

# 마이크로 컨트롤러와 뇌파센서를 활용한 수면 보조 시스템에 대한 연구\*

홍여진\*, 문주환\*\*, 양동호\*\*\*, 김근형\*

\*제주대학교 경영정보학과 \*\*제주대학교 무역학과 \*\*\*제주대학교 컴퓨터공학과

e-mail:hongyz@jejunu.ac.kr

## A Study on the Sleep Support System using EEG sensor - Focusing on the Micro controller-based

Yeo-Jin Hong\*, Ju-Hwan Moon\*\*, Dong-Ho Yang\*\*\*, Keun-Hyung Kim\*

\*Dept of Management Information System, Je-ju National University

\*\*Dept of International Trade, Je-ju National University

\*\*\*Dept of Computer Engineering, Je-ju National University

### 요 약

최근 마이크로 컨트롤러를 활용한 사물인터넷의 분야가 급격하게 증가하면서, 이를 활용한 헬스케어 분야에 대한 관련 연구 역시 활발하게 진행되고 있다. 마이크로 컨트롤러를 활용한 헬스케어 시스템 장치의 장점 중 하나는, 사용자가 스스로의 건강관리를 위해 일상생활에서의 습관이나 행동 양식을 손쉽게 확인할 수 있다는 점이다. 제안한 시스템은 가벼운 수면장애를 갖고 있는 사용자를 대상으로 실제 수면 환경에서의 뇌파를 측정 및 분석하여 수면 환경 내의 빛 환경을 자동으로 제어할 수 있도록 하였다.

### 1. 서론

최근 아두이노와 같은 마이크로 컨트롤러의 보급으로 인해 다양한 분야에서 마이크로 컨트롤러를 활용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 마이크로 컨트롤러는 하드웨어 기술 지식이 다소 부족하여도 간단한 프로그래밍 교육을 통해 비교적 손쉽게 사물인터넷(IoT)환경을 구현할 수 있다는 점에서 그 가능성을 인정받고 있으며, 이에 따라 IT 외의 분야에 마이크로 컨트롤러를 접목하여 사물인터넷을 구현하려는 시도가 늘어나고, 그 활용 분야 역시 확장되었다.

그 중에서도 헬스케어(Health Care) 분야와 관련된 생체신호에 대해서도 많은 관심이 쏟아지고 있다. 생체신호의 경우 인체 내에서 발생하는 다양한 신호를 디지털화하여 다른 시스템과 통신이 가능하다는 점에 있어 마이크로 컨트롤러만큼이나 무궁한 가능성을 지닌 분야이다. 그러나 마이크로 컨트롤러 관련 연구는 지속적으로 증가하고 분야도 넓어지고 있는 반면 마이크로 컨트롤러와 생체신호 센서를 결합한 형태의 연구에 대해서는 많지 않은 실정이다. 본 논문은 마이크로 컨트롤러를 기반으로 하는 생체신호 측정 센서를 활용하여 가벼운 수면장애를 앓고 있거나 숙면을 원하는 일반 사용자를 위한 모바일 기반의 수면 보조 시스템에 대해 연구하였다. 수면 장애로 인해 병원을

방문한 환자들의 수가 증가하고, 수면 관련 사업에 대한 내용이 사업 분야의 하나로 자리 잡을 정도로 현대인들의 수면에 대한 갈망은 높아지고 있으나, 현재 우리사회의 특성상 질 높은 수면이 어려운 것도 사실이다.

