

바늘 삽입 시술 훈련을 위한 햅틱 장치 개발 Development of Haptic Device for Needle Insertion Simulator

*이효상, 허필원, 이동주, 한희섭, #김 정

*H. S. Lee, P. W. Heo, D. J. Lee, H. S. Han, #J. Kim(jungkim@kaist.ac.kr)

KAIST

Key words : Needle Insertion, Haptic Simulator, Surgical Training,

1. 서론

바늘삽입은 최소침습의 한 형태로서 정맥주사, 국소마취, 약물전달 등 다양한 목적으로 많이 사용되는 시술 방법 중 하나이다 [1]. 이러한 바늘 삽입에서 시각과 더불어 바늘을 통해 느껴지는 촉감은 시술의 성공과 진행 정도를 파악할 수 있는 중요한 요소이다. 이러한 촉감의 중요성에도 불구하고, 숙련도의 향상을 위한 시술 훈련 중 동물이나 실제 환자를 대상으로 하는 경우는 매우 제한적이며, 인체 모형을 대상으로 하는 경우에는 다양하고 미세한 촉감의 형태를 전달하기 어렵다. 최근에는 이러한 문제를 해결하고자 햅틱 기술을 이용하여 정교한 촉감을 모사하는 훈련용 시뮬레이터에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 [2, 3]. 이러한 시뮬레이터에서 햅틱 장치는 사용자에게 힘 피드백을 제공하는 장치로서 일반적으로 3 축 방향의 힘 피드백을 제공하는 장치가 많이 사용되고 있다.

하지만 바늘 삽입 훈련에서 중요한 점은 바늘이 생체 조직을 뚫고 들어갈 때 느껴지는 촉감을 반복적인 학습으로 익히는 것이며, 기존 연구에 따르면, 이 촉감은 바늘의 삽입 방향의 힘이 가장 우세한 것을 알 수 있다 [3]. 또한 바늘 삽입 훈련에 있어서는 힘 피드백 이외에도 바늘의 회전이나 삽입 각도, 삽입 위치 선정 등 훈련과 관련된 사항들과 제작 비용 절감에 의한 보급화도 중요하다. 이렇듯 바늘 삽입 훈련에 있어서는 다축의 범용 햅틱 장치보다 훈련 용도로 특화된 햅틱 장치가 필요하다.

따라서 본 연구팀은 그림 1 과 같이 1 개의

DC 모터와 3 개의 추가적인 엔코더를 이용하여 바늘 삽입 훈련에 특화된 1 자유도 햅틱 장치를 개발하였다.

2. 1 자유도 햅틱 장치

개발된 장치는 1 개의 DC 모터와 wire driven mechanism 을 이용하여 어느 방향에서도 바늘의 삽입 방향으로만 힘 피드백을 전달할 수 있도록 설계되었다. 또한 바늘이 상하, 좌우로 움직이는 각도를 측정하기 위해 별도의 엔코더 2 개가 설치되었으며, 바늘의 회전을 측정하기 위한 엔코더가 1 개 추가되었다. 상부의 엔코더는 10 bit 의 해상도를 가지고 있으며, 하부의 엔코더는 512 카운트의 해상도를 가지고 있다. 삽입 방향의 구조는 리니어 부싱에 의한 슬라이더로서 스트로크는 100mm 이며, 양쪽 끝에 와이어가 서로 반대 방향으로 연결되어 있어서 양방향으로 힘 피드백이 가능하도록 설계되었다.

