

열감각 측정을 위한 온도 자극 시스템에 관한 연구

Study on Temperature stimulation system for measurement of Thermal Sensation

*#장대진¹, 장윤희¹, 김종권¹, 김신기¹, 문무성¹

^{*}D. J. Jang(djjang@korec.re.kr)¹, Y. H. Chang¹, J. K. Kim¹, S. K. Kim¹, M. S. Mun¹
¹근로복지공단 재활공학연구소

Key words : Thermal sensation, Temperature stimulation system, Peltier element

1. 서론

사회가 고도로 산업화됨에 따라 교통사고 및 산재로 인한 사고로 인하여 고통을 받고 있는 절단 장애인들이 늘고 있다. 절단 장애인들의 상실된 신체를 대체해 줄 수 있는 의지의 기구학적 성능과 제어기술은 나날이 발전을 거듭하고 있으나 장애인들이 외부자극에 대해서 느낄 수 있는 기술은 이를 따라가지 못하고 있는 실정인바 장애인 재활과정에서 어려움을 겪고 있으며 이로 인하여 삶의 질 저하로 이어지고 있다.

자극의 종류로는 진동, 온도, 촉감 등 다양하게 있으며 자극에 대한 감각을 평가할 수 있는 비교적 저렴한 기계가 개발되어 다양한 검사 장비들이 국내외에서 사용되고 있으며 감각을 이용하는 다양한 기술이 개발되고 있다. 그 예로는 시각장애인을 위한 진동자극 지팡이, 의수 형태의 로봇의 손가락에 닿는 촉감을 착용자에게 전달하는 스웨덴의 '스마트핸드 리서치 프로젝트'와 소니의 인간의 뇌 이미지나 감각을 바로 전달할 수 있는 기술 등이 있다.

절단장애인의 잔존감각(residual sensory)을 이용한 감각인지연구는 여러기관에서 진행되고 있으나 아직은 연구단계에 머무르고 있으며 감각전달 기술을 이용한 제품은 아직 출시되지 않았다. 장애인의 잔존감각을 이용하여 Prosthetic 기반 측정모듈을 개발하고 측정된 감각을 DB화하여 인지 단계별로 자극을 맵핑하고 훈련하는 시스템을 개발함으로써 장애인의 의욕적으로 재활운동에 참여할 수 있으며 향후 일상생활에서의 만족도와 삶의 질을 향상시킬 수 있다.

본 연구에서는 여러자극 중에서 온도 자극에 대한 감각 시스템을 개발하고 신체부위에 전달 자극 모듈을 통해 인지단계별 장애인에게 최적의

자극 방법에 대해서 연구하고자 한다.

2. 열전소자의 특성

본 연구에서는 온도자극 위한 열전소자로 펠티어 소자(peltier element)를 이용하였다. 열전소자는 열에너지와 전기에너지의 상호변환 현상으로 제백(Seebeck) 효과, 펠티에(Peltier) 효과 및 톰슨(Thomson) 효과로 구분된다. 이들은 서로 가역적인 관계로 냉각소자로서는 펠티에 효과, 발전소자로서는 제백 효과를 이용한다[1,2]. 열전 냉각소자용 펠티에 소자는 다수의 P형과 N형 열전요소(Thermoelectric element)를 연결한 모듈의 형태이며, 전기적으로는 열전요소들을 직렬결합하고, 열적으로는 병렬이 되도록 구성하여 사용되고 있다. 열전 모듈은 냉각 장치와 같이 작용하므로, 펠티에 소자에 전류가 흐르면 한쪽 면에서 열을 흡수하여 다른 한쪽으로 열을 방출하는 작동한다. 이러한 현상은 1900년 초부터 연구하기 시작하였으며, 현재 약 10% 이상의 변환 효율을 얻을 수 있는 상태까지 발전하였다.

3. 온도자극 시스템

온도자극 시스템은 Fig. 1과 같이 사용자가 온도 및 자극조건을 조절하기 위한 PC 와 온도 컨트롤러, 온도자극 시스템으로 구성되어 있다. PC에서는 사용자가 피검자에게 자극을 주기위한 온도조건을 설정할 수 있도록 되어있고 펠티어 소자의 온도를 실시간으로 화면으로 보여준다. 온도 제어기는 냉각 및 가열 온도를 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 범위에서 제어가 가능하도록 구성되어 있으며 온도센서, AC-DC 컨버터, 자동온도조절기가 일체화되어 있으며 주위온도에 영향을 받지않도록 시스템화되어 있다. 온도조절

범위는 0~50℃이며 PC GUI를 통해 자극부의 온도를 선택하고 온도를 실시간으로 피드백 받을 수 있고 전류 스위칭 제어기법을 통해 온도를 정밀하게 제어하였다.