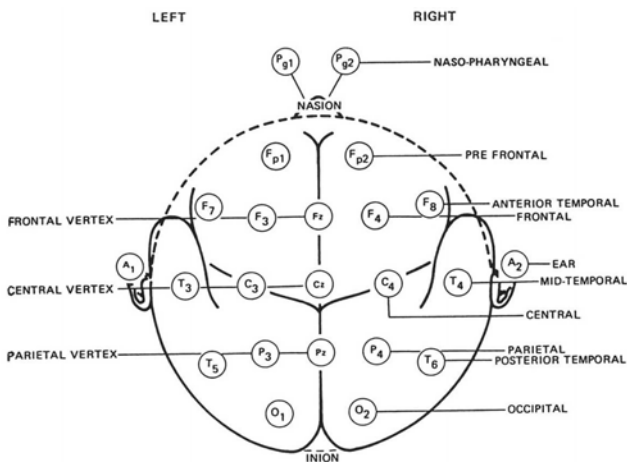
본 논문에서는 기술이 발전함에 따라 인간의 삶의 질과 밀접한 관계를 맺고 있는 수면의 질에 대한 수요를 해소할 수 있도록 도와주는 연구를 하고자 한다. 수면장애를 초래하는 원인 중 하나로 온도, 소음이나 조명과 같은 환경적 요인이 있으며, 이와 관련한 연구가 기존에도 많이 진행되어 왔다. 특히 수면 환경 요소 중 조명과 같은 빛과 관련된 요소는 수면 장애 관련 실험에 있어 중요한 영향력을 끼칠 수 있다는 주장이 있을 만큼<sup>[1]</sup> 수면과 빛은 밀접한 관련이 있는 요소라고 볼 수 있다. 또한 빛 환경은 수면과 관련된 인간의 일주기 생체리듬에도 직접적인 영향을 미치므로 수면단계에서 각성단계에 이르기까지의 수면환경에 있어 빛 요소의 변화양상이 중요하다. 이에 따라 수면상태에서도 빛 환경을 조절할 수 있는 시스템을 통해 수면의 질 개선에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.<sup>[2]</sup> 제안한 시스템은 위와 같은 주장에 근거하여 사용자의 수면시간 및 조명 등의 환경을 분석하고 침실환경 내 빛 환경을 조정하여 가벼운 수면상태에서 깊은 수면상태로 전환함에 어려움을 겪는 사용자를 돕는 수면 보조 기능을 제공한다. 기존에도 수면의 깊이와 시간을 측정하는 모바일 어플리케이션이나 장치가 있지만, 대부분 수면 시 몸의 움직임을 통해 수면의 정도를 측정하는 방식을 제공하고

※ 본 논문은 정보통신산업진흥원(NIPA) 「2015년 개방형 ICT융합과정 지원 사업 과제번호 R0250-15-1003」의 연구비 지원으로 수행되었음.

있어 정확한 측정이 어렵다. 정확한 수면 정도를 파악하기 위해서는 수면 단계에서 나타나는 뇌파의 패턴 및 안구운동과 같은 생체 신호의 분석을 통해 수면단계를 확인하고 이를 이용하여 수면의 정도를 판단하는 방식이 적합하나 이러한 방식의 판단은 검사를 위한 장비가 필요하여 관련 검사를 할 수 있는 기관을 방문해야하므로, 가정에서 일반적으로 수행하기에는 다소 불편함이 존재한다. 본 연구에서는 마이크로 컨트롤러와 뇌파센서를 활용하여 사람이 수면상태에 빠졌을 때 나타나는 뇌파를 감지하고 주변조명을 제어하여 보다 쾌적한 수면 환경을 제공하기 위한 시스템과 이의 동작 방법을 제공한다. 시스템의 목적은 깊은 수면(Delta Sleep)이 어려운 사용자, 즉 수면단계 중 1~2단계의 수면단계에서 3~4단계로의 전환이 어렵거나 REM수면이 지속되어 수면을 통한 피로해소가 어려운 사용자의 수면을 보조하는 것으로, 제안한 시스템은 시스템 사용자가 중 별도의 조작을 하지 않고도 쾌적한 수면상태를 유지할 수 있는 장점을 갖는다.