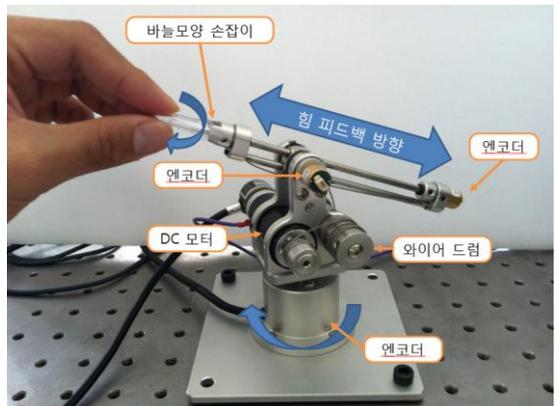


그림.1 개발된 바늘 삽입 훈련용 햅틱 장치

3. 실험 및 결과

개발된 햅틱 장치의 성능을 확인하기 위하여 Brett et al. 의 연구로부터 경막외 마취술 과정에서 발생하는 촉감을 시뮬레이션 하였다. 해당 연구는 표피 (skin), 극상 인대 (supraspinous ligament), 경막외 공간 (epidural space)을 관통할 때 바늘에 작용하는 반력을 측정 한 연구이다.

실험과정은 햅틱 장치의 손잡이에 5 kgf 용량의 1 축 힘 센서를 고정시키고 삽입 할 때 햅틱 장치에 입력되는 힘과 힘 센서로부터 측정되는 반력을 동시에 측정하는 방법으로 이루어졌다.

그림 2 는 실험 결과를 보여주는 그래프이다. 그래프에서 측정된 반력은 10N 까지 선형적으로 힘이 증가하다가 10mm 를 넘어가는 순간 조직을 뚫고 급격하게 반력이 떨어지는 것을 확인할 수 있다.

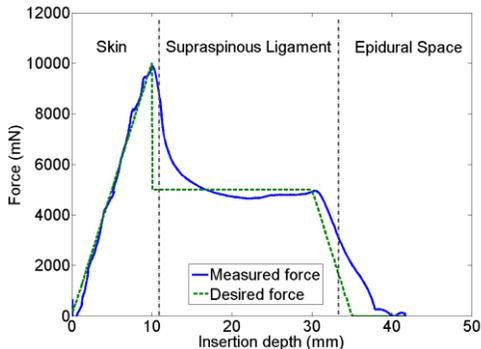


그림. 2 경막외 마취술을 시뮬레이션 한 모델(점선)과 햅틱 장치로부터 측정된 반력(실선)

4. 결론 및 고찰

본 연구는 바늘 삽입 시술 훈련을 위하여 바늘 삽입에 특화된 1 축 햅틱 장치를 개발한 연구로서 DC 모터와 와이어를 이용하여 바늘 삽입 방향으로 힘을 전달하였다.

개발된 햅틱 장치를 이용하여 촉감 정보를 필요로 하는 경막외 마취술의 시뮬레이션을 이용하여 성능을 평가하였다. 실험 결과에서 선형적으로 증가하는 힘에서는 입력 값을 잘

추종하는 것을 확인할 수 있으며, 감소하는 부분에서도 기울기에 따라서 반력이 차이를 보임을 확인할 수 있다. 10mm 이후와 30mm 이후에 급격하게 감소하는 힘의 경우 바로 반력이 떨어지지 않은 것을 발견할 수 있지만, 이는 갑자기 줄어든 입력 값에 의해 생긴 결과라고 볼 수 있다.

후기

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2012년도 산학연공동기술개발사업 (No. 000447840111)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

1. N. Abolhassani, R. Patel, M. Moallem, "Needle insertion into soft tissue: a survey" Medical Engineering Physics, 2007.
2. B. Challacombe, K. Althoefer, D. Stoinaovici, "Emerging robotics", New Technologies in Urology, vol.7, 49-56, 2010.
3. 류제하, 박진아, 김정, 최희병, "IT 의료융합 -의료훈련시뮬레이터기술동향", 정보과학회지, 28, 28-35, 2010
4. Brett, P, Harrison. A. J., and Thomas. Trevor. A., "Schemes for the Identification of Tissue Types and Boundaries at the Tool Point for Surgical Needles", Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on, 4, 30-36, 2000