

상지 착용형 로봇의 성능평가에 관한 연구

A Research of Performance Evaluation for Upper limb Exoskeleton Robot

*윤덕원¹, #한창수¹, 류대현¹, 황순웅², 한정수³

*D. W. Yun¹, #C. S. Han(cshan@hanyang.ac.kr)¹, D. H. Ryu¹, S. W. Whang², J. S. Han³

¹한양대학교 기계공학과, ²한양대학교 메카트로닉스공학과, ³한성대학교 기계시스템 공학과

Key words : Upper limb, Exoskeleton, EMG, Muscle fatigue, Muscle activity

1. 서론

로봇기술의 발전으로 인하여 생산 및 제조 분야에서 사람의 힘으로 해왔던 일 중 많은 부분이 산업용 로봇이나 특수목적용 로봇으로 대체하고 있다. 하지만 산업현장 전체적으로 완전자동화 구현이 어려우므로 일부 작업에서 인력을 이용하여 작업을 진행하고 있다. 주로 인력을 이용하는 작업에는 1~3kg의 무게를 갖는 물체를 끊임없이 조작하는 작업과 장시간 단순 반복적으로 진행되는 작업등이 있으며 이로 인해 근골격계 질환 발생건수는 매년 꾸준히 증가하고 있다.

이러한 문제를 해결하고자 로봇 분야에서 근력증강 및 보조를 목적으로 하는 착용형 외골격 로봇이¹⁻⁴ 연구되어졌다. 착용형 외골격 로봇은 인간의 감각기관 및 판단능력과 로봇의 큰 가반하중을 이용하여 작업자의 작업 수행능력을 향상 시킨다. 하지만 현재까지 착용형 외골격 로봇의 사용에 대한 효율성을 검증하기 위한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 상지의 근력 보조를 목적으로 제작된 착용형 외골격 로봇의 사용 효과를 검증하고자 하였다. 검증을 위한 방법으로는 착용형 외골격 로봇 사용시와 미 사용시에서의 작업동작에 대한 근 피로도를 측정 하였으며, 그 결과를 비교 분석하여 착용형 외골격 로봇 사용에 대한 근 피로도 저감 효과를 보이고자 하였다

2. 근 피로도 측정 및 신호분석

근전도는 근육의 전기 신호의 발생, 기록 그리고 분석을 다루는 실험 기법으로 근육의

상태를 정량화 할 수 있는 대표적인 측정 방법이다. 근전도 신호는 FFT(Fast Fourier Transformation)를 통하여 시간 영역에서 주파수 영역으로 변경 할 수 있으며, MPF(Mean Power Frequency), MF(Median Frequency)등의 분석 매개변수를 계산하여 근 피로도 변화를 측정 할 수 있다. 근육에 피로가 쌓임에 따라 고주파수 대역의 근섬유 활동은 감소하고, 저주파수 대역의 근섬유 활동은 증가하는 현상을 통해 근 피로도는 EMG 신호의 주파수 스펙트럼이 저주파 대역으로 이동된 정도에 의해 판단되어진다.⁵ 따라서 작업전 MPF, MF와 작업 후 MPF, MF의 저주파 천이의 정도를 통해 작업시의 근피로도 증가에 대한 정량적 지표로 활용 할 수 있다. 본 연구에서는 근 피로도 측정을 위한 분석 매개 변수로서 MPF 값을 이용하였다. 근 피로도는 작업동작 전의 MPF 값과 작업동작 후의 MPF 값을 계산하여 차이 백분율(%)로 나타내었다. 근 피로도 변화율에 대한 식은 (1)과 같다.

$$\text{근피로도 변화율(\%)} = \frac{\text{MPF}_{(\text{작업 전})} - \text{MPF}_{(\text{작업 후})}}{\text{MPF}_{(\text{작업 전})}} \times 100 \quad (1)$$

3. 근 피로도 측정 실험

근 피로도 측정 실험을 위해 Kin-com 125A P와 Danil SMC사의 EMG 측정장치인 WBA(Wireless Bio Amp) system을 사용하였으며, 측정대상 근육은 어깨의 전면 삼각근(deltoid anterior), 측면 삼각근(deltoid medial), 상완이두근(biceps brachii)이다.



