xiao, "Haptic Interaction with Virtual Environment Using an Arm Type Exoskeleton Device", International Conference on Robotics, 2004