

Poster PE-6

3T 자기공명영상장치 내에서 측정된 뇌파로부터의 심장박동 제거를 위한 신호처리 방법

김경환^{1,2}, 윤효운¹, 박현욱¹

¹한국과학기술원 전기 및 전자공학과, 뇌과학연구센터 fMRI 연구실, ²삼성종합기술원 HCI랩

목적 : fMRI와 뇌파의 동시측정 방법은 높은 시간적-공간적 해상도를 동시에 달성할 수 있는 뇌기능 측정을 가능케 하고, 각각의 방법이 제공하는 정보를 상호보완적으로 동시에 이용할 수 있도록 하는 유용한 방법이다. 그러나 자기공명영상을 얻기 위한 경사자계가 유발하는 잡음과 높은 자기장 내에서의 심장박동으로 인한 미세한 움직임 때문에 생기는 잡음이 뇌파신호의 질을 크게 저하하는 요소로 작용하여 이를 해결하기 위한 계측시스템의 최적화와 신호처리 방법의 개발이 요구된다. 본 논문에서는 평균차감법과 recursive least square 적응 필터링 방법에 기반한 심장박동잡음의 감소를 위한 신호처리 방법의 개발 결과에 대한 연구 결과를 제시한다.

대상 및 방법 : 6명의 정상피험자와 1명의 간질 환자에 대한 뇌파를 3T 자기공명영상장치 내에서 측정하였다. 32 채널의 뇌파와 함께 2채널의 EOG를 동시에 측정하였다. 계측 시에 0.5 ~ 80 Hz 대역통과 필터와 60 Hz notch 필터가 적용되었다. 심박잡음제거를 위한 신호처리 시스템은 2개의 EOG 채널로부터 ballistocardiogram을 추출하여 이로부터 심박시간을 검출하는 심박검출기와, 검출된 심박시간을 기준으로 평균파형을 입력뇌파파형으로부터 빼주는 평균차감기, 웨이블릿 변환 영역에서의 추가적인 잡음제거기, 그리고 적응필터로 구성된다. EOG 채널로부터 유도된 BCG 신호로부터 효과적으로 심박시간을 검출하기 위해 Teager energy operator에 기초한 방법을 사용하였다. 많은 경우 평균차감기에 의해 처리된 파형에는 심박에 의한 잡음이 불충분하게 제거되어 있는데, 웨이블릿 변환 후 선택적인 일부 스케일에서의 계수들을 제거하고 다시 역웨이블릿 변환을 수행함으로써 잡음제거 특성을 훨씬 향상시킬 수 있었다. 이러한 평균차감에 기초한 방법이 만족스럽지 않은 경우를 판단하는 블록을 전체시스템에 포함시켰고 이 경우에는 유도된 BCG신호를 기준신호로 사용하는 recursive least square adaptive filtering에 의해 만족스런 잡음제거를 달성할 수 있었다.

결과 : 3T 자기공명영상장치 내에서, alpha, beta, theta 대역이 큰 비중을 차지하는 일반인의 뇌파와, 간질환자의 spike-and-wave complex가 포함된 뇌파에 대해서 평균차감법만을 사용하는 기존의 방법에 비해 훨씬 우수한 심박잡음제거 특성을 보였다. 또한 칼만필터에 기반한 적응필터를 사용하는 경우에 비해 훨씬 빠른 동작을 보였다.

결론 : fMRI와 뇌파의 동시측정에 큰 장애가 되는 심박잡음의 제거를 위한 새로운 신호처리 알고리즘을 제안하였고, 정상인 및 간질환자로부터 측정된 여러 신호에 대해 우수한 특성을 보였다.
(과학기술부 M1-0107-07-0001)