생체신호를 기반으로 한 감정 관리 어플리케이션

이동해, 박수민, 이슬기
부경대학교 의공학과
e-mail:ldonghae320@gmail.com, tnlas030980@gmail.com,
seulgilee8@gmail.com

An application of emotion management based on bio-signals

Dong-Hae Lee, Sumin Park, Seulgi Lee
Dept of Biomedical Engineering, Pukyong National University

요 약

보건복지부「2016년도 정신질환실태 역학조사」에 따르면 성인 4명 중 1명 이상이 평생 한 번 이상 정신건강 문제를 경험하는 것으로 밝혀졌다. 이에 본 연구는 잦은 우울감을 느끼는 현대인들이 스스로 감정 상태를 파악하고 예방할 수 있도록 아두이노(Arduino)와 앱인벤터를 통해 사용자의 뇌파, 심전도, 온도 등 생체신호를 지속적으로 측정하는 어플리케이션을 구현하였다.

1. 서론

보건복지부 「2016년도 정신질환실태 역학조사」에 따르면 정신질환 평생 유병률은 25.4%, 일 년 유병률은 11.9%로 성인 4명 중 1명 이상이 평생 한 번 이상 정신건강문제를 경험하고 있는 것으로 밝혀졌다.

대표적인 질환으로는 주요우울장애(우울증)가 있으며 이는 마음의 감기라고 표현될 정도로 누구에게나 나타날 수 있지만 질환에 대한 인식부족과 부정적인 사회적 시선 때문에 방치하는 경우가 많다. 이를 방치할 경우 증상은 더 심해지고 일상생활, 또는 학업이나 직업상의 업무를 수행하는 데 있어서 문제가 되기 때문에 초기에 발견하고 관리하는 것이 중요하다.

그러므로 본 연구에서는 잦은 우울감을 느끼는 현대인들이 스스로의 감정 상태를 간단하게 파악하고 예방할 수 있도록 하고자 지속적으로 생체신호를 측정하는 어플리케이션을 고안하였다.

2. 생체신호

생체신호란 인체에서 측정되는 신호로 인체의 에너지나 정보를 보유하고 있는 전기적인 신호를 말한다. 생체신호의 종류로는 심전도(electrocardiogram, ECG), 뇌파(electroencephalogram, EEG), 근전도(electromyogram, EMG), 피부전도도(galvanic skin response, GSR), 피부 온도(skin temperature, SKT), 안구 전도(Electrooculography, EOG), 맥파(photoplethysmography, PPG)등이 있다.

이 중 본 연구에서 측정한 뇌파는 중추신경계의 반응을 통해, 심전도와 피부의 온·습도는 자율신경계의 반응을 통해 생체신호로 나타난다.

자율신경계는 교감신경과 부교감신경으로 구성되는데 이들 중 한쪽이 촉진되면 다른 쪽은 억제되는 길항작용을 한다. 교감신경계의 경우 흥분하거나 긴장된 상태에서, 부교감신경은 안정적인 휴식상태에서 반응 한다.

2-1. 피부 온도 및 습도

신체가 긴장된 상황에서는 주로 손바닥이나 목덜미, 귀 뒷부분에 땀이 나며, 체온 및 신체 특정 부위의 온도변화가 나타난다. 특히 정신질환을 겪는 사람의 경우 신체 온도가 평균온도보다 낮은 저체온증을 보인다.

2-2. 심전도

심전도(Electrocardiogram, ECG)는 정해진 시간에 심장의 전기적 활동을 해석하는 것으로 심장의 박동에 따라 심근에서 발생하는 활동 전류를 체표면의 적당한 2개소로 유도해서 전류계로 기록하며 이를 통해 얻은 심근 활동전류의 기록을 심전도라고 부른다.

심전도 장비는 심근이 각 심장박동마다 탈분극 할 때, 피부에서 감지되는 미세한 전기 신호를 검출하고 증폭시키는 장치이다. 휴식기에는 각 심근 세포들은 음전하를 띠고 있고, 이것을 막 전위라고 부른다. 이 음전하는 Na+ and Ca++과 같은 양이온의 유입 때문에 0을 향해 감소하는데 이를 탈분극이라고 하고, 수축하게 만든다. 각 심장박동 동안, 건강한 심장은 동방결절에서 나온 신호로부터 심실 전체로 퍼져나가는 질서 있는 탈분극 파형을 가진다. 두 개의 전극에 의해 감지되는 작은 전압의 파형은 곡선의 형태로 스크린이나 종이에 나타난다. 이 파형이 전체적인 심장의 리듬을 나타내어 준다.

