
운전자의 졸음지표 감지를 위한 뇌파측정 장치 개발 및 유용성 평가

박문규* · 이충현** · 안영준* · 지 훈* · 이동훈*

*동명대학교 · **휴니모

Development and usability evaluation of EEG measurement device for detect the driver's drowsiness

Mun-kyu Park* · Chung-heon Lee** · Young-jun An* · Hoon Ji* · Dong-hoon Lee*

*Tongmyong University · **Hunemo

E-mail : ldh5522@tu.ac.kr

요 약

우리나라 전체 교통사고 원인에 있어서 졸음운전은 음주운전보다도 더 큰 비중을 차지하고 있는 위험요소로 나타나고 있다. 따라서 사전에 졸음운전사고를 예방하기 위하여 운전자의 졸음을 인식하고 경고해주는 시스템 개발과 관련된 연구가 활발하게 이루어지고 있는 추세이며, 졸음의 지표는 뇌파의 알파파를 분석하는 것이 효과적이라는 선행 연구결과들이 발표되었다. 본 연구에서는 LabView 프로그램을 이용하여 졸음지표를 검출할 수 있는 신호처리 알고리즘을 적용시킨 뇌파측정 장치를 자체 개발하였다. 소수의 실험자를 대상으로 졸음유도 실험을 실시한 결과 알파파의 상대 파워스펙트럼 변화를 기준으로 졸음상태를 의미하는 뇌파의 패턴을 검출 할 수 있었다. 이후 기존의 뇌파측정 장비들을 사용하여 측정된 졸음패턴과 비교분석한 결과 유사한 패턴을 나타내는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 차후 운전자의 졸음예방 시스템에 활용한다면 졸음운전 사고로 인한 사망률을 낮추는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT

In the cause of car accidents in Korea, drowsy driving has shown that it is larger factors than drunk driving. Therefore, in order to prevent drowsy driving accidents, drowsiness detection and warning system for drivers has recently become a very important issue. Furthermore, Many researches have been published that measuring alpha wave of EEG signals is the effective way in order to be aware of drowsiness of drivers. In this study, we have developed EEG measuring device that applies a signal processing algorithm using the LabView program for detecting drowsiness. According to results of drowsiness inducement experiments for small test subjects, it was able to detect the pattern of EEG, which means drowsy state based on the changing of power spectrum, counterpart of alpha wave. After all, Comparing to the results of drowsiness pattern between commercial equipments and developed device, we could confirm acquiring similar pattern to drowsiness pattern. With this results, the driver's drowsiness prevention system expect that it will be able to contribute to lowering the death rate caused by drowsy driving accidents.

키워드

Electroencephalogram(EEG) device, Drowsiness detection, Alpha block, Signal processing

I. 서 론

우리나라 전체 교통사고 원인에 있어서 졸음 운전은 큰 비중을 차지하고 있는 위험요소로 나타나고 있다[1]. 교통사고를 일으키는 원인별 치사율의 경우 음주운전과 전체교통사고의 평균치사율보다 운전 중 졸음에 의한 경우가 더 높은 것으로 나타나있는 통계결과를 찾아 볼 수 있다 [2,3]. 이는 졸음이 운전자에게 느린 반응속도를 야기하고 정보처리 능력을 현저히 감소시켜, 위험을 인지하였음에도 정상적으로 대응하지 못하여 대형사고로 연결되기 쉽기 때문이다[4]. 이러한 이유로 졸음운전사고를 예방하기 위하여 운전자의 졸음을 인식하고 경고하는 시스템 개발이 지능형 자동차연구 분야에서 중요한 화제로 떠오르게 되었다. 졸음을 감지하는 기존의 연구로 눈의 깜빡거림과 동공의 크기, 눈의 응시방향, 얼굴표정을 카메라로 감시하여 영상처리를 통해서 감지하는 연구들이 주류를 이루었고[5], 스트레스와 말초체온과의 상관관계[6], 심박수의 변화[7], 피부 임피던스 신호분석[8]을 통한 졸음 감지 연구도 진행되어왔다. 그러나 위와 같은 방법들로는 졸음신호에 대한 명확한 해석이 어렵다는 단점이 있고, 눈동자의 움직임과 근육의 변화는 이미 졸음이 상당히 진행되어 눈을 감은 상태를 감지하기 때문에, 근본적인 졸음의 지표를 나타내는 신호취득이 필요하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 다양한 생체신호를 기반으로 한 연구가 진행되었다. 특히 뇌파 EEG(electroencephalogram)를 통한 운전자의 피로와 졸음을 판별하는데 효과적이라는 의학적 연구결과가 발표되었다[9]. 특히 뇌파의 스펙트럼 성분에 대해 폐안시 알파파가 우세하였다가 감소하는 'Alpha Block' 현상과 세타파(Theta wave)의 변화를 기준으로 하여 운전자의 상태를 분류할 수 있다고 나타나고 있다[10]. 또한 졸음과 각성에 관계된 뇌파 측정 부위는 주로 전두엽(Frontal lobe)이나 후두부(Occipital lobe)부위에 해당하며, 후두부에서 더욱 우세하게 나타난다는 정보를 기준으로 후두부 측정 방식이 주로 이루어져 왔다[11]. 하지만 기존 연구 대부분의 측정방식들은 제한된 장소에서 상용화된 뇌파측정 장비들을 통해 다채널의 유선을 이용한 측정방식으로 매우 정확한 정보를 검출할 수 있으나, 실제 지능형 자동차에서 후두부 영역에 대한 정보를 유선방식으로 사용하기엔 많은 환경적 제한이 발생 할 수 있다는 점을 고려하여, 전두부에서 졸음정보를 얻고자 하였다.

