

PVDF 진동 센서를 이용한 코골이 검출 베개

Development of a Snoring Detection Pillow using PVDF Vibration Sensors

지덕근 *, 위연 *, 김희선 **, 임재중 *

전북대학교 공과대학 전자공학부 *

(주) 유엔씨 **

Key words: PVDF, 코골이, 수면무호흡증, 베개

1. 서론

코골이 및 수면 무호흡증 등의 수면 질환은 수면 패턴과 연관된 것으로 정신적, 육체적 피로감을 유발하고 정상적인 일상 생활에 심각한 영향을 미치고 있다.

코골이는 수면 중 구강과 연결된 기도가 좁아져서 입천장이나 구강 인두 조직의 진동이 일어날 때 발생하는 것이고(Pevernargie, D., et al., 2010), 수면 무호흡증은 수면 중 빈번하게 호흡정지가 일어나는 것을 말한다(최지호, 이승훈, 신철, 2005). 이러한 수면 질환은 주간의 졸림, 피로, 인식장애, 기억력 감퇴 등을 일으킬 수 있으며 장기간의 코골이는 수면 무호흡증으로도 발전될 수 있다(원태빈, 2009).

코골이 및 수면 무호흡증과 관련해 마이크를 이용하여 코골이 신호를 검출하는 코골이 베개에 대한 선행 연구가 존재하나(Suryawanshi, R., Zende, A., 2010) 주위 환경의 잡음이 존재할 때 코골이 신호를 정확히 식별하는데 어려움을 가지고 있다.

본 연구에서는 수면 중 코골이 신호의 검출에 있어서 오류가 발생하는 원인인 주변 잡음이나 기타 영향을 제거하여 다양한 잡음 환경 하에서도 코골이 신호를 정확하게 검출하기 위하여 베개에 내장되는 센싱 시스템과 분석 알고리즘 개발하였다.

2. 연구방법

2.1 센싱 시스템

센싱 시스템은 베개 내부에 내장되는 두 개의 PVDF 진동 센서를 포함하고 있으며 검출되는 신호를 수집, 저장하는 하드웨어 부로 이루어졌다. PVDF 진동 센서는 사용자가 코를 골 때 발생하는 소리에 의해 두개골에 전달되는 진동을 검출하는 원리를 이용한 것으로 기존의 마이크를 사용하는 연구들에서 발생될 수 있는 코골이 신호 검출의 오류를 획기적으로 감소할 수 있는 특징이 있다. 그림 1 은 PVDF 필름이 내장된 진동

센서로서 잡음과 진동 변화에 대한 감도가 매우 우수하며, 5Hz-5KHz의 주파수 응답 특성을 가지고 있다.

코골이 검출 베개는 주변의 다양한 잡음으로부터 코골이 소리만을 정확하게 검출해야 하므로, 두 개의 진동 센서를 그림 2 에서와 같이 베개 내부의 다른 두 부위에 위치시켰다. PVDF 1 은 사용자의 머리가 놓이는 부분에 위치하여 사용자의 코골이 신호를 검출할 수 있으며, PVDF 2 는 사용자 코골이 신호 및 주변 잡음을 검출하도록 설계되었다. 각 센서는 플라스틱 판에 놓여서 베개 내부에 내장되는 형태로 설계 되었다.

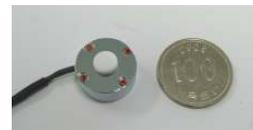


그림 1. PVDF 필름이 내장된 진동센서.

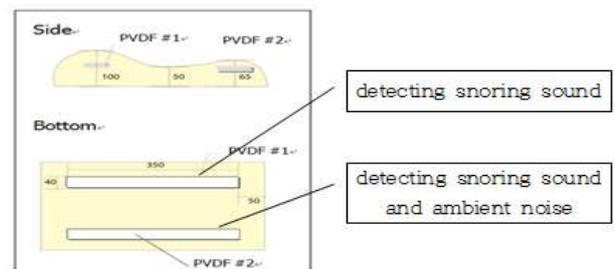


그림 2. 베개 내부에 내장되는 두 개의 PVDF 센서.

2.2 데이터 수집

본 실험에는 5 명의 피험자가 참여하였으며 수면 중 잡음이 발생할 수 있는 다양한 환경 조건 하에서 신호를 수집하였다. 각 센서의 출력은 아날로그 하드웨어 처리를 거친 후 Biopac 을 이용하여 샘플링 주기 500Hz 로 30 초간의 데이터로 저장하였다.

실험은 코골이의 신호와 함께 주위 잡음이 없을 경우와 음악, 말소리, 몸의 움직임, 옆 사람의 코골이 신호가 있을 경우의 조건 하에서 각각 신호를 수집하였다.

2.3 데이터 분석 알고리즘

수집된 데이터의 분석을 통하여 주변 잡음 환경에 영향을 받지 않는 사용자의 코골이 신호만을 정확하게 구분하고자 하였으며, 그림 3 에 두 개의 PVDF 센서로부터의 출력에 대한 처리 과정 알고리즘 흐름도가 요약되어 있다.

