

수면형태 감지 시스템에 관한 연구

이승룡, 조원식, 이동훈, 김경호
단국대학교 전자공학과

A Study of sleeping pattern sensing system

Seung-Ryong Lee, Won-Sik Cho, Dong-Hoon Lee, Kyung-Ho Kim
Electronic Engineering

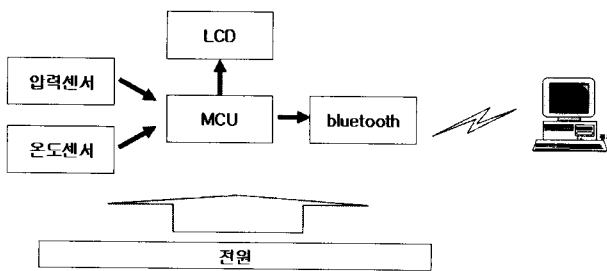
Abstract - 수면의 인간의 생활 중에서 가장 흔하 볼 수 있는 행동형태의 하나로, 인간은 일생의 1/3 가량을 수면시간을 보낸다. 적절한 수면은 인간의 신체적, 심리적 건강을 유지하고 활기차고 밝은 사회생활을 하는데 큰 도움을 준다. 한편, 생활 방식의 변화에 따른 과도한 스트레스와 외부 환경적인 원인 등으로 인해 수면장애를 호소하는 인구가 늘어나고 있다. 이에 본 연구에서는 압력센서와 온도센서를 이용하여 저비용, 고효율적인 수면형태 감지시스템을 설계 하였다. 제안된 시스템을 침대에 설치하여 수면 중 수면자의 머리, 허리, 발에서 나오는 데이터측정을 통해 유용성을 검토 하였다. 또한 측정된 데이터를 bluetooth를 이용해 전송함으로써 실시간으로 수면형태의 모니터링 할 수 있는 기본적인 시스템을 구축하였다.

1. 서 론

수면이란, 신체기능을 회복하고 힘과 건강을 유지하는 기전으로 신체적, 정서적으로 재충전하는 효과가 있으며, 가장 중요한 휴식방식으로 적당한 감각이나 자극에 의해 깨어날 수 있는 무의식의 상태를 말한다.[1] 모든 사람들이 하루 평균 6-8시간을 수면으로 보내며 인생의 약 1/3정도의 시간을 수면으로 보낸다는 것은 기존 연구 결과로 증명된 사실이다.[2] 이러한 수면은 인간에게 있어서 가장 중요한 휴식시간인 동시에 기본 욕구 중 하나로 피로회복, 정보처리와 갈등 해소의 기능을 갖는다. 즉 신체의 모든 기관이 휴식을 취하고, 활동하는 동안 쌓였던 피로 물질이 분해되며, 심신의 재충전 효과를 얻는 것이다. 수면을 제대로 취하지 못할 경우 생기는 수면장애는 수면이 질적, 양적 요인으로 장애를 받는 것을 말하며, 불면증, 주간 졸림을 포함하여, 코골이, 수면 무호흡, 불면증, 렘수면 장애, 몽유병 등의 이상행동의 형태들로 나타난다. 낮 동안의 활동과 더불어 밤에 적절한 수면과 휴식을 취하지 못할 때 정신적 불쾌감과 만성적인 피로에 시달리며, 신체의 회복과 통합적 능력의 약화, 기억력의 손상, 증가된 스트레스와 불만을 야기하여 건강과 양녕에 위협을 받을 수 있다고 문제제이 왔다.[1],[3] 수면장애를 통하여 일상생활의 건강의 미치는 영향이 많다는 연구결과에 근거하여 본 연구에서는 압력센서와 온도센서를 이용하여 수면시간과 수면형태를 측정하는 저가격, 고효율의 디바이스를 설계하였으며, 설계된 시스템을 구현하여 측정을 하였다. 본 연구에서 제안하는 시스템을 적용을 통해 고가의 장비를 사용하지 않고도 인간의 일상 중 1/3 차지하고 있는 수면의 상태를 쉽게 측정하고 수면상태 개선에 바탕이 되는 기본데이터를 수집하고 나아가서는 수면장애를 극복할 수 있는 지표로 사용되기를 기대해 본다.

