

# 뇌전도와 시-주파수 분석을 이용한 수면 중 각성 검출

\*조성필, \*\*최호선, \*명현석, \*,\*\*\*이경중  
\*연세대학교 의공학과, \*\*대원과학대학 의료정보시스템과,  
\*\*\*이동형 응급의료정보시스템 개발센터  
e-mail : saylas@bme.yonsei.ac.kr

## Detection of the Arousal Using EEG and Time-Frequency Analysis

\*Sung-Pil Cho, \*\*Ho-Seon Choi, \*Hyouun-Seok Myoung  
\*,\*\*\*Kyoung-Joung Lee

Dept. of Biomedical Engineering, Yonsei Univ., \*\*Dept. of Medical  
Information System, Daewon Science College, \*\*\*Center for Emergency  
Medical Informatics

### Abstract

The purpose of this study is to develop an automatic algorithm to detect the arousal events. The proposed method is based on time-frequency analysis and the support vector machine classifier using single channel electroencephalogram. To extract features, first we computed 6 indices to find out the information of sleep states. Next powers of each of 4 frequency bands were computed using spectrogram of arousal region. And finally we computed variations of power of EEG frequency to detect arousals. The performance has been assessed using polysomnographic recordings of twenty patients with sleep apnea, snoring and excessive daytime sleepiness. We have shown that proposed method was effective for detecting the arousal events.

어든 수면시간과 수면 분절은 주간과다수면을 유발하며, 수면 분절이 심할 경우 인지기능에 영향을 줄 수도 있다. 따라서 수면 중 각성의 발생여부와 그 빈도를 확인하는 것은 매우 중요하다[2].

수면 중 각성을 진단하는 방법에는 전체 수면시간 동안 여러 가지 생체신호를 측정하는 수면다원검사가 있다. 수면다원검사의 결과는 수면전문가가 측정된 생체신호를 육안으로 비교, 검토하여 수면 중 각성 및 각종 수면 장애를 진단한다. 그러나 수면다원검사의 경우 방대한 양의 생체신호를 수면전문가가 육안으로 분석하기 때문에 이에 소요되는 시간과 인력 낭비 등의 문제점이 제기되고 있다. 따라서 수면 중 각성을 자동으로 검출하는 방법이 필요하다. 이에 본 논문에서는 단일채널 뇌전도 신호의 시-주파수 분석 결과를 바탕으로 수면상태에 대한 정보와 각성 시의 주파수 특성에 근거한 특징을 추출하여 수면 장애 환자의 각성을 자동으로 검출할 수 있는 방법을 제안하였다.

### I. 서론

수면 장애를 겪고 있는 사람들이나 일부 노인들의 경우 빈번한 수면 중 각성으로 인해 수면이 중단되곤 한다[1]. 빈번한 수면 중 각성은 수면 시간을 줄일 뿐만 아니라 수면 분절(sleep fragmentation)을 초래한다. 줄

### II. 실험방법

그림 1은 본 연구에서 제안한 수면 중 각성 검출 방법의 블록도이다. 수면다원검사로부터 획득한 뇌전도 신호를 전처리 과정을 거쳐 각종 잡음을 제거 한 후 시-주파수 분석을 통해 각성 구간과 정상 구간의 특징을

추출하고 이를 SVM(support vector machine) 분류기에 적용함으로써 수면 중 각성을 검출하였다.

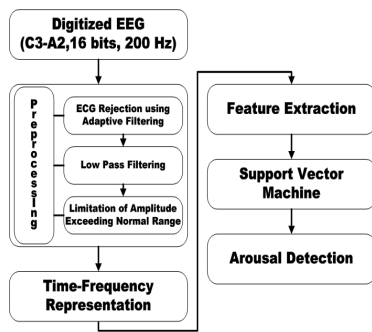


그림 1 각성 검출을 위한 신호처리 과정 블록도

시-주파수 분석을 위해서 Short Time Fourier Transform의 제곱 형태인 스펙트로그램(spectrogram)을 이용하였다. 수면 중 각성 검출에 유용한 특징을 추출하기 위해서 각성이 발생한 순간의 시-주파수 결과를 분석하여 알파, 시그마, 베타파의 대역별 파워를 추출하였다. 또한 피험자의 수면 상태에 대한 정보를 알아보기 위하여 TSI, Desyn, ASI, SWS, RSWPS, RSWPw의 6가지 지표를 추출하였으며[2-6], 호흡성 수면 장애 환자의 특성에 의해 각성시의 뇌전도가 다양하게 변화하는 것을 관찰하고 여러 주파수 대역의 변화를 반영하기 위한 뇌전도 파워 변화 특징을 추출하였다.

추출된 특징을 기반으로 SVM 분류기[7]를 사용하여 환자의 수면 상태를 분류하고 수면 중 각성을 검출하는 새로운 방법을 제안하였다. 호흡성 장애 환자 20명의 뇌전도 데이터에 적용하여 최적의 성능을 나타내는 특징 조합을 평가하였으며, 성능평가를 위해 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity)를 계산하였다.

### III. 실험결과 및 결론

각성 검출 결과 대역별 파워, 파워 변화, 수면 상태 지표를 모두 사용한 경우 79.65%의 민감도와 89.52%의 특이도를 보였다. 또한, 제안된 방법에 의해 수면 중 각성 발생 총 시간과 실제 각성 발생 총 시간을 비교한 결과 평균적으로 15.09±10.76분의 오차를 보여줌으로 수면 중 각성 발생 정도를 계산하는데 적용할 수 있는 가능성을 제시하였다.

본 연구를 통해 제안된 호흡성 수면 장애 환자를 위한 각성 검출 방법은 단일 채널 뇌전도 신호만을 사용하여 우수한 검출 성능을 보였으며, 기존의 여러 가지 생체신호를 사용한 검출 방법에 비해 간단한 장점이 있다. 또한, 최소한의 생체신호만을 사용하여 환자의 불편

함을 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 제안한 알고리즘의 성능을 보다 객관적으로 비교·평가하기 위한 방법이 부족하다. 이를 보완하기 위하여 제안된 각성 검출 방법을 여러 수면전문가에 의해 판독된 수면 다원검사 데이터에 적용할 필요가 있다.

#### 감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임.(02-PJ3-PG6-EV08-0001)

#### 참고문헌

- [1] ASDA Report, "EEG Arousals: Scoring Rules and Examples", Sleep, vol. 15, no. 2, pp. 173-184, 1992.
- [2] F. D. Carli *et al.*, "A Method for the Automatic Detection of Arousals During Sleep", Sleep, vol. 22, no. 5, pp. 561-572, 1999.
- [3] M. Jobert *et al.*, "A computerized method for detecting episodes of wakefulness during sleep based on the alpha slow wave index (ASI)", Sleep, vol. 17, no 1, pp. 37-46, 1994.
- [4] F. D. Carli *et al.*, "Quantitative analysis of sleep EEG microstructure in the time-frequency domain", Brain Research Bulletin, 63, pp. 399-405, 2004.
- [5] B. Kemp *et al.*, "Analysis of a Sleep-Dependent Neuronal Feedback Loop: The Slow-Wave Microcontinuity of the EEG", IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 47, no. 9, pp. 1185-1194, 2000.
- [6] Rajeev Agarwal, and Jean Gotman, "Computer-Assisted Sleep Staging". IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 48, no. 12, pp.1412-1423, 2001
- [7] 송미혜, "LDA와 SVM 기반의 심실세동 검출에 관한 연구". 연세대학교 석사학위논문, 2005.