

표면 근전도 신호에 은닉 마르코프 모델을 적용한 동작의도 파악 기법

Motion Recognition using based on Surface EMG signal using Hidden Markov Model

*#이종민¹, 전형진¹, 김승중¹, 황요하¹

*#J. M. Lee(ljm2293@kist.re.kr)¹, H. J. Jun¹, S.-J. Kim¹, Y. Hwang¹

¹ 한국과학기술연구원 바이오닉스연구단

Key words : Surface EMG Signal, Motion Recognition, Hidden Markov Model, Fingers Movement

1. 서론

표면 근전도(sEMG) 신호는 신경근계의 활동과 관련된 많은 정보를 제공하여 주기 때문에 임상적 진단에 사용되기도 하지만 의료보조 장치의 제어에 필요한 신호로 사용되기도 한다. 의료보조장치에서는 sEMG 신호의 패턴을 인식하여 장치 사용자의 동작의도를 파악한다. 그러나 sEMG 신호는 개인별 또는 주위 환경과 분위기에 따라 차이가 많기 때문에 sEMG 신호로부터 동작의도를 파악하기 위한 지능적인 패턴인식 기법들에 대한 연구가 많이 이루어져 왔다. 패턴인식을 위해서는 sEMG 신호로부터 특징을 추출하는 단계와 추출된 특징들의 패턴을 구분하는 단계로 나뉘어 진다. 특징추출 방법으로는 웨이브릿¹ 시계열통계치² 등을 사용하며, 패턴을 구분하는 방법으로는 신경망 기법¹, 선형판별분석법² 등이 사용되고 있다.

본 논문에서는 sEMG 신호를 자기 회기 모델(auto-regressive(AR) Model)로 모델링하여 AR 모델 계수를 특징벡터로 하고, 음성인식에서 사용되는 은닉 마르코프 모델(hidden Markov model, HMM)³ 을 패턴인식기법으로 사용하는 방법을 동작의도 파악 기법으로 제안한다. 제안된 방법을 검증하기 위하여 건강한 성인이 가위-바위-보를 할 때 오른 손의 단무지신근(extensor pollicis brevis)와 천지굴근(flexor digitorum superficialis)에서 sEMG 를 측정하여 가위-바위-보의 의도를 파악하여 보았다. 9명의 피실험자에 대하여 적용한 결과 가위-바위-보를 하는 중에 천지굴근이 계속해서 활성화되는

4 명을 제외한 5 명의 근전도 신호로 의도를 정확하게 파악하였다.

2. sEMG 측정 및 모델링

실험에는 신체의 상해나 장애가 없는 남자(평균 연령: 28.9 세) 9 명이 참가하였다. sEMG 신호는 Bagnoli-8 EMG system 을 사용하여 측정하였다. sEMG 전극은 이중 차등 전극(double differential electrode) 2 개를 각각 Fig. 1 의 원으로 표시한 위치, 단무지신근(Fig. 1 의 좌측그림)과 천지굴근(우측그림) 위에 붙였으며, sEMG 신호는 순간적인 sEMG 신호변화의 크기를 정확히 측정하기 위하여 10 kHz 의 속도로 수집하였다. 피실험자는 Fig. 2 의 순서에 따라 휴식-바위-가위-보-바위-보-가위-바위-휴식으로 움직이며, 각 동작은 바뀔 후 3 초간 유지한 후에 다음 동작으로 바꾸도록 하였다. 이는 모든 경우의 동작변화를 포함한다.



Fig. 1 Extensor pollicis brevis and flexor digitorum⁴

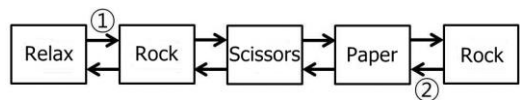


Fig. 2 Motion Sequences

특징벡터는 HMM 은 근육이 활성화 되었을 때 sEMG 신호를 모아서 근육활성 HMM 을 학습시켰다.