이를 위해 본 연구에서는 LabView프로그램을 이용하여 졸음에 대한 특성을 검출할 수 있는 신호처리 알고리즘을 적용시킨 1채널 측정방식의 휴대용 뇌파측정 장치를 자체 개발하고 그 유용성 평가를 하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

2.1 졸음검출 시스템

전도성이 뛰어난 Agcl이 함유된 일회용 전극을 이용하여 뇌파신호를 측정하게 되면 자체 개발한 EEG 장치를 통하여 기본적인 전원노이즈와 기타 생체신호를 제거하는 차폐회로의 필터들을 통하여 DC~0.1Hz 성분을 제거하고 50Hz 성분 이하의 성분만을 추출할 수 있게 된다. 다음으로 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시킬 수 있는 A/D Convert가 내장된 STM(Synchronous Transfer Module)을 이용하여 무선통신으로 PC에 전송하게 되면, LabView2012(National Instruments, USA)를 이용한 신호처리 알고리즘에 적용시켜 졸음을 의미하는 신호를 검출할 수 있게 된다. 그림 1은 뇌파를 측정하여 졸음을 검출하는 시스템 개요도이다.

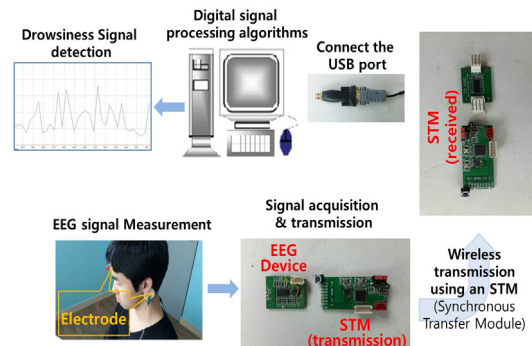


그림 1. 졸음검출 시스템 개요도

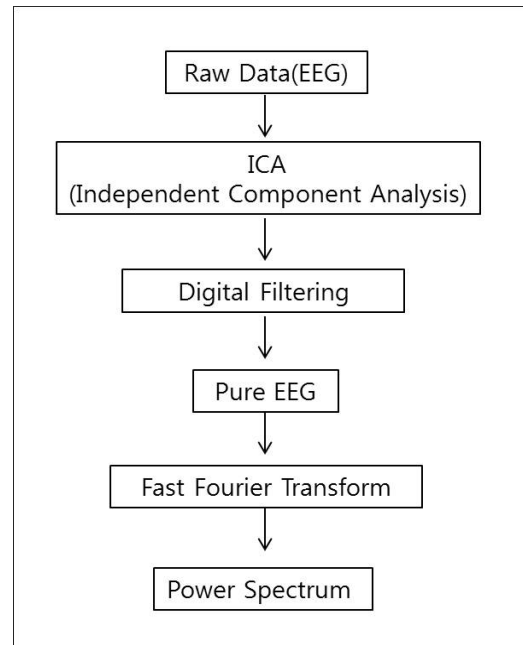


그림 2. LabView를 이용한 신호처리 알고리즘

2.2 신호처리

PC에 전송된 EEG raw 데이터에 포함된 불필요한 노이즈는 LabView를 이용한 독립성분분석법(ICA)과 디지털필터 설계를 통하여 최대한 원신호와 가깝게 복원 시킬 수 있게 된다. 이후 신호에서 원하는 특정 주파수 대역을 얻기 위해 고속 푸리에 변환(FFT)을 통하여 시간영역을 주파수영역으로 변환시키고, 이를 파워스펙트럼을 통해 데이터를 수치화시킴으로써 특징분석이 용이할 수 있도록 하였다. 그림 2는 LabView를 이용한 디지털 신호처리 알고리즘을 나타내는 블록 다이어그램이다.