사용자의 신체적 조건이 다름에 따라 나타나는 오프셋을 제거한 후에 절대값을 취하고, 그에 대한 포락선(envelop) 검출과 평활화(smoothing) 과정을 거치게 된다. 두 센서 출력으로부터의 결과 파형에 대한 에너지를 계산하고 비교함으로써 실제 사용자의 코골이 신호만을 정확하게 검출할 수 있게 된다.

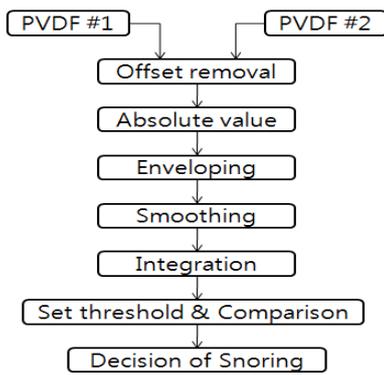
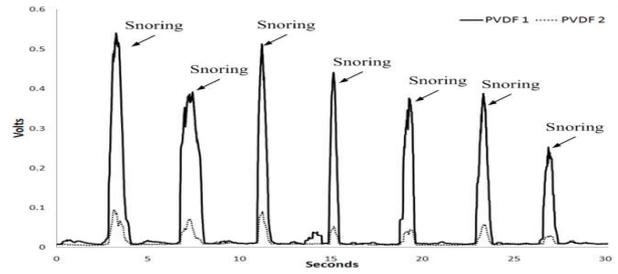


그림 3. 두 PVDF 센서 출력에 대한 분석 알고리즘.

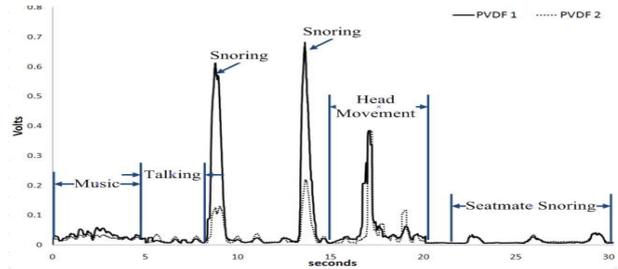
3. 결과

데이터 분석 알고리즘의 적용을 통한 수면 중 베개 사용자의 코골이 신호와 다양한 주변 잡음 조건에서의 두 PVDF 센서출력의 분석 결과가 그림 4 에 나타나 있다.

그림에서 볼 수 있듯이 사용자가 코를 골 때 두 PVDF 센서의 출력은 잡음 신호에 비해 70% 이상의 에너지를 가지고 있음을 알 수 있다. 이는 PVDF 1 센서가 사용자의 머리 아래쪽에 위치해 있기 때문에 사용자의 코골이에 의해 발생하는 진동이 센서로 직접 전달되므로 나타나는 현상이다. 그러나 PVDF 2 센서로부터 검출되는 신호는 사용자의 코골이 신호 보다는 주변 잡음에 더 민감하므로 두 센서 출력의 특성 비교를 통하여 정확한 코골이 신호의 구분이 가능할 수 있게 된다.



(a) 주변 잡음이 없는 상태에서의 코골이 신호.



(b) 주변 잡음이 있을 때의 코골이 신호 및 주변 잡음 신호.

그림 4. 다양한 수면 조건에서의 두 PVDF 센서 출력에 대한 알고리즘 적용 결과.

4. 결론

본 연구에서는 수면 중 코골이 신호의 검출에 있어서 오류가 발생하는 원인인 주변 잡음이나 기타 영향을 제거하기 위한 새로운 센싱 시스템과 분석 알고리즘을 개발하였다. 그 결과 주변 잡음이나 기타 영향으로부터 정확한 코골이 신호를 정확하게 분류하는 것을 확인하였다.

본 연구의 결과는 수면 중 발생하는 코골이를 멈추게 하는 베개의 개발뿐만 아니라 다양한 수면 정보를 검출하고 정량적으로 분석함으로써 사용자가 숙면을 취할 수 있는 조건을 제시하는 숙면 유도 시스템의 개발에도 활용될 것이다.

참고문헌

Pevemargie, D., Aarts, R. M. and Meyer, M. De. (2010). The acoustics of snoring. *Sleep Medicine Reviews*, 14(2), 131-144

최지호, 이승훈, 신철 (2005). 폐쇄성 수면 무호흡증의 병인 및 기전. *Sleep medicine and Psychophysiology*, 12(2), 105-110

원태빈 (2009). 건강칼럼 : 코골이와 수면무호흡증. *한국 공업화학회지*, 12(4), 26-27

Suryawanshi, R., Zende, A. (2010). Electronically Operated Anti-Snoring Pillo. *2010 Second International Conference on Computer Engineering and Application*, 626-628