Fig. 1 Measurement of electromyogram

근 피로도 측정은 다음과 같은 방법으로 진행되었다. 가장 먼저 측정하고자 하는 근육의 100% MVC(maximum voluntary contraction)를 측정하였고, 작업동작 전과 후에 30% MVC 수준으로 근전도를 측정하였다. (Fig. 1)

4. 근 피로도 측정 결과

상지 착용형 외골격 로봇의 근력지원 효과를 검증하기 위하여 로봇 사용시와 미 사용시의 작업동작 전후 MPF를 비교 하였다. 그리고 피 실험자 5 명에 대한 근 피로도 평균 증가율을 계산하였다. 상지 착용형 외골격 로봇을 사용하지 않았을 경우 6.4%~15.4%의 근 피로도 증가율을 보였다. 상지 착용형 외골격 로봇 사용할 경우 2.4%~4.2%의 작은 근 피로도 증가율을 보였다. 전반적으로 로봇 착용시의 근 피로도 증가율은 로봇 미착용 시의 근 피로도 증가율보다 약 1/3 정도의 변화량을 보였다.

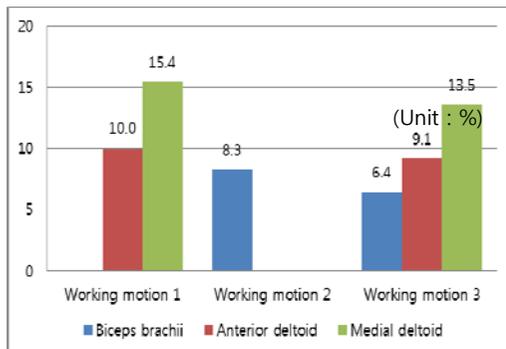


Fig. 2 Rate of increase in muscle fatigue (%) (Without wearable robot)

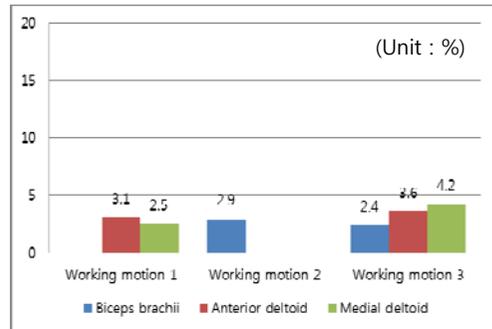


Fig. 3 Rate of increase in muscle fatigue (%) (With wearable robot)

후기

본 연구는 ‘Seoul R&BD Program(PA10007)’와 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 고기능 로봇 메니플레이션 연구센터(NIPA-2012-H1502-12-1002) 지원을 받아 수행하였음.

참고문헌

1. E. Cavallaro, J. Rosen, J. C. Perry, S. Burns, and B. Hannaford, "Hill-based human arm kinematics and dynamics during daily activities—Toward a 7 DOF upper limb powered exoskeleton," in Proc. 12th Int. Conf. Adv. Robot. ICAR, Jul., pp. 532–539, 2005
2. T. Nef, M. Mihelj, G. Colombo, and R. Riener, "ARMin-Robot for Rehabilitation of the Upper Extremities," in Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automat., Orlando, USA, pp. 3152–3157, 2006
3. Jang H. Y., Lee Y. S., Han C. S., Han J. S., Development of Wearable Robot for a Muscular Power Assistance of Upper Extremity, KSME, 653-654, Oct, 2009
4. Jang H. Y., Han C. S., Kim T. S., Jang J. H., Han J. S., Development of Wearable Robot for Elbow Motion Assistance of Elderly, KSME Vol.25 No.3, 141-146, March, 2008
5. Park K. h., Kwon O. Y., Jang K, Kang S. J., Kim Y. H., Characteristic s of EMG Median Frequency and Torqu e in Relation to Low Back Angle During Isometric Back Extension Exercise, J. of KOSOMBE: Vol 23. No.1, pp.9-15, 2002