

# 시지각 운동협응 방식의 상지재활로봇 개발

조지승\*, 이혁진\*\*, 이성규\*\*\*, 이성건\*\*\*, 김경호\*\*\*\*

\*대구기계부품연구원 연구개발본부

\*\*KLTECH

\*\*\*한국기계연구원

\*\*\*\*한국로봇융합연구원

e-mail:okrobo@dmi.re.kr

## Development of upper-limb rehabilitation robot using visual perception-motion coordination

Che-Seung Cho\*, Hyeok-Jin Lee\*\*, Sung-Kyu Lee\*\*\*, Sung-Gun Lee\*\*\*, Kyeong-Ho Kim\*\*\*\*

\*Daegu Mechatronics & Material Institute

\*\*KLTECH

\*\*Korea Institute of machinery & Materials

\*\*\*\*Korea Institute fo robotics & Technology Convergence

### 요약

상지부 재활치료로봇은 노령화로 인한 근력감퇴 문제와 뇌손상에 따른 재활이 필요한 환자의 증가로 인해 그 필요성이 증가하고 있다. 본 연구에서는 환자의 능동적 참여를 유도하기 위하여 환자의 동작 의지 감응 및 시지각 운동협응 방식을 통해 재활치료를 수행할 수 있는 인간-로봇 협업 기반 능동형 재활로봇 개발하였다.

### 1. 서론

노령인구의 증가와 성인병의 확대로 노인성 질환인 뇌졸중과 관절 질환의 발생률은 매년 증가하는 추세이다. 또한, 산업화와 교통사고의 증가로 인한 외상성 뇌손상환자 역시 증가하고 있는 추세이다.

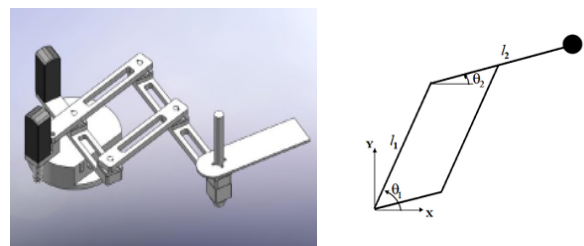
상지부 재활치료로봇은 노령화로 인한 근력 감퇴 문제와 뇌손상에 따른 재활이 필요한 환자의 증가로 인해 그 필요성이 증가하고 있어, 이에 환자의 특성 및 요구도를 반영할 수 있는 상지재활치료로봇의 개발이 필요하다. 단순히 로봇에 의한 수동적인 동작 치료 수준에서 최근에 사용자의 의지에 따라 능동적으로 재활로봇을 제어할 수 있는 인터페이스와 사용자의 상태를 고려해 맞춤형 재활치료를 제공할 수 있는 재활치료로봇 및 치료 프로토콜의 개발이 요구되고 있다.

Visual feedback을 통한 치료의 효과는 전통적인 방법에 비해 치료 효과가 높다는 연구 결과가 소개되고 있으며, 어떤 특정한 환경이나 상황과 더불어 자신의 동작이 모니터 상에서 상호작용을 하는 훈련과 환자의 흥미를 유발하여 최대한 오랜 시간 훈련을 실시할 수 있다. 본 연구에서는 환자의 동작 의지 감응 및 시

지각 운동협응 방식을 통해 재활치료를 수행할 수 있는 인간-로봇 협업 기반 능동형 재활로봇을 개발하였다. 환자의 능동적 참여를 최대한 유도하기 위한 운동 구현 방식으로 모니터 상의 다양한 시각적 정보에 따라 상지재활운동을 실시하며, 눈-손 협응, 공간 위치 등의 시지각 능력을 발달시킬 수 있다.

### 2. 상지재활로봇 설계

그림1은 상지재활로봇 모델로 2자유도를 가지며, 백래쉬를 제거한 와이어 구동 방식 구조를 가진다. 환자의 팔을 플레이트에 올리고 손을 기기를 잡을 수 있도록 고정한 후, 모니터의 재활프로그램과 연계하여 상지 근력을 강화하는 방식이다.



[그림 1] 상지재활로봇 모델

끝점 제어방식으로 상지 재활로봇의 힘반영제어를 위해 기구해석을 통한 모터의 각속도와 기구 끝점의 속도를 관계 짓는 자코비안 행렬을 구하였다.

$$\dot{x} = J\dot{\phi}$$

여기서,  $\dot{x}$  은 기구 끝점의 속도,  $\dot{\phi}$  는 모터의 각속도, J는 자코비안행렬을 나타낸다.

$$\tau = J^T F \Rightarrow \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} j_{11}(\theta_1, \theta_2) & j_{12}(\theta_1, \theta_2) \\ j_{21}(\theta_1, \theta_2) & j_{22}(\theta_1, \theta_2) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \end{bmatrix}$$

여기서,  $\tau$ 는 모터의 토크, F는 기구 끝점의 힘을 나타낸다.

기구 끝점의 힘 F는 주어지, 자코비안 행렬은 각 모터의 각도에 관한 함수이므로 이 각도를 얻음으로써 구할 수 있다.



[그림 2] 상지재활 프로그램

그림2는 능동참여 유도를 위한 재활 프로그램을 나타낸다. 동작 방법은 2D로 구현된 시각적 피드백과 같으며, 로봇의 위치를 “손”으로 표현하였으며, 추적 대상물을 랜덤하게 표시하고, 손이 목적 대상물에 위치한 후 일정시간 손이 Target에 위치하면 그물망에 이송이 가능한 방식으로 재활프로그램을 구현하였다.

그림3은 개발된 시지각 운동협응 방식 상지재활로봇을 나타낸다.



[그림 3] 시지각 운동협응 방식 상지재활로봇

### 3. 결론

본 연구에서는 환자의 능동적 참여를 유도하기 위하여 환자의 동작 의지 감응 및 시지각 운동협응 방식

을 통해 재활치료를 수행할 수 있는 인간-로봇 협업 기반 능동형 재활로봇 개발하였다. Visual feedback을 통한 치료 효과를 높일 수 있도록 자신의 동작이 모니터 상에서 상호작용을 하여 환자의 흥미를 유발할 수 있는 능동참여 유도를 위한 재활프로그램을 구현하였다.

#### 참고문헌

- [1] Salisbury, K., Brock, D., Massie, T., Swarup, N., Zilles, C., “hapticRendering: Programming Touch Interaction with Virtual Object”, Symposium on Interactive 3D Graphics, pp123-130, April 1995
- [2] Kenneth Salisbury, Mandayam A. Srinivasan, “Phantom-Based Haptic Interaction with Virtual Objects”, 1997, IEEE