

자기유변유체와 전자기장을 이용한 역감생성 모듈 개발 Development of Feedback Force Generation Module using MR fluid and Electromagnetic Field

*박지혁¹, #김경수¹, 김현태², 김수현¹

*J. Park¹, #K.-S. Kim(kyungsookim@kaist.ac.kr)¹, H. T. Kim², S. Kim¹

¹한국과학기술원 기계항공시스템학부, ²한국과학영재학교

Key words : MR fluid, Haptic, Feedback force generation, Permanent magnet

1. 서론

가상현실과 현실세계를 연결하여 가상현실 속 오감을 현실세계에서 똑같이 느끼도록 하는 기술의 개발이 많은 연구자들에 의해 시도되고 있다. 특히, 가상현실과 현실세계의 상호작용에 있어 역감 및 촉감 생성 기술은 직관적인 현실감을 제공하는 핵심 요소 기술이다.

하지만 지금까지 연구된 역감 전달 장치는 무거운 모터를 사용하거나 링크구조로 설계되어 크고 무거우며 전력소비가 심하다[1]. 따라서 전기 모터를 기반으로 한 역감생성 장치는 핸드마스터와 같은 햅틱 장치에 사용하는 것이 적절하지 않다.

본 연구에서는 자기유변유체(MRF)와 솔레노이드, 그리고 영구자석을 이용하여 역감을 생성해 낼 수 있는 초소형 햅틱 장치용 역감생성 모듈을 소개한다. 유사한 연구로 소형 전자기기에 적용하기 위해 개발된 근감각 제공용 액츄에이터가 있다[2]. 하지만 본 연구는 핸드마스터에 적용 가능한 역감생성 모듈로, 저전력 구동을 위해 영구자석을 추가하여 역감생성 효율을 높인다. 전기모터와 큰 기구부를 제거하고 자기유변유체와 같은 기능성 소재를 사용하여 소형의 역감생성 모듈을 구현할 수 있다.

2. 새로운 역감생성 모듈 설계 및 제작

Fig. 1(a)는 고안한 첫 번째 역감생성 모듈의 디자인이다. 바깥 하우징과 하우징 내에서 이동하는 피스톤 그리고 스프링으로 구성된다. 솔레노이드는 이동하는 피스톤에 감는다.

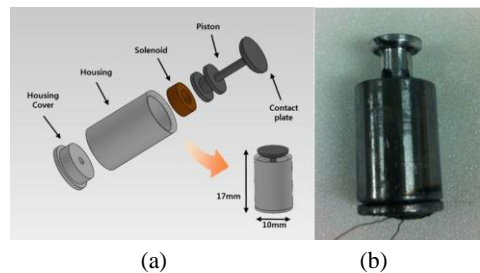


Fig. 1 (a) Schematic illustration of first version of the feedback force generation module and (b) Fabricated first module

Fig. 2 는 제안한 첫 번째 역감생성 모듈의 작동과정을 설명한다. 모듈을 누르면 피스톤과 하우징 사이로 자기유변유체가 배출된다. 손가락을 떼면 변형된 탄성 스프링에 의해 본래 모양으로 돌아가게 된다. 하지만 솔레노이드에 의해 자기장이 형성되면 피스톤과 하우징 사이를 통과하는 자기유변유체의 점성이 진해져 유체의 흐름을 막는 효과가 있다.

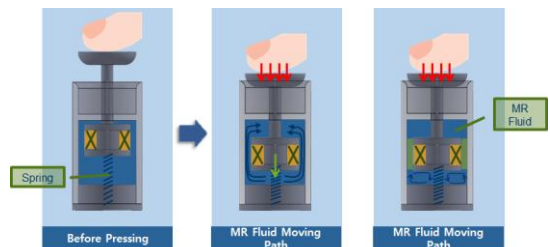


Fig. 2 Schematic illustration of the working principle and mechanism of the feedback force generation module

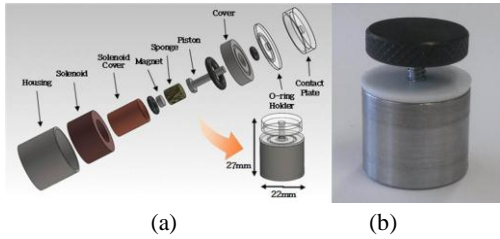


Fig. 3 (a) Schematic illustration of second version of the feedback force generation module and (b) Fabricated second module

Fig. 3 은 첫 번째 역감생성 모듈의 역감생성 범위를 넓히기 위해 고안한 두 번째 역감생성 모듈이다. 솔레노이드를 피스톤 바깥에 위치시켰고, 영구자석을 모듈 하단에 배치하여 형성하는 자기장의 세기를 키워 더 큰 크기의 역감을 획득할 수 있도록 설계하였다.