2. 수면형태 감지 시스템 설계

2.1 수면형태 감지 시스템 하드웨어 구성



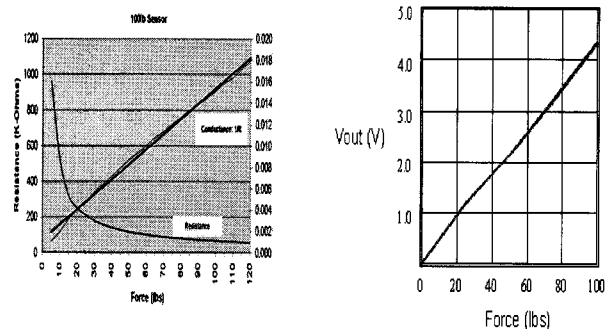
[그림 1] 구성도

본 연구에서 제안된 수면형태 감지 시스템의 전체적인 구성도를 [그림1]에 나타내었다. 본 시스템은 압력센서와 온도센서로 구성된 회로에서 측정된 아날로그 신호 값을 AVR ATmega128의 A/D변환기를 이용하여 디지털 신

호 값으로 변화시키는 것을 기본으로 하고 있다. 하지만 AVR ATmega128의 A/D변환기는 한 개의 신호에만 적용시킬수 없는 단점 때문에 이를 해결하기 위해 ADMUX의 레지스터를 이용한 채널 변경 식을 사용, 다수의 센서 데이터를 A/D로 변환시킴으로 해결하는 동시에 모듈의 크기를 줄일 수 있었다. 그리고 4개의 센서로부터 들어오는 수신을 풀링방식이 아닌 인터럽트 방식을 선택하여 각각 채널의 실시간 데이터 전송에 있어 각각의간섭을 최소화하게끔 하였다.

센서의 측정된 데이터 값을 bluetooth를 이용하여 무선으로 메인 컴퓨터에 전송하게 하였다. 사람 몸(머리, 허리, 발)의 부위별 데이터를 실시간으로 저장하게 하였다. 실시간으로 저장된 데이터는 사람의 수면시간동안에 이루어지는 행동을 인식하고 또한 데이터 값을 그래프로 나타내어 수면패턴 등에 관해 응용되어 질 수 있다.

본 연구에서는 저가격의 시스템 구성을 위해 상대적으로 저가격이면서 구입이 용이한 압력센서와 온도센서를 사용하였다. 일반적으로 용력을 측정하기 위해서 스트레인게이지형의 압력센서를 많이 사용한다. 스트레인 게이지형의 압력센서의 감도는 Wheatstone bridge회로에 공급하는 전압에 (V_{RX}) 비례하는데, $1mV/V_{RX}$ 에 대하여 $200m/s^2$ 정도이다. 또한, 측정범위는 $1m/s^2$ 전후이고, 주파수 범위는 0~1kHz 이내가 일반 스트레인게이지이며, 정적상태에서도 측정이 가능하고, 외부충격에도 강하며, 주파수 응답이 좋고 알고 알려져 있다. 하지만, 이러한 특성에도 불구하고 습기에 대한 오차가 크며, 민감도가 적어 변환 신호가 적어 검출하는데 고가의 장비가 반드시 필요하고, 또한 부작의 어려움등 사용성에 있어 여러 가지 제약점이 많은 단점을 가지고 있다. 본 연구에서는 스트레인게이지 부작 시에 이용하는 본드가 스트레인의 변형을 왜곡시켜 전달하고 불규칙한 본드층이 정밀도를 구현하는데 방해가 된다는점에 착안하여, 개선방법으로 압력센서 FlexiForce A201-1(0-450g)을 사용하여 연구를 수행하였다. 사용된 FlexiForce A201-1(0-450g)은 압력에 따라 전기저항 값이 변화하고, 센서의 민감도가 좋아 적은 압력에도 큰 저항 값의 변화를 갖는다. no-road resistance 일 경우 20MΩ의 저항 값을 갖고 full-road resistance 일 경우 5kΩ 저항 값을 갖는다. 컨덕턴스의 변화와, 출력전압도 선형적으로 시스템 구성에 있어 안정적인 성능이 기대되는 소자이다. 또한 측정에 있어 sensing 범위(9.53mm diameter)도 넓고 온도에 대한 영향도 적을 뿐만 아니라 가격이 저렴하여 본 연구의 목적달성에 있어 가장 적합한 소자로 볼 수 있다. 그림[2]는 FlexiForce A201-1(0-450g)의 압력센서의 저항변화와 압력센서의 전압변화를 나타낸 그래프이다. 그래프에서 나타낸바와 같이 선형특성이 우수한 센서임을 알 수 있다.



