

힘 반영기반의 햅틱 시스템을 이용한 상지 재활 훈련기 개발 Development of upper-limbs rehabilitation device using force reflection based haptic system

**이성규¹, 이성건¹, 이혁진¹, 조지승², 김진대², 이상화³

#*S. K. Lee(pixylee@hanmail.net)¹, S.G. Lee¹, H.J. Lee¹, C.S.Cho², J.D. Kim², S.H. Lee³

¹KL TECH, ²대구기계부품연구원, ³영진전문대학 컴퓨터응용기계계열

Key words : upper-limbs, rehabilitation, haptic, force reflection

1. 서론

○ 세계 인구의 노령화는 앞으로 전 세계가 직면하게 될 가장 큰 사회 이슈 중 하나로 대두되고 있음. 우리나라의 65세 이상 인구 비율이 7.2%에 이르러 고령화 사회에 진입했고 2018년에는 14.3%로 고령사회에, 2026년에는 20.8%가 되어 ‘초고령 사회에 도달할 것으로 전망됨.

○ Fig 1과 같이 고령화, 노령화로 인해 뇌졸중으로 인한 중추 신경계 질환의 대표 질환의 환자들이 점차 들어나는 추세임.

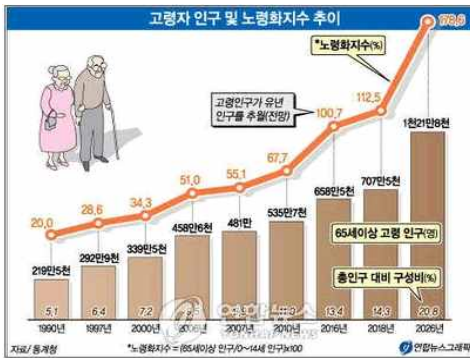


Fig. 1 trend of aging population and aged-child ratio

○ 뇌졸중(stroke)은 갑작스럽게 발생한 국소적인 뇌기능의 이상이 24시간 이상 지속되면서 다른 원인 질환들이 배제되고 뇌혈관의 이상에 의해서 발생한 경우로 뇌졸중에서 나타나는 뇌기능 이상의 부분은 국소적인 신경학적 증상으로 나타나지만 의식장애, 사지마비 등과 같은 전반적인 신경학적 증상을 보이는 경우도 있음

○ 정도의 차이는 있지만 생존자의 85%가량이 기능적 장애를 가지게 되는데, 의사소통장애, 보행

장애, 일상생활동작 장애, 인지기능 저하, 정서적 문제, 사회로의 복귀 장애, 가족구성원으로서의 기능 상실 등 다양한 장애가 포함됨

○ 상지 재활훈련 기술은 손가락이나 손목을 포함하는 손의 기능적 재활, 전완(fore-arm)과 상완(upper-arm)의 운동범위(rangeofmotion,ROM) 및 운동기능 회복과 같은 재활훈련과, 외골격(exoskeleton)형 보조기기(orthosis), 기능저하 근육 자극 등으로 노화에 의해 약해진 근육을 보조 및 강화할 수 있는 기술을 의미함

○ 국내 현실에서 환자대치 치료사의 상대적 인력 부족과 의료보험 등의 경제적 요건으로 환자의 최대 회복을 위한 치료시간이 부족하며 Fig 2. 의 재활 치료기기와 같이 국내 상지 재활치료기기는 대부분 수동 형태로 정확한 힘을 환자에게 제공하지 못하는 단점을 가진다.



Fig 2. domestic rehabilitation training device

○ 본 연구에서는 힘반영 기반 햅틱 시스템을 통한 능동형 상지 재활 훈련기를 개발하는 것이다. 그럼으로써, 환자의 능동적 참여를 유도하고, 운동 감각을 자극하여 상지 재활 치료 효과를 극대화시킬 것이다.

2. 상지 재활 치료기 기구 설계

Fig 3. 은 햅틱 시스템을 이용한 상지 재활 훈련기를 나타낸다.