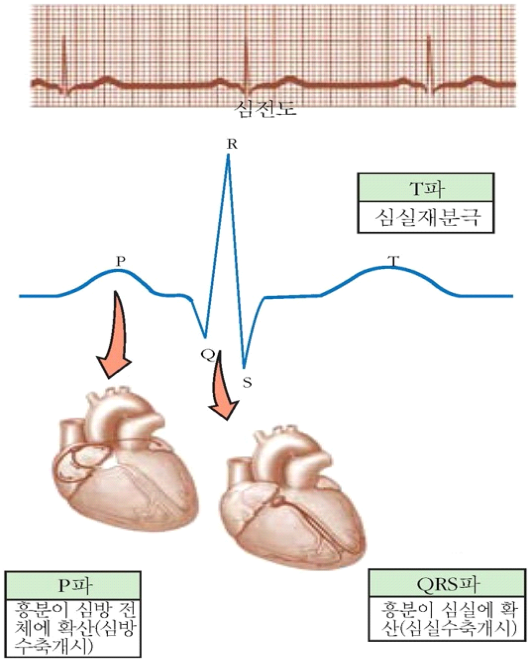

그림1. 흉부유도전극 심전도 사진 및 각 파장의 의미

심전도는 심장박동의 비율과 일정함을 측정하는 데 사용할 뿐만 아니라, 심장의 크기와 위치, 심장의 어떠한 손상이 있는지의 여부, 그리고 심박조율기와 같이 심장을 조절하는 장치나 약과 같은 효과를 보기 위해 사용된다.

2-3. 뇌파

뇌파는 두뇌를 구성하는 신경세포들의 전기적 활동을 두피에서 전극을 통해 간접적으로 측정할 수 있는 전기신호이다. 일반적으로 뇌파신호는 주파수 또는 진폭으로 분류되며 대표적으로 Delta wave, Theta wave, Alpha wave, Beta wave, Gamma wave로 총 다섯 개의 파형이 있다.

EEG Indicator	Frequency Definition	State
Delta wave	0.1-3Hz	Deep Sleep
Theta wave	4-7Hz	Sleep
Alpha wave	8-12Hz	Awake, Relax
Beta wave	13-30Hz	Tension, Excitement, Stress
Gamma wave	30-50Hz	Anxiety, Nervous, Stress

표1. EEG indicators

3. 아두이노 연결

Main Component	name
아두이노 보드	Arduino Uno R3
온습도 센서	DHT11 Sensor
심장박동 센서	MAX30105 Sensor
뇌파 센서	TGAM Brainwave Sensor
블루투스 모듈	HC-06 Bluetooth Module

표2. Arduino main components

- 심장박동 센서

MAX30105를 탑재한 센서로 세 개의 LED (빨강 LED, 초록 LED, IR LED)와 매우 민감한 detector가 있어 LED를 번갈아 펄스 신호를 주고 반사되어 돌아오는 패턴에 기반을 두어 근접거리, 심장박동, 입자 검출을 할 수 있는 센서이다. 심장이 펌프질할 때 혈류가 증가하며 피부 아래의 혈액을 운반하는 모세관이 팽창되기 때문에 이를 IR LED와 detector로 신호를 감지한다.

시리얼플로터로 심장의 움직임을 나타낼 수 있지만, 시리얼플로터와 시리얼모니터를 함께 사용할 수 없으므로 심장의 움직임보다 분당 심박수(BPM)에 초점을 두기로 한다.

BPM은 IR LED에서 신호를 주고 detector에서 받아들이는 시간 간격을 밀리 세컨드(ms)로 측정하여 계산한다.

- 뇌파 센서

본 연구에서 뇌파측정을 위해 TGAM Brainwave Sensor를 사용하였다. 이는 PC나 스마트폰을 사용해 뇌파 데이터를 읽어볼 수 있다는 장점이 있어 높은 접근성을 가지고 있다.

TGAM Brainwave Sensor로부터 신호를 받아들이고 분석하기 위해 데이터 수집은 물론이고 그래프나 영상 이미지로 EEG 신호를 나타낼 수 있다는 장점이

있는 LabVIEW 소프트웨어가 사용되었다.

센서를 통해 뇌파 수집 시, 전자기 및 움직임에 의해 노이즈(noise)가 다량 발생하기 때문에 signal processing과정에서 FFT(Fast Fourier Transformation) 함수를 사용해 1-50㎶ 수준의 미약한 뇌파 신호 등과 같은 본래의 목적에 부합하지 않는 신호를 제거하였다.

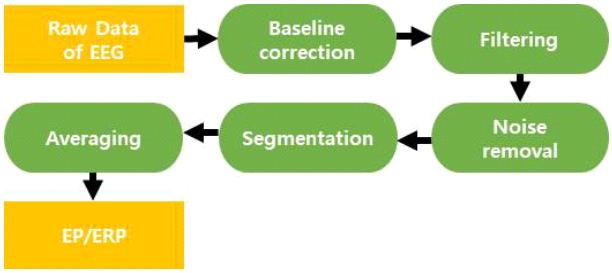

그림2. EEG 신호의 signal processing 과정

위 그림과 같은 과정으로 LabVIEW 프로그램을 이용해 센서로부터 읽은 데이터를 처리해 주었다.