III. 실험 및 결과

3.1 졸음유도 실험

자체 개발한 뇌파측정 장치의 성능을 검증하기 위해 사전에 Epworth Sleepiness Scale(ESS) 설문지를 통해 수면장애 여부를 확인한 후 정상에 해당하는 5명을 대상으로 강의실에서 졸음유도실험을 진행하였다. 실험 시간은 최소 15분 이상 감시자가 육안으로 졸음 확인이 가능할 때까지 측정 하였으며, 운전자와 비슷한 환경을 조성하기 위해 실제 고속도로 주행 영상을 시청할 수 있도록 제공 하였다. 또한 모든 실험은 데이터와 피험자의 상태를 시간에 따라 비교할 수 있도록 웹캠을 이용하여 피험자의 얼굴을 촬영하여 기록하였다. 실험은 한 피험자 당 기존 측정장비(Poly-GI, LAXTHA, Korea)와 자체 개발한 뇌파측정 장치를 이용하여 총 2회씩 측정하였다.



그림 3. 졸음유도 실험

3.2 뇌파측정 결과신호 분석

일반적으로 뇌파에서 정신적 피로감이 증가할 때 높은 각성 상태를 유지할 수 없으며, 이는 뇌파의 알파파와 세타파의 변화량과 상관관계가 높다고 알려져 있다. 따라서 기존 장비와 자체 개발한 뇌파측정 장치로 각각 측정한 데이터를 주파수별로 분리하여 알파파와 세타파의 파워값 변화를 비교한 결과 두 경우 모두 졸음의 시작

단계에서 피험자가 눈을 감을 시기에 알파파가 급격히 증가하다 떨어지는 'Alpha block' 현상이 나타남과 동시에 세타파가 출현하여 점차 증가하는 현상이 웹캠을 통한 시간에 따른 육안검사 결과와 일치하는 것을 확인 할 수 있었다.

IV. 결 론

본 연구에서는 LabView 프로그램을 이용하여 졸음에 대한 특성을 검출할 수 있는 신호처리 알고리즘을 적용시킨 단극 유도방식의 뇌파측정 장치를 자체 개발하였고 그 유용성 평가를 하였다. 졸음유도 실험의 결과를 통해 기존의 다채널 측정법을 이용하여 후두부 영역의 신호 데이터를 분석하는 복잡한 방식이 아닌, 1개 채널 측정만으로 간단히 졸음지표를 나타내는 신호특성을 기존 장비들과 유사하게 검출할 수 있다는 사실을 알 수 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 차후 지능형 차량연구 분야에 적용한다면, 운전자의 졸음으로 인한 교통사고 예방에 많은 기여와 장치의 소형화로 인한 휴대성은 다양한 분야에서 활용 할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] Q. Ji, Z. Zhu, and P. Lan, "Real-time nonintrusive monitoring and prediction of driver fatigue," IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 53, no. 4, pp. 1052-1068, 2004.
- [2] 내일 신문, "졸음운전 사망률 점심시간대 최고", <내일 신문>, 2013/04/08 1:23:46, <http://www.naeil.com/News/politics/Vie wNews.asp?num=707760&sid=E&tid=0>
- [3] H. S. Han, K. K. Song, "Electroencephalogram-Based Driver Drowsiness Detection System Using Errors-In-Variables(EIV) and Multilayer Perceptron(MLP)," KICS, vol. 39, No. 10, 2014
- [4] J. D. Slater, "A definition of drowsiness: One purpose for sleep?," Med. Hypotheses, vol. 71, pp. 641-644, 2008.
- [5] J. D. Wu, and T. R. Chen, "Development a drowsiness warning system based on the fuzzy logic images analysis", Expert System with Applications, Vol. 34, pp. 1556-1561, 2008

- [6] H. Kataoka, H. Yoshida, A. Saijo, M. Yasuda, and M. Osumi, "Development of a skin temperature measuring system for non-contact stress evaluation," in Proc. 20th Annual Int. Conf. IEEE Eng. Medicine Biology Soc., vol. 2, pp. 940-943, 1998.
- [7] A. Bunde, S. Havlin, J. W. Kantelhardt, T. Penzel, J.-H. Peter, and K. Voigt, "Correlated and uncorrelated regions in heart-rate fluctuations during sleep," Phys. Rev. Lett., vol. 85, pp. 3736-3739, 2000.
- [8] Y. B. Lee and M. H. Lee, "Automobile system for drowsiness accident detection using EDA signal analysis," Trans. KIEE, vol. 56. no. 2, pp. 227-450, 2007
- [9] M. V. M. Yeo, X. Li, K. Shen, and E. P. V. Wilder-Smith. "Can SVM be used for automatic EEG detection of drowsiness during car driving?," Safety Science, vol. 47 pp. 115-116, 2009.
- [10] M. Steriade, "Brain electrical activity and sensory processing during waking and sleep states," In: Kryger, M.H., Roth, T., Dement, W. C. (Eds.), Principles and Practice of Sleep Medicine. Saunders, Philadelphia, pp. 93-111, 2000.
- [11] 한선호, 齋藤章二, 일조각, 1987, pp. 55-76