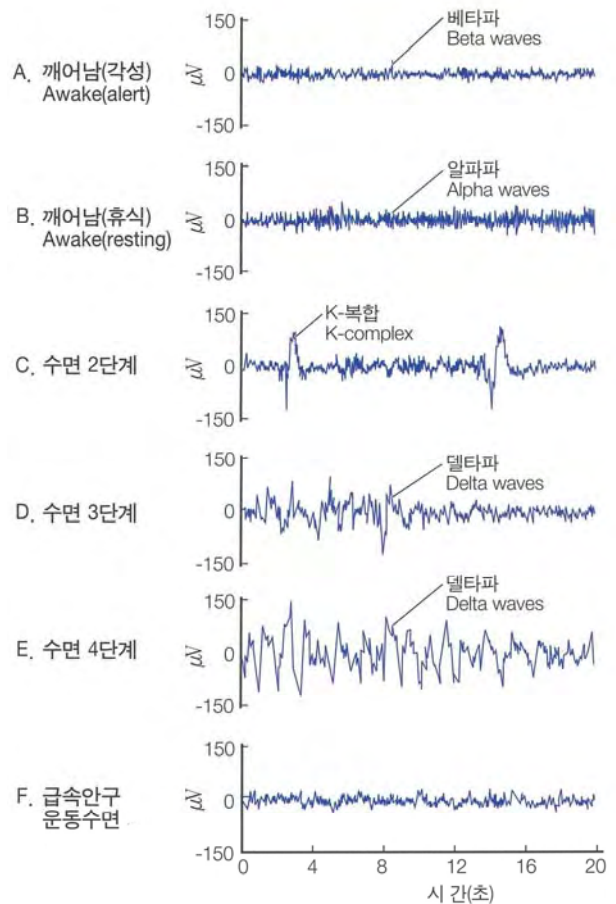
2. 뇌파 측정 방법 및 수면단계의 판단

뇌파(뇌전도, ElectroEncephaloGram, EEG)란 뇌가 활동을 함에 있어 나타나는 전기적 신호를 기록한 것으로 주파수와 진폭에 따라 알파파( $\alpha$ 파, 8~13Hz), 베타파( $\beta$ 파, 4~30Hz) 세타파( $\theta$ 파, 4~7Hz), 델타파( $\delta$ 파, 0.5~3Hz)로 나누어진다. 제안한 시스템에서는 일반적으로 성인이 수면을 취할 때 많이 나타나는 델타파(Delta wave)를 기준으로 사용자의 비REM수면상태 여부를 판단한다. 델타파는 0.5~3Hz의 뇌파 중 가장 낮은 주파로 수면상태에서만 측정이 가능하므로<sup>[3]</sup> 시스템이 목적 달성을 하기 위한 판단의 기준으로 가장 적합하다. 델타파 측정을 위해서 사용자는 수면을 취하기 전 뇌파전극센서(이하 뇌파센서)를 10-20 System 배치법을 참조하여 부착한다. 시스템은 사용자의 두피에 부착된 전극센서를 통해 수면 중 델타파를 계측하고 변화를 기록하며, 사용자의 수면 상태 및 수면상태의 변화에 따라 빛 환경을 제어하는 기능을 한다.



(그림 1) International 10-20 System

정상적인 젊은 성인의 수면 주기는 REM수면(Rapid Eye movement)과 non-REM수면이 약 90분 간격으로 교대로 나타나고, non-REM수면 상태를 유지하는 동안 사람은 1단계에서 4단계까지의 수면 단계 변화를 거치며 깊은 수면을 취할 수 있다. 전체적인 수면시간에서 1단계 수면은 약 2~5%, 2단계 수면은 약 45~55%, 3단계 수면은 약 3~8%, 4단계 수면은 약 10~15%이다.<sup>[2]</sup> 제안한 시스템은 인간의 이러한 수면 단계 변화에 있어, 1~2단계 사이의 얇은 수면 상태를 유지하고 있는 시간이 길어지면서 능동적인 수면 단계 변화가 어려운 사용자를 위해 3~4단계의 깊은 수면 단계 변화를 돕는 역할을 하는 것이다.



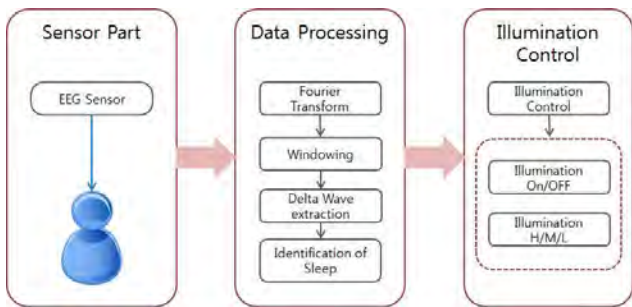
(그림 2) 수면 단계에 따른 뇌파의 종류

제안한 시스템은 사용자가 직접 디바이스를 통해서 수면시간을 입력할 수 있으며 측정을 시작한 시간부터 사용자가 직접 설정한 수면종료 시간까지의 총 수면 시간을 기반으로 수면 주기를 계산하여 작동한다.

3. 제안 시스템

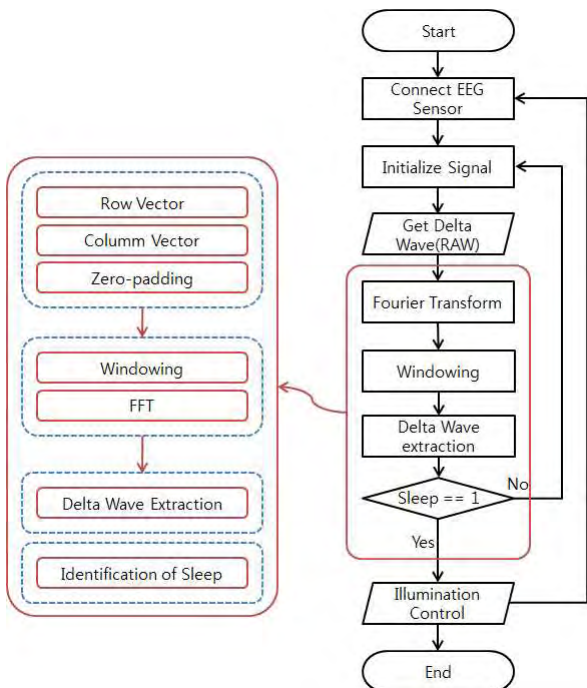
제안한 시스템은 뇌파전극센서, 즉 뇌파를 계측할 수 있는 전극센서와 뇌파의 미약한 신호를 증폭시켜 줄 수 있는 증폭기, 전극의 아날로그 데이터를 읽고 디지털 신호를 변환할 수 있는 모듈, 위 부품들과 결합하여 전송된 디지털

