

2022 한국정보과학회  
학술심포지움 논문집

유비쿼터스 컴퓨팅과 웹 정보기술

Proceedings of UCWIT 2022

Ubiquitous Computing and Web Information Technology  
Kyungpook National University, Dec. 2-3, 2022

제15권 제2호

일시: 2022. 12. 2. (금) ~ 2022. 12. 3.(토)

장소: 경북대학교

주최: 사단법인 한국정보과학회

주관: 한국정보과학회 영남지부, 경북대학교 지능융합 소프트웨어 교육연구단,  
경북대학교 소프트웨어기술연구소



한국정보과학회

KOREAN INSTITUTE OF INFORMATION SCIENTISTS AND ENGINEERS



경북대학교

KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY



BrainKorea<sup>FOUR</sup>21



소프트웨어기술연구소  
SoftWare technology Research Center

# 아두이노를 이용한

## 무호흡 감지 및 증상 완화 모듈 설계 및 구현

김대영, 서민석, 이현로<sup>0</sup>, 김동균\*,이유락\*

E-mail: eodud5730@naver.com, tjaltjr111@naver.com, youro0007@naver.com,  
dongkyun@knu.ac.kr, lee2200@knu.ac.kr

### Design and Implementation of Apnea Detection and Symptom Relief Module, using Arduino

DaeYoung Kim, MinSeok Seo, HyeonRo Lee<sup>0</sup>, DongKyun Kim\*

(Dept. of Computer Science Engineering, Kyungpook National University), (주)조은캠프 YouRak Lee\*

#### 요 약

잠을 자는 도중 일시적으로 숨을 멈추는 현상인, 수면 무호흡증 환자가 최근 급증하고 있다. 무호흡 상태가 지속될 경우 산소 부족으로 인한 뇌 손상으로 치매, 뇌졸중 등의 합병증을 초래할 수 있다. 본 논문에서는 아두이노 생체신호 감지 모듈을 사용하여 수면 중 무호흡 증상을 감지하고, 진동이나 작은 소리를 통해 무호흡 증상을 멈추고자 한다. 나아가 진동이나 작은 소리로 막을 수 없는 경우, 스마트폰을 통해 보호자나 병원에 알려 즉각적인 조치를 받도록 돕는다.

## 1. 서 론

잠을 자는 도중 일시적으로 숨을 멈추는 현상인, 수면 무호흡증 환자가 최근 급증하고 있다. 국민건강보험공단으로부터 제출받은 자료에 따르면 수면 무호흡증 진료환자는 2015년 2만 9255명에서 2019년 8만 6006명으로 5만 6751명(194%)이 급증했다고 한다.[1]

10초 이상 호흡을 멈추는 증상을 무호흡이라고 하는데, 이 증상이 지속될 경우 산소 부족으로 인한 뇌 손상으로 치매, 뇌졸중 등의 합병증을 초래할 수 있다. 이외에도 심정지에 의한 돌연사도 발생할 수 있는데, 수면 중 무호흡이 염증을 발생시켜 고혈압, 관상동맥 질환, 심부전 등을 증가시키고 이로 인해서 사망까지 발생할 수 있다는 것이다.

이러한 수면무호흡의 발생원인에는 크게 두 가지가 있다.

먼저, 수면 중에는 근육들이 이완되어 늘어지기 때문에 부분적으로 공기 통로가 좁아지는데, 기도 부위의 과다한 근육 이완이나 기타 원인으로 인해 공기 통로가 일시적으로 완전히 막혀, 수면무호흡이 발생할 수 있다.[2]

두 번째 경우 뇌간이라는 뇌의 일부에서 호흡 조절에 문제가 있을 때 발생한다. 즉, 호흡에 관여하는 신경이 일시적으로 기능을 하지 않기 때문에 숨 쉬려는 노력을

하지 않게 되는 것을 말하는 것이다.[3] 따라서, 자극을 통해 뇌를 활성화하여 호흡을 유도하는 과정이 필요하다.