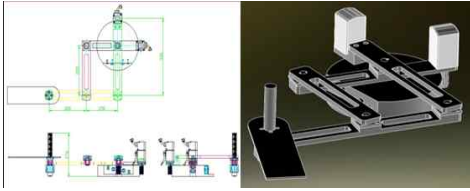


Fig 3. Upper-limbs rehabilitation device

이 훈련기는 환자의 상지를 2차원 평면상에서 훈련 할 수 있도록 2자유도를 가지는 장치로 개발되었다. 또한 백래쉬를 제거하고 역구동성을 위해 와이어 구동 방식을 채택하였다.

3. 햅틱 제어 시스템 개발

Fig 4.은 햅틱 랜더링 알고리즘을 나타낸다. 햅틱 랜더링 알고리즘은 사용자가 햅틱 시스템 로봇의 끝단을 잡고 가상환경에 나타나있는 트랙을 따라 운동하는 중 가상 벽에 부딪혔을 때, 벽과 접촉한 역감을 제공해 준다.

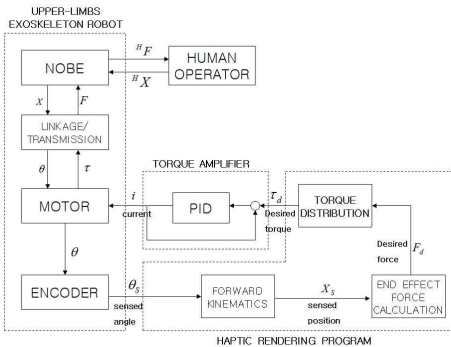


Fig 4. structure of haptic rendering algorithm

Fig 4. 의 햅틱 랜더링 알고리즘에서 로봇의 조인트 위치가 제어기에 입력되어 정기구학을 거쳐 로봇의 끝점 위치를 계산하게 된다. 그리고 가상환경에서 로봇의 끝점 위치가 트랙 벽면에 부딪칠 경우 이에 해당하는 힘을 계산하고 각 조인트에 힘으로 변환한 다음 모터에 토크를 줌으로써 사용자는 트랙 벽면에 부딪치는 힘을 느끼게 된다.

4. 결론

뇌손상(뇌졸중, 외상성 뇌손상, 뇌성마비 등)과 척수손상에 의한 중추신경계 손상환자, 말초 신경 손상환자, 류마티드, 골관절염 등과 같은 다양한 질병으로 인하여 손의 능동적 움직임이 결여된 환자를 대상으로, 상지 운동감각을 최대한 자극하기 위해 힘반영 기반 햅틱 시스템을 이용한 상지 재활 훈련기를 개발하였다. 그리고 이 상지 재활 훈련기기는 백래쉬 제거와 역구동성을 위해 와이어 구동방식을 채택하였고, 2차원 상지운동을 할 수 있도록 개발하였다. 또한 상지 운동 감각을 자극하기 위한 가상 벽의 역감을 제공하기 위해 햅틱 랜더링 알고리즘을 사용하였다. 햅틱 랜더링 제어 루프의 샘플링 주파수를 1kHz이상으로 유지함으로써 랜더링의 안정성을 확보할 수 있었다.

참고문헌

1. Salisbury, K., Brock, D., Massie, T., Swarup, N., Zilles, C., "haptic Rendering: Programming Touch Interaction with Virtual Object" Proc. 1995 Symposium on Interactive 3D Graphics, pp 123-130, April 1995
2. Zilles, C. B., Salisbury, J. K., "A Constraint-based God object Method for Haptic Display" ASME Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator System 1994, Dynamic Systems and Control 1994, vol. 1, pp. 146-150
3. Kenneth Salisbury, Mandayam A. Srinivasan, "Phantom-Based Haptic Interaction with Virtual Objects", 1997 IEEE
4. 김경환, "인간 친화형 Haptic Interace 설계", 대한 기계학회 2001년도 동역학 및 제어부문 동계 워크숍 논문집 pp. 25-45