[그림 2] 압력센서의 저항변화와 전압변화

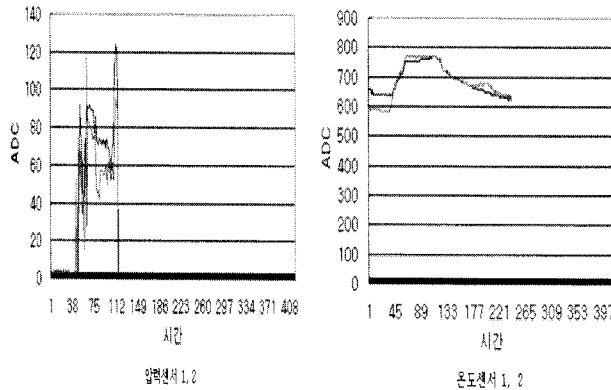
온도센서로는 NTC-5D-9 power thermistor를 사용하였다. Thermistor는 일반적으로 온도측정시에 많이 사용되는 소자로 온도변화에 따른 저항값 변화를 이용하여 온도를 측정하는 원리로 되어 있다. 본 연구에서 사용된 온도센서의 저항값 범위는 30kΩ~360kΩ, 측정 온도 범위는 0°C~120°C을 갖고 25°C일 때 5kΩ을 갖는다.

특히 체온과 같이 한정된 범위에서 온도를 측정 할 경우 thermistor는 다른 온도 센서보다 정확한 출력 값을 보여준다. 또한 A/D변환기만 있으면 디지털 방식으로 thermistor를 읽을 수 있고 가격이 저렴하기 때문에 IC온도센서 보다는 비교우위에 있다고 생각한다.

각 센서에서 측정된 데이터는 Bluetooth를 이용하여 컴퓨터로 무선 전송된다. 컴퓨터가 다른 직렬 인터페이스를 가진 외부기의 데이터를 송수신하기 위해 사용하는 RS-232 인터페이스를 통해 데이터가 전송되어 진다. 일반적으로 컴퓨터내의 장치와 정보교환을 할 경우 통상적으로 고속의 통신속도가 필요해 많은 정보를 빠르게 처리하는 병렬통신방식을 사용하지만 다른 직렬 장치들은 데이터들이 한 번씩 시간의 흐름에 따라 차례로 처리하기 때문에 RS-232를 이용하여 직렬 비트로 변환시킨다. 이렇게 변환된 신호를 하이퍼터미널로 데이터 값을 실시간으로 보내 주면 각각 센서들의 데이터 값을 저장시켜 분석 할 수 있다.

2.2 실험결과 및 분석

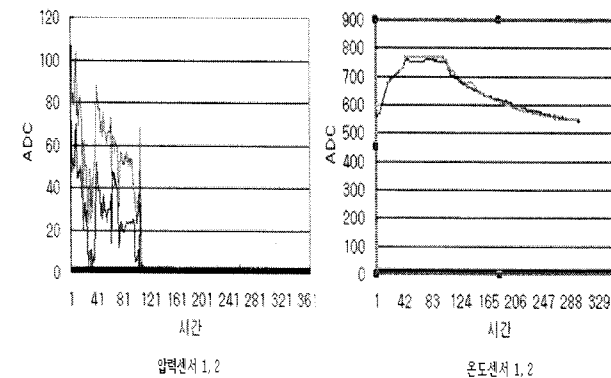
압력센서와 온도센서인 thermistor를 각각 제어부인 AVR ATmega128의 4개의 채널에 연결하여 수면 상태중의 사람의 머리, 허리, 발의 세 부위의 압력과 체온을 실시간으로 측정하였다. 측정 부위를 사람의 머리, 허리, 발을 대상으로 한 것은 인간의 수면 중에 있어 많은 자세의 변화가 일어나며 이러한 자세변화시 신체에 있어 압력을 가장 많이 받고 체압의 변화가 심한 곳이 머리, 허리, 발의 세부분이기 때문이다.