온도자극 시스템은 자극소자로 펠티어를 사용하였고 냉각시스템으로 수냉식 워터재킷을 사용하였다(Fig. 2). 펠티어에서 나오는 열원을 효율적으로 전달하기 위해서 알루미늄 블럭을 사용하였고 온도 피드백을 받기위해 알루미늄 블럭에 온도센서를 부착하였다. 온도자극 시스템은 크기가 지름이 약 15mm이며 길이가 약 30mm이다.

4. 온도자극 테스트

열자극에 대한 신체 부위별 인지 정도 차이를 분석하기 위해서 10 point SRS 방법을 사용하였다. 먼저 각 신체 분절별(cheek, abdomen)에 다른 열자극 인지차이를 알아보기 위해 손등에 임의의 온도 자극을 3초간 주었을 때를 느끼는 온도강도를 1~10 중에서 피검자가 선택하도록 하고 이를 기준온도강도로 하여 같은 온도와 같은 자극시간을 대퇴부에 주었을 때 느끼는 온도강도를 비교분석하였다.

또 각 신체분절의 부위별에서 느끼는 온도강도 정도 차이를 분석하기 위해서 신체분절의 전후내외에서 각각 온도강도를 측정하였다. 온도자극 테스트는 일반인과 절단장애인을 대상으로 실시하였으며 일반인은 각 분절에서 느끼는 온도강도 정도 실험을 실시하였으며 절단장애인은 건측의 기준온도강도에 대해서 절단부(stump) 전후내외에서 느끼는 온도강도 인지정도 차이를 일반인과 비교분석하였다.

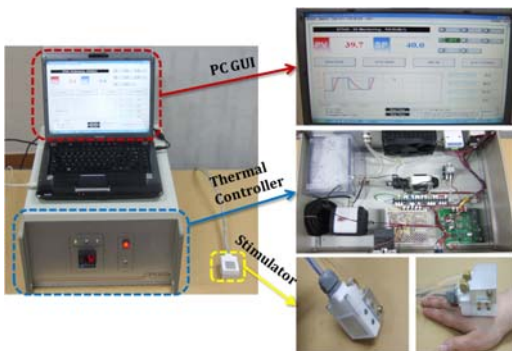


Fig. 1 Temperature stimulation system (PC, Thermal Controller, Stimulator)

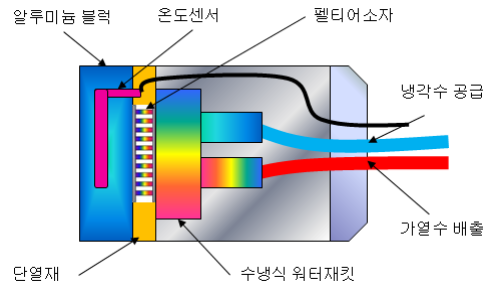


Fig. 2 Peltier and cooling assembly

5. 결론

본 연구의 최종목표는 고령자 및 환자를 대상으로 신체부위에 다양한 자극중에서 열적 자극을 주어 잔존감각에 대한 DB를 구축하고, 의지 기반 측정모듈을 통해 측정된 감각을 잔존감각이 존재하는 최적의 신체부위에 전달하는 시스템을 개발하는 것이다. 앞으로 다양한 연령대의 일반인과 절단장애인을 대상으로 열적 자극에 대한 감각을 정량화하고 맵핑하는 기술개발이 이루어져야 하며 이를 통해 장애인이 외부 자극에 대해서 감각을 느끼고 재활운동에 적극적으로 참여할 수 있게 함으로써 일상생활에서의 만족도와 삶의 질이 향상되길 기대한다.

후기

이 논문은 2011년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단-공공복지안전사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0020932).

참고문헌

1. Ro, S. T. and Seo, J. S., "Principle of thermoelectric refrigeration and system design," Korea J. of Air Conditioning and Refrigeration Engineering, **23**, 135-145, 1990.
2. Kang, B. H., Chang, H. J., Kim, S. Y. and Kim, S., "Cooling characteristics at hot side of the thermoelectric module for an air conditioner," Korea J. of Air Conditioning and Refrigeration Engineering, **14**, 482-488, 2002
3. 이대택, "인체 피부 열감각 능력과 운동 중 열에 대한 감각," 한국생활환경학회지, **9**, 215-220, 2002.