그래서, 본 연구에서는 아두이노 생체신호 감지 모듈을 사용하여 수면 중 무호흡 증상을 감지, 진동 및 소리를 통해 뇌 신경을 자극하여 자발적인 호흡을 유도하고자 한다. 나아가 여러 자극에도 여전히 호흡 반응이 감지되지 않을 시, 스마트폰을 통해 보호자나 병원에 알려 즉각적인 조치를 받을 수 있게 한다.

## 2. 시스템 구성

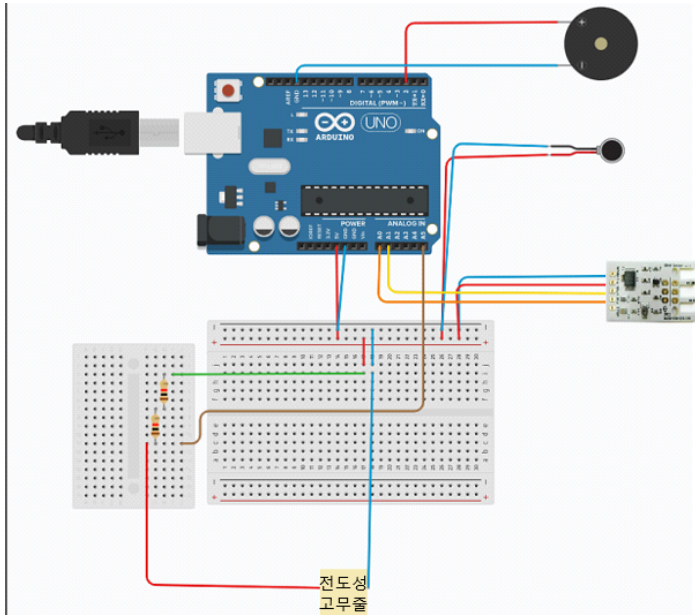
### 2.1 아두이노 구성

전체적인 구성은 아두이노 Uno R3 보드에 호흡 감지 센서, 호흡 유도 장치, HTTP 통신을 위한 WIFI 모듈을 연결하였다.

호흡 감지 센서에는 바람 센서(ZAS-MD-0550), 장력 센서(전도성 고무줄)가 있다. 바람 센서를 통해 코나 입을 통한 호흡 유무를 판단한다. 장력 센서를 이용하여 들숨, 날숨에 의해 배가 부푸는 정도, 즉 장력 센서 값의 변화량을 추적하고, 이를 통해 호흡 유무를 판단한다.

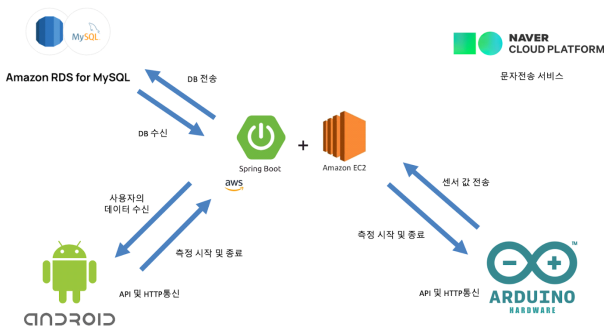
호흡 유도 장치로는 진동 모터(DM159), 피에조 부저(DM657)를 사용하였다.

WIFI 통신 모듈은 esp8266 esp-12e uart를 사용하였다. 이를 통해 사용자 정보를 받고, API호출 및 아두이노 측정값을 서버로 전송한다.



[그림1] 아두이노 회로도

## 2.2 서버 및 웹 페이지 구성



[그림2] 아두이노 및 서버 구성도

웹서버로 자바 기반 프레임워크인 Spring Boot를 사용하며, 아마존 웹 서비스 중 가상 컴퓨터(EC2) 인스턴스를 통해 서버 배포를 진행한다. 아두이노와 HTTP 통신을 진행하고, JPA를 사용하여 MySQL과 연동을 진행한다.