EEG 센서로부터 raw 데이터를 받아들인 후 baseline correction(기준선 조정)을 통해 raw data에 비해 신호를 깔끔하게 만들어주었다. 기준선이 조정된 신호에 필터를 적용시켜 신호의 노이즈(noise)를 제거해 주었으며, 이를 파트 별로 분할시키고 평균값을 구해 사용자에게 값이 나타날 수 있도록 설계하였다.

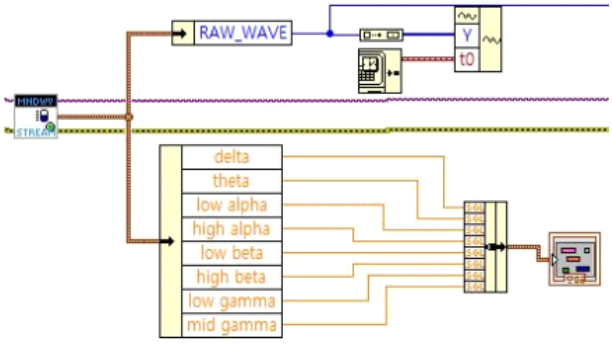

그림3. LabVIEW에 사용된 함수 및 기능

신호 처리가 안 된 데이터를 받아들여 delta, theta, (low / high) alpha, (low / high) beta, (low / mid) gamma 필터를 통해 뇌파 신호를 쉽게 살펴볼 수 있도록 처리해주었다. 이렇게 처리된 데이터들을 엑셀 파일로 저장하여 어플리케이션에서 뇌파의 상태를 확인할 수 있도록 설계했다. 그리고 각 파형이 가지는 주파수에 따라 파형이 표기되도록 하여 사용자가 자신의 상태를 쉽게 파악할 수 있도록 디자인했다.

4. 어플리케이션 제작

본 연구에서는 각 센서를 사용해 생체 신호를 읽어들인 후 이로부터 받은 데이터를 실시간으로 확인할 수 있도록 어플리케이션을 제작하였다.

어플리케이션은 앱인벤터를 사용해 제작되었으며, 이는 MIT가 관리하는 오픈소스 앱메이커로, 구글 계정을 보유하고 있으면 누구나 접근 및 제작을 할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 앱인벤터로 개발한 어플리케이션은 구글 플레이에 쉽게 업로드가 가능하므로 높은 접근성을 가지고 있다 할 수 있다.

어플리케이션 제작에 사용된 프로그램 코딩의 흐름은 아래 그림의 흐름도(flowchart)와 같이 작성되었다.

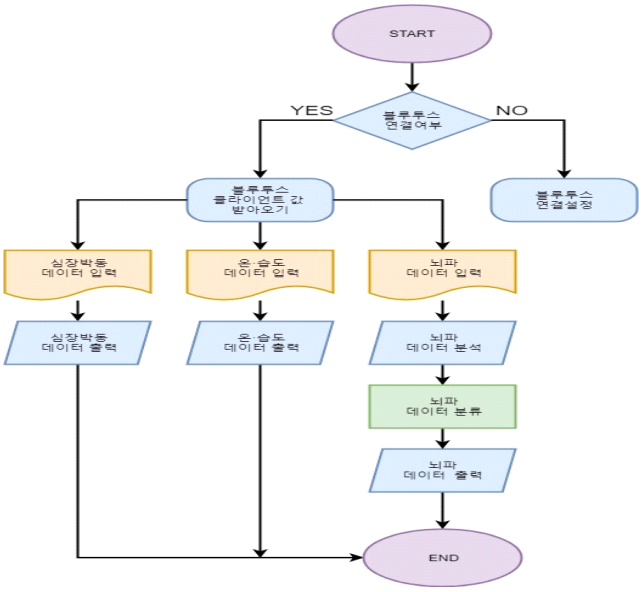

그림4. 어플리케이션의 흐름도(flowchart)

먼저, 어플리케이션에 접속 시, 블루투스 연결 여부를 확인하는데 연결이 되어있지 않으면 알림창이 나타나고 직접 블루투스 연결을 설정할 수 있다. 새로운 기기를 사용하여 최초 연결 시 Tiny DB라는 저장소에 블루투스 정보(주소)를 저장하여 다음 접속 시에는 같은 기기가 자동으로 연결될 수 있도록 해준다. 또한 자동으로 블루투스가 연결될 경우, 간혹 오류가 발생하는 경우 또는 연결이 약해지는 상황이 생길 수 있어 사용자에게 이를 알려주고자 오류 메시지를 사용자에게 알려주는 기능 또한 추가하였다. 그렇기에 최근에 연결한 블루투스의 경우에는 사용자가 별도의 접속 및 연결 설정 없이 기기와 어플리케이션을 연동시킬 수 있으며 쉽고 빠르게 사용할 수 있다.