털 신호를 저장하고 분석할 수 있는 마이크로 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러와 통신이 가능한 조명 제어 장치로 구성 된다. 전기적 신호의 뇌파는 필요한 영역의 주파수를 필터링 하고 보다 정화한 추출과 인식을 위한 분석이 이루어진다. 뇌파 특징 추출은 각 두뇌의 영역의 EEG 신호를 이용한 BCI 연구 중 일반적으로 사용되는 ERP(Event-Related Potential)의 특징을 추출하는 방법이 주로 이용된다.<sup>[6]</sup> 하지만 이와 같은 방식은 델타파 측정을 통한 수면 제어시스템과 모바일 환경에 적용하기에는 여러 가지 어려움이 있다. 본 연구에서는 이런 단점을 극복하기 위해서 측정된 뇌파와 수면단계의 뇌파의 특징을 비교하는 방법으로 수면자의 수면상태를 판단하고, 조명 시스템을 제어한다. 시스템은 실시간으로 뇌파 데이터를 분석하기 위해 측정된 델타파를 측정 및 수집하여 분석한 후, 최적의 수면 환경을 조성할 수 있도록 조명 시스템을 제어하는 것을 목적으로 한다. 제안된 시스템의 구성은 그림 3과 같다.



(그림 3) 제안 시스템 구성도

위와 같은 부품들로 구성된 마이크로 컨트롤러 기반의 시스템은 아래 그림 4와 같은 순서대로 동작한다.



(그림 4) 수면보조시스템의 동작 흐름도

뇌파센서를 통해 추출된 신호 값은 증폭기에 의해 증폭된 후 마이크로 컨트롤러가 내장된 메인보드에 전송된다. 전송된 아날로그 신호는 디지털 신호 값으로 전환된 뇌파신호를 마이크로 컨트롤러 기반의 분석 시스템으로 전송한다. 분석 시스템은 전송된 신호 값을 연속 수집 후 주파수 분석을 위해 고속푸리에변환(FFT)에 의해 주파수 영역의 자료로 변환되어 분석이 진행된다. 제안하는 시스템은 수면을 취하고 있으나 외부의 약한 자극에도 금방 깨어날 수 있는 가벼운 수면 상태의 사용자를 대상으로 하고 있으므로, 시스템은 분석된 내용을 토대로 사용자가 정상적인 수면주기를 반복하고 있는지의 여부를 판단하며 지속적으로 얇은 수면을 반복할 경우 수면환경에서의 빛 환경을 계측하고 조절하여 사용자의 숙면을 돕는다.

4. 결론

본 논문은 가벼운 수면장애 및 깊은 수면이 어려운 사용자의 non-REM 수면유도를 위해서 마이크로 컨트롤러 및 EEG신호를 활용하여 사용자의 수면을 돕는 장치에 대해 제안하였다. 뇌파의 경우 미약한 신호로 인해 측정이 어렵고 이로 인해 정확한 연구가 더딘 상태이나 향후 뇌파 측정 기술이 발전하고 이를 보완할 수 있는 기반이 마련될 경우 뇌파를 이용한 정교한 수면 환경 제어가 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] 고바야시 사토코(수면과학 전문의 박사, 호쿠다이 보건 관리 센터)  
 [2] 이광우, 신경의학, 범문사, 2005.  
 [3] 유아의 경우 각성상태에서 나타나는 경우가 있으나 각성상태의 성인에게서 나타나는 경우 뇌기능과 관련된 병리적 상태를 의심할 수 있다.  
 조광필 외 3명, 인체생리학, 피서픽북스, 2009.  
 [4] 윤중수, 뇌과학개론, 고려의학, 1999.  
 [5] 이희원, 색 자극에 따른 청소년의 주의집중력에 대한 뇌파변화 특성 연구, 충남대학교 석사학위논문, 2014.  
 [6] 안재성, EEG 방향 인식 패턴을 이용한 게임인터페이스 개발 한국 컴퓨터게임학회지, 2010.