[그림 3] 머리 부분에서의 데이터 값

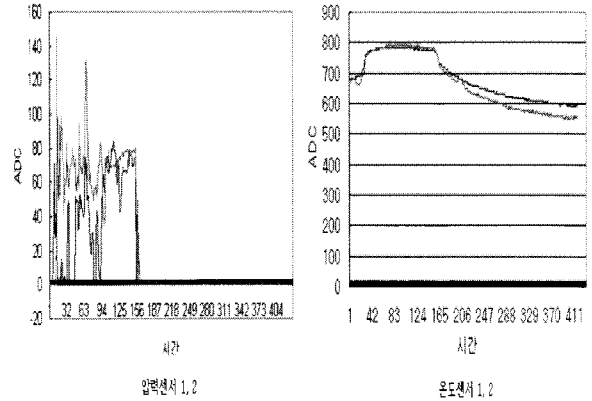
[그림 3]은 수면 상태 중의 머리 부분에서 얻어진 센서들의 데이터 값을 그래프로 나타내었다. 압력센서에 가해진 머리 부분의 압력은 센서 표면에 국지적으로 힘이 가해졌기 때문에 센서의 저항 값들의 편차가 심하다는 것을 알 수 있다.

온도센서에서 얻어진 그래프의 형태는 두상의 형태와 머리카락 등의 영향으로 thermistor의 표면이 정확하게 접촉이 되지 않아 다른 두 부위에서 얻어낸 그래프의 파형과 다른 약간의 오차가 생겼다. 이러한 오차는 약간의 흔들림으로 추정된다.



[그림 4] 허리 부분에서의 데이터 값

[그림 4]는 허리 부분에서 얻어진 센서의 데이터 값을 파형으로 보여주고 있다. 압력센서의 파형의 특성은 센서 표면에 전반적이고 강한 압력이 가해졌음을 알 수 있다. 또한 수면 중에 일드러서 혹은 바로 누워서 수면을 취하는지의 형태를 파악 할 수 있다. 온도센서의 데이터 값의 파형은 센서표면이 정확하게 피부와 접촉되어 사람의 체온을 기준으로 잡은 Ref.의 저항 값과 크게 다르지 않음을 보여주고 있다.



[그림 5] 발 부분에서의 데이터 값

[그림 5]은 수면 중에 가장 많은 움직임을 보인 발 부분의 센서데이터 값의 그래프이다. 압력센서의 그래프에서는 센서 저항 값의 최대값과 최소값의 변화가 가장 심했고 온도센서의 그래프에서는 일정한 수면 시간이 지난 뒤의 데이터 값의 편차가 심해 움직임이 가장 많은 부분으로 측정할 수 있었다.

3. 결 론

본 연구에서는 압력센서와 온도센서를 이용한 저가격의 수면형태측정시스템을 설계하고 그 유효성에 대한 평가를 하였다. 기초적인 데이터의 수준이지만 제한한 시스템이 유효하다는 기초평가가 가능하다고 생각된다. 또한 압력센서와 온도센서를 통해 얻은 데이터를 bluetooth를 이용해 전송함으로써 수면 중에 일어날 수 있는, 몽유병 같은 수면장애나 감기, 고열 등의 응급상황을 실시간으로 감지 할 수 있는 효율적인 모니터링 시스템의 구축가능성도 확인 할 수 있었다. 향후 제안된 시스템의 센서의 효율적인 배열과 데이터의 정확도를 높이기 위한 노력, 획득된 데이터를 바탕으로 수면형태를 어떠한지 구축시키는 등의 연구를 진행하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 유미경, "제가노인의 수면에 관한연구", 여성건강, 제8권 1호, pp23-58, 2007
- [2] 마이클 로이켄, 유태우 역, "내 몸 사용설명서", 김영사, pp11-15, 2007
- [3] 박현수, "청소년, 성인, 노인의 수면의 질과 수면 방해 요인 비교", 정신간호학회지, 제9권 제4호, pp429-432, 2000
- [4] 김진선, "수면자세 인식을 위한 체압분포의 활용", 대한산업공학회/한국공업경영학회 '99 추계공동학술대회 논문집, pp469-472, 1999
- [5] 조원식, "가속도센서를 이용한 운동량 측정기기 연구", CICS 07 논문집, pp 97-98, 2007