아두이노로부터 센서값을 HTTP 통신 및 API 통신을 통해 받고, 이를 DB에 저장하고자, MySQL을 사용한다. 웹 페이지는 자바 서버 템플릿 엔진인 mustache를 통해 구현한다.

웹 페이지를 통해 사용자는 아두이노의 측정 시작과 종료를 진행할 수 있고, 네이버 클라우드 플랫폼 SMS API를 통해 응급상황 시 자동 문자메시지 전송이 진행된다.

또한, 사용자 개인만의 수집된 데이터로 수면무호흡 측

정 현황을 보여주는 개인 페이지를 구성하고, 로그인 및 세션을 관리하고자 Spring Security를 사용한다.

## 2.3 안드로이드 애플리케이션 구성

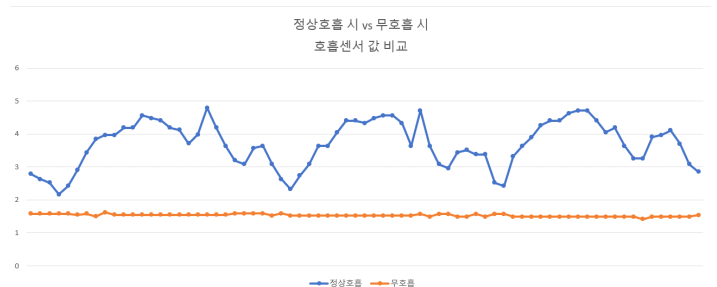
안드로이드는 웹 뷰를 통해 웹페이지를 띄워준다. 반응형 웹을 사용하여 사용자의 기기에 맞는 웹페이지를 구성하여 준다. 사용자는 로그인 및 회원가입, 마이페이지를 통한 측정 데이터 및 그래프 보기, 아두이노 측정을 시작하기 위한 측정 시작 및 종료 버튼, SMS API를 위한 설정 페이지를 구현하였다.

## 3. 구현 및 실험 결과

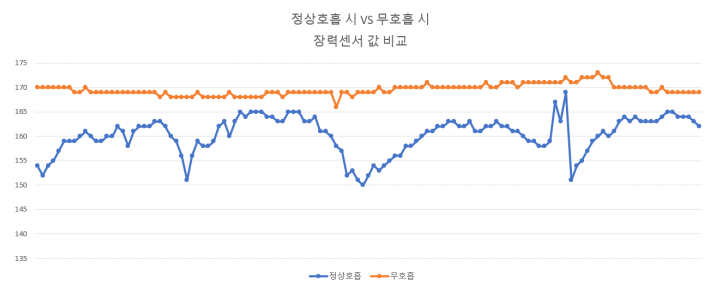
먼저 사용자의 호흡 패턴을 파악하기 위해 초기 측정을 진행한다. 초기 측정을 진행하는 이유는 호흡량(바람센서값)과 그에 따른 복부의 팽창도(장력센서값)는 사람마다 제각각 다르기 때문이다.

측정은 수시로 변화하는 호흡을 보다 정확하게 측정하기 위해 0.1초마다 진행한다.

아래 그림2와 그림3은 센서를 착용하고 측정한 호흡센서 및 장력센서 변화 그래프이다.



[그림3] 호흡 센서값 비교(정상 호흡 vs 무호흡)



[그림4] 장력 센서값 비교(정상 호흡 vs 무호흡)

두 그래프의 값을 보면 정상 호흡 시 들숨과 날숨에 따라 값의 변화가 규칙적인 패턴으로 나타남을 볼 수 있다. 이를 기반으로 무호흡을 판단하는 기준값을 정하였다.

