

근전도를 이용한 로봇 팔의 무선 위치제어 Position control of robot arm using wireless EMG

*김영광, 김재효, #이종선

*Y. K. Kim, J.H. Kim, #C. S. Lee (cslee@handong.edu)

한동대학교 기계제어공학부

Key words : Wireless EMG, Neural network, Position control

1. 서론

EMG 신호는 근육의 활동에 따라 발생하는 전기신호이며, 장애인에게 장착된 인공 팔, 다리를 제어하기 위한 유용한 정보가 될 수 있어 국내외적인 연구가 시도되고 있다. 좀 더 광범위한 산업적 응용을 위해 정상인의 근육 움직임과 외부기기의 움직임을 동조하여 인간-로봇의 협업 작업을 시도하려는 연구가 최근 부각되고 있다.¹

EMG 신호는 노이즈가 많고 신호에 관련된 변수가 많아 근육에서 측정된 신호로부터 기기제어에 유용한 정보를 뽑아내는 기술이 핵심이라 하겠다. 유용한 정보란 근육이 발생하는 장력, 조인트 토크, Limb 임피던스, 예상되는 운동 궤적 등이며, 이러한 정보를 얻기 위해서는 신호를 적절히 필터하여 그 의도를 파악하는 것이 중요하다.² 한편, 인간과 로봇의 협업을 위해서는 유선 신호전달로는 공간의 한계를 갖기 때문에 무선을 통한 신호 전달이 중요하다.

본 연구에서는 고가의 EMG 신호보드를 자체 제작하고 신호를 무선 로봇 팔에 전달하여 팔의 움직임을 제어하고자 한다. 무선 로봇 팔은 사람의 팔을 모델로 하여 팔꿈치의 flexion-extension (F/E)이 가능한 1 자유도 2 방향 모션으로 단순화 한다. 사람의 팔에 EMG 센서를 달고 움직일 때 무선 신호에 의하여 로봇의 팔이 사람 팔이 그리는 궤적을 따라 갈 수 있도록 알고리즘을 개발하고자 한다.

2. 시스템 구성

팔 운동에 관련된 근육에서 표면 근전도를 측정한 후, 이를 뉴럴네트워크에 입력하여 팔 위치를 추정한다. 추정된 각도는 블루투스를 이용하여 무선으로 로봇 팔 제어기에 전달되어 로봇 팔의 위치를 제어한다.(Fig. 1)

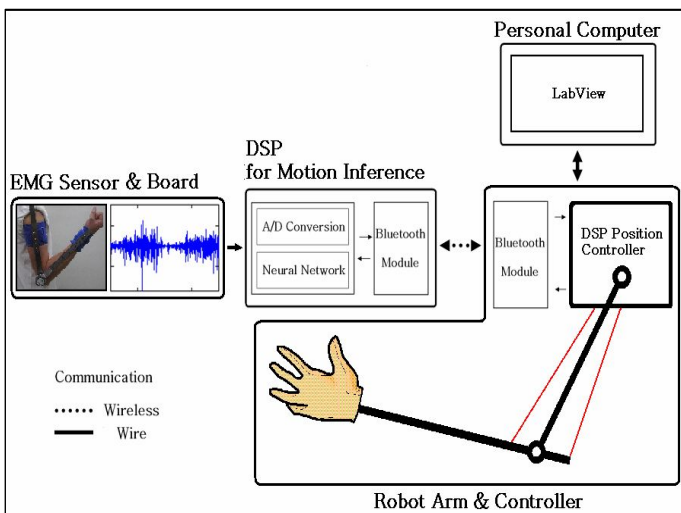


Fig. 1 Block diagram of position control of robot arm using wireless EMG

2.1 EMG 보드

상용 EMG 장비는 부피가 커서 휴대에 어려움이 있고

EMG 신호를 이용하기 위해서는 신호처리가 필수적이다. 이를 해결하기 위하여 EMG 센서부와 신호처리보드를 Fig. 2, 와 Fig. 3 에 도시된 대로 자체 제작하였다. 건전지로 구동할 수 있도록 제작한 저전력 EMG 보드이며 필터를 내장하고 있어 추가적인 신호처리 없이 근육의 활성도를 출력한다. 센서부의 전극은 은과 염화나트륨 용액 속에서 은선과 탄소막대를 전기화학 반응시켜서 제작된 염화은선을 사용하였다. 전극에서 측정된 미세전압은 센서부에서 AD620 계측증폭 칩으로 증폭되어 EMG 보드로 전달된다. 보드에서는 노이즈 제거를 위해 전원격리를 한 후, 계측증폭 칩으로 다시 신호증폭을 하고 밴드 패스 필터링 한다. 이 신호를 정류하여 컷오프 주파수 약 1.7Hz 로 저역 필터링을 수행하여 최종 신호를 만들어낸다. 센서부와 보드의 칩들은 소형화를 위해 배터리로 구동되며 보드는 +10V, -10V, +15V 의 칩 공급전압을 만들어 내기 위한 회로를 내장하고 있다.