3. 의도파악 결과

9 명의 sEMG 신호에 본 논문에서 제안한 기법을 적용한 결과 5 명의 sEMG 신호로 가위-바위-보의 변화를 Fig. 3 의 예와 같이 정확히 찾아 냈다. 그림에서 맨 위의 그래프는 단무지 신근의 sEMG 신호의 절대값을 취한 후 그 윤곽선을 추출한 곡선으로 높이가 높을수록 활성화가 더 많이 된 것이고, 두 번째 그래프는 학습시킨 근육활성 HMM 으로 진단한 결과로 높이가 높으면 높을수록 근육활성 HMM 의 가능성이 높은 것이다. 세 번째 그래프는 천지굴근의 sEMG 신호의 절대값을 취한 후 그 윤곽선을 추출한 곡선이고 네 번째 그래프는 근육활성 HMM 으로 진단한 결과이다. 이상 4 개의 그래프의 흐린 수직선들은 동작변화 명령 순간을 보여준다. 그래프 밑의 문자는 동작의 상태를 표시한다.(Rlx: 휴식, R: 바위, S: 가위, P: 보) HMM 의 진단 결과가 동작과 정확이 일치함을 보여준다. 피실험자 중 5 명이 이와 유사한 결과를 보여준다.

그러나 Fig. 4 는 동일한 실험에서 실패한 4 경우중 하나인데 sEMG 가 천지굴근이 동작하는 동안 내내 활성화 되어 있어서 sEMG 신호만으로 동작을 판단할 수 없었다. 따라서 천지굴근이 손바닥을 펴는 경우에도 활성화되는 경우 보를 인지하기 어렵다는 것을 보여준다.

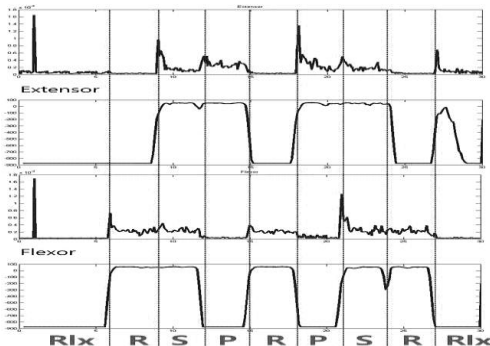


Fig. 3 Successful recognition result

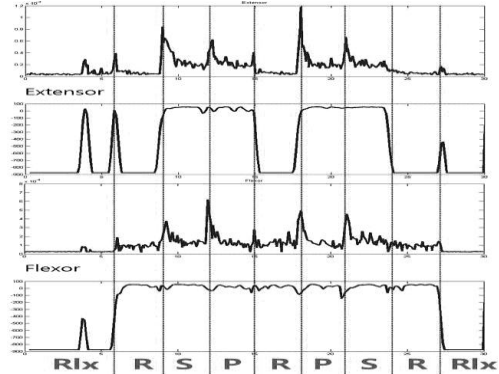


Fig. 4 Failed recognition results

4. 결론

sEMG 신호로 동작의도를 파악하는 기법으로 AR 모델 계수를 특징벡터로 하고 이를 HMM 으로 패턴을 인식하는 방법을 제안하였다. 이를 검증하기 위하여 가위-바위-보의 동작을 인식하는데 적용하였다. 동작하는 내내 천지굴근이 활성화되어 있는 경우가 9 명의 피실험자 중 4 명이나 되는데 이런 경우를 제외하면 제안된 기법을 사용하여 동작의도를 파악하는데 적용됨을 수 있음을 보였다.

참고문헌

1. Chu, J.-U., Moon, I., and Mun, M.-S., "Based on Linear-Nonlinear Feature Projection for a Multifunction Myoelectric Hand," IEEE Trans. On Biomedical Engineering, **53**, 2232-2239, 2006.
2. Englehat, E. and Hudgins, B., "A Robust, Real-Time Control Scheme for Multifunction Myoelectric Control," IEEE Trans. On Biomedical Engineering, **50**, 848-854, 2003.
3. Lee, J. M., Kim, S.-J., Hwang, Y., and Song, C.-S., "Diagnosis of Mechanical Fault Signals using Continuous Hidden Markov Model," Journal of Sound and Vibration, **276**, 1065-1080, 2004.
4. Cram, J. R., "Introduction to Surface Electromyography," An Aspen Publication, 324-325, 1998.