블루투스 연결이 완료되었다면 블루투스 클라이언

트 값을 활용하여 심장박동, 온·습도, 뇌파 센서를 통해 데이터를 받아들인다. 심장박동과 온·습도의 경우에는 받아들여진 값을 그대로 출력한다. 그리고 뇌파의 경우에는 앞서 언급한 것처럼 뇌파에 대해 잘 알지 못하는 사람의 경우에는 한눈에 보기 어렵다는 특징을 고려해 한 번 더 데이터를 분류해 주파수 형태로 나타나도록 프로그래밍하였다. 뇌파를 분류 시 사용되는 주파수 범위에 대한 표를 화면 상단에 띄워 사용자가 쉽게 확인할 수 있도록 디자인하였다.

이 모든 과정을 마치게 되면 사용자가 쉽게 자신의 생체신호를 확인할 수 있다. 이후로는 실시간으로 데이터를 분석 및 출력할 수 있도록 프로그래밍 되어 있어 사용자가 지속적으로 생체신호를 관찰할 수 있다.

어플리케이션의 실행화면은 다음과 같다.

이는 블루투스가 연결되었을 때, 심장박동과 온·습도, 그리고 뇌파의 상태를 나타내는 화면이다.

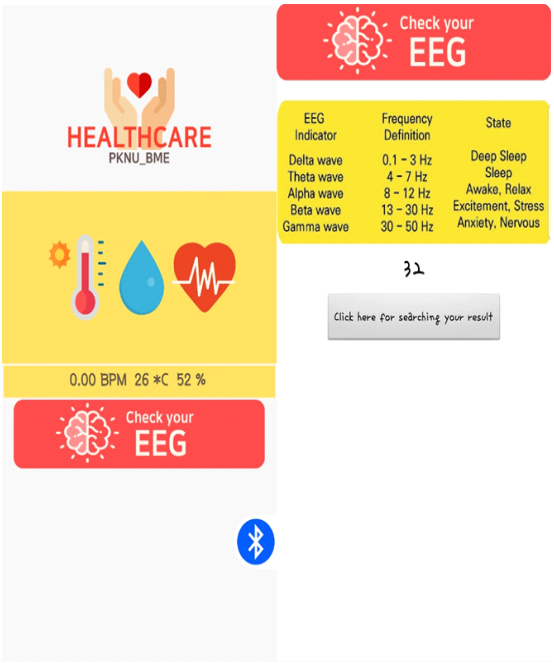

그림5. 어플리케이션의 실행화면

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 아두이노 Uno 보드와 생체신호를 측정하는 센서, 그리고 블루투스 모듈을 이용하여 장치를 설계하고, 앱인벤터를 사용해 실시간으로 안드로이드 어플리케이션에서 확인할 수 있도록 구현하였다. 향후에는 어플리케이션과 함께 사용할 수 있는 웨어러블 기기를 제작하고, 사용자가 감정 상태를 좀 더 잘 파악할 수 있도록 생체 신호 데이터와 분석에 대한 연구를 지속적으로 해나갈 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2019년도 동남권 이공계 여성인재 진출 및 활용촉진사업단의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] Roger S. Pressman "Software Engineering A Practltiners' Approach" 3rd Ed. McGraw Hill

[2] Norizam Sulaiman, Cheng Chee Hau, Amran Abdul Hadi, Mahfuzah Mustafa, Mo Sha, "Interpretation of human thought using EEG signals and LabVIEW," 2014 IEEE ICCSCE, 2014

[3] Tina Thomas, Mareena James, Roshmi Rose Shaji, Binu C Pillai, "Interpretation of Human Stages from EEG signals using LabVIEW", IJARCCE, Vol.5, Issue 3, March 2016

[4] Hyun-ju Lee, Dong-il Shin, Dong-kyoo Shin, "The Classification Algorithm of User' Emotion Using Brain-wave", J-KICS 14-02 Vol.39C No.02, 2014

[5] KHALEEL ALHALASEH, HASSAN MIGDADI, RANIA AL HALASEH Y, MOHAMMAD AL-GARA, "HOME AUTOMATION APPLICATION USING EEG SENSOR", Proceedings of 98th THE IRES International Conference, Antalya, Turkey, 21st - 22nd January, 2018

[6] Parthana Sarma, Prakash Tripathi, Manash Pratim Sarma, Kandarpa Kumar Sarma, "Pre-processing and Feature Extraction Techniques for EEG-BCI Applications- A Review of Recent Research", Sarma, AJET, ISSN: 2348-7305, Volume5(2016), page number 0051604(8PP)