Fig. 2 Sensor Part



Fig. 3 EMG board

Fig. 4 는 본 연구에서 직접 제작한 EMG 보드의 EMG 신호(위)와 상용 EMG 계측 장비인 Delsys 사의 Bagnoli-16 EMG system 의 EMG 신호를 비교한 것이다. 두 장비에서 측정된 신호의 크기와 파형이 거의 동일 함을 확인할 수 있다. 제작된 보드에는 약간의 화이트 노이즈가 관찰되었으나 유용한 제어신호를 만들어내는 데는 문제가 없었다.

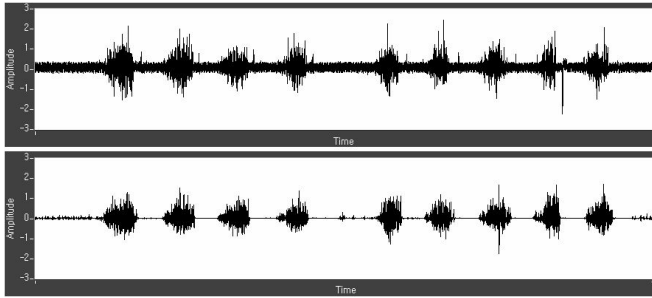


Fig. 4 Comparison of EMG signals measured from our EMG board (top) and Delsys Bagnoli-16 EMG system(bottom)

2.2 로봇 팔과 제어기

Fig. 5 는 팔꿈치의 flexion-extension(F/E) 운동이 가능하도록 제작된 실험용 로봇 팔과 DSP 를 장착한 제어기이다. EMG 신호를 DSP 로 받아서 뉴럴 네트워크를 적용하여 위치를 추정한다. 추정된 위치정보가 무선으로 로봇암의 DSP 제어기에 전달되면 PID 제어로 DC 모터를 피드백 제어하여 팔의 각도를 그대로 따라가도록 제어한다. 이 때 로터리 센서 두 개를 이용하여 사람 팔의 각도와 로봇 팔의 각도를 측정하였다.



Fig. 5 Robot arm and DSP controller

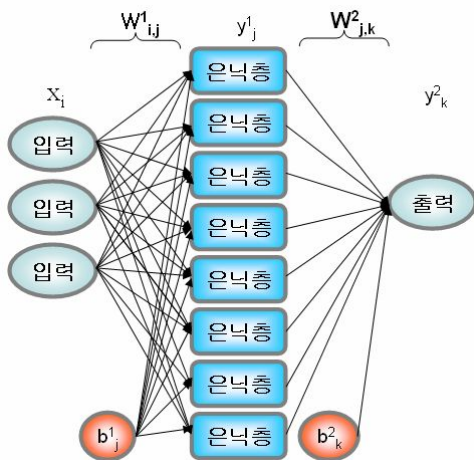


Fig. 6 Three layer neural network model

2.3 신경망 학습

Matlab 의 백 프로퍼게이션 방법을 활용하여 신경망을

학습하였다.³ 근육의 EMG 신호들은 신경망의 입력으로, 팔의 각도는 목표치로 하여 신경망을 학습하여 내부의 가중치를 계산하였다. 이번 학습을 위하여 팔꿈치 F/E 운동에 관련하는 3 개 근육의 근전도 입력들을 활용하였으며 학습을 통해 계산된 가중치를 적용하면 팔꿈치의 각도가 출력 이 된다. (Fig. 6)

3. 결론

EMG 센서부와 신호처리보드를 자체 제작하여 무선으로 기계의 운동을 제어하기 위한 플랫폼을 완성하였다. 사람의 팔 운동에 관련된 3 개의 근육신호를 사용하여 로봇 팔의 각도를 구현하는 신경망 회로를 구성하는 부분에서 근육신호와 팔의 각도와의 연관성이 좋지 않아 오차가 크게 관측되었다. 반면, 손목 운동의 경우는 EMG 신호만으로도 충분한 각도제어가 구현되는 것으로 보아서¹, 팔 운동과 기계의 운동을 동조시키는 부분에 있어서 새로운 접근이 필요하다고 판단된다. 향후, 로봇 팔의 각도정보를 측정할 수 있다고 가정하고 사람 팔의 각도정보와 로봇 팔의 현재 각도 오차를 계산하여 EMG 신호입력과 병행하여 퍼지제어기의 입력으로 활용하여 로봇 팔을 제어하는 연구를 통해 팔 근육 신호에 의한 기계와의 운동 동조 부분을 수행하려 한다.⁴

후기

이 연구는 한동대학교 2007년도 교내연구 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. J. H. Kim, Y. Koike, "Control of a robot and a virtual avatar using EMG signals of the wrist" IEICE TRANS, **85**, 2002
2. D.A. Winter, "Biomechanics and motor control of human movement" Wiley-Interscience Publication, New York, 1990
3. 이현엽, 문경일, "Matlab 을 이용한 퍼지-뉴로," 아진
4. 이종선, "EMG 신호를 이용한 기계팔의 운동제어" 정밀공학회, 생체역학부분 학술대회, 평창, April, 2005