호흡 센서의 경우, 정상적인 호흡 시에는 2~5mph, 무호흡 시에는 0~2mph 사이의 값이 나타난다. 호흡에 따른 바람의 세기를 측정했기 때문에 단순히 최소 호흡 기준값만 넘으면 호흡이 이루어졌다고 판단한다. 그 기준값은 정상호흡 시의 호흡량을 기반으로 정해지며, 다음과 같다.

$$P = \sum_{i=1}^n B/n \times 0.8$$

[그림4] 호흡 센서 기준값 수식

P는 호흡판단 기준값이고, B는 호흡 센서값, n은 초기 측정 표본 수를 의미한다. 초기 호흡량 측정 결과의 평균에 0.8을 곱한 값을 기준값으로 지정했다. 보통 호흡량의 40% 정도라고 볼 수 있다.

장력 센서의 경우, 0에서 1023 사이의 아날로그 값이 센서값으로 출력되는데, 정상적인 호흡 시에는 150~170의 값이 나타난다. 호흡을 판단하는 데 있어서 복부 팽창도는 단순히 그 값의 크기가 아닌 변화량이 중요하다. 그렇기 때문에 호흡 센서의 기준값과 달리 값의 고저, 즉 변화량에 주목하였고 그 기준은 다음과 같다.

$$P = (Max + Min) \times 0.4$$

[그림5] 장력 센서 기준값 수식

P는 호흡판단 기준값이고 Max는 측정구간의 최댓값, Min은 측정구간의 최솟값을 의미한다. 기준값은 보통 호흡 변화량의 40%로 지정했다. 매 측정 시 버퍼(저장공간)에 센서값을 저장해두고, 그 변화량이 초기 측정 시 설정된 기준값, 즉 평균 호흡량의 40%를 넘지 못하면 무호흡이라고 판단한다.

이러한 기준을 바탕으로 무호흡 지속시간을 측정하고, 무호흡이 얼마나 오래 지속되는지에 따라 위험도를 3단계로 나누었다. 이때, 호흡 센서와 장력 센서 두 센서가 동시에 측정을 진행하고, 둘 중 하나라도 위험을 감지하면 다음과 같은 조치를 취한다.

무호흡 지속시간이 10초 이상일 경우 위험도 1에 해당하며, 진동 자극으로 사용자의 호흡을 유도한다. 지속시간이 15초 이상인 경우 위험도 2 상황이며, 소리 자극을 통해 호흡을 유도한다. 지속시간이 30초를 넘어가면 위험도 3단계가 되고, HTTP 통신을 통한 서버로의 API 호출을 통해 보호자에게 긴급 문자 알림이 가도록 구현했다.

측정 종료 시, 수면 중 감지된 총 무호흡 횟수를 사용자

데이터베이스에 저장하여 추후 앱을 통해 확인할 수 있다.

## 4. 결 론

아두이노를 이용하여 무호흡 증상을 감지하고 증상 완화를 돕는 IoT 생체신호 감지 모듈을 설계 및 구현해보았다. 본 시스템은 병원이 아닌 집에서, 단순히 무호흡 감지뿐만 아니라 즉각적인 조치가 이루어진다는 점에서 의미가 있다.

하지만 아두이노 센서가 인체 친화적이지 않아 착용에 다소 불편함이 있고, 실제로 본 시스템이 수면 무호흡증 환자들의 증상 완화에 유의미한 영향을 주는지에 대한 결과분석이 제대로 이루어지지 않았다는 한계가 있다.

따라서 착용하기 편한 센서 개발 및 개선과 함께, 수면 무호흡 환자들을 대상으로 한 결과분석 실험이 향후 연구의 주제가 될 것이다.

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음" (2021-0-01082)

# UCWIT2022



06704 서울특별시 서초구 방배로 76, 401호 (방배동, 머리재빌딩)  
전화 1588-2728 팩스 02-521-1352  
<http://www.kiise.or.kr> [kiise@kiise.or.kr](mailto:kiise@kiise.or.kr)