3. FEMM 시뮬레이션

2 차원 자기장 유한 요소해석 툴인 FEMM 시뮬레이션을 이용하여 하우징 내 자기장의 세기를 예측할 수 있다. 디자인한 역감생성 모듈의 두 번째 버전에 대해 FEMM 시뮬레이션을 수행하였다. Fig.4 의 (a)와 같이 솔레노이드에 -0.2A 의 전류를 흘려주었을 때 가장 작은 0.2Tesla 의 자기장이 형성되었다.

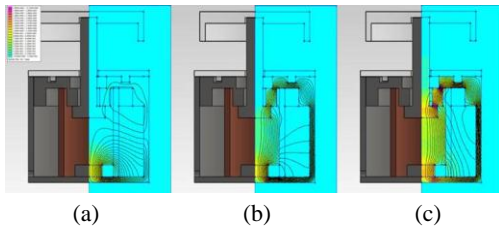


Fig. 4 FEMM simulation of second version of the feedback force generation module for input current (a) -0.2A (b) 0A (c) 0.7A

4. Experiment Result

가해주는 전류의 세기에 따라 역감생성 모듈이 놓리는 힘을 측정하여 Fig. 5 의 그래프와 같이 표시하였다. 파란색 그래프는 영구자석 없이 솔레노이드가 발생시키는 자기장으로만 역감을 생성해 낼 때이고 빨간색 그래프는 영구자석을 추가하여 생성되는

자기장의 세기를 오프셋 시켜 더 큰 역감을 생성해 낼 때이다.

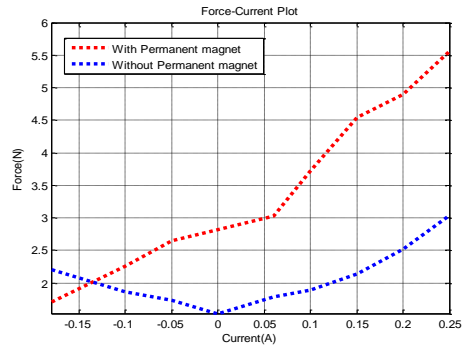


Fig. 5 Force-Current diagram according to existence of permanent magnet

영구자석을 추가함으로써 생성할 수 있는 역감의 범위를 늘릴 수 있음을 본 실험을 통해 확인할 수 있었다.

5. 결론

본 연구를 통해 햅틱 장치에 사용 가능한 역감생성 모듈을 디자인하고 제작해보았다. 일반 모터나 링크 구조를 사용하지 않고 자기유변유체를 사용하여 소형화가 가능하였다. 영구자석을 추가하여 작은 전류로 큰 자기장의 세기를 얻을 수 있었고 이를 통해 큰 역감을 생성해 낼 수 있었다. 작은 역감을 생성할 경우에는 솔레노이드에 역전류를 가하여 영구자석에 의해 형성되는 자기장을 상쇄시킬 수 있음을 확인하였다.

후기

본 연구는 교육과학기술부에서 시행한 글로벌 프론티어사업의 지원으로 수행되었음(No.2011-0032036)

참고문헌

1. Choi, B.H.; Choi, H.R.; , "SKK Hand Master-hand exoskeleton driven by ultrasonic motors," Intelligent Robots and Systems, 2000.
2. T.-H. Yang, H.-J. Kwon, S. S. Lee, J. An, J.-H. Koo, S.-Y. Kim, D.-S. Kwon, "Development of a miniature tunable stiffness display using MR fluids for haptic application", Sensors and Actuators A 163, pp.180-190, 2010.