

# 근전도 기반 근육 재활을 위한 LED 피드백 시스템에 관한 연구

심민경, 김상대

순천향대학교 의료IT공학과

minkyoun.g.shim03@gmail.com, [sdkim.mie@sch.ac.kr](mailto:sdkim.mie@sch.ac.kr)

## A Study on the LED feedback system for muscle rehabilitation based on electromyography

Minkyoun Shim, Sangdae Kim

Dept. of Medical IT Engineering, Soonchunhyang University

### 요약

본 논문은 아두이노와 근전도 센서를 활용하여 개발한 재활 근육 측정 시스템을 소개하고, 그 효과를 실험적으로 검증한다. 이 시스템은 사용자의 근육 활동을 실시간으로 측정하고, LED의 색상 변화를 통해 시각적 피드백을 제공함으로써 재활 운동의 정확한 수행을 지원한다. 측정된 데이터는 CSV 파일로 저장되어, 재활 치료의 질을 향상시키고 맞춤형 치료 계획을 수립하는 데 기여할 수 있다. 연구 결과는 이 시스템이 환자의 효과적인 재활을 지원한다는 것을 확인시켜 준다. 본 연구는 재활 치료 방식에 대한 새로운 시각을 제공하고, 환자의 일상 생활로의 복귀에 중요한 기여를 할 것으로 기대된다.

### I. 서론

최근 국립재활원 통계정보에 따르면, 재활학과의 진료 및 재진 환자의 수가 다른 과에 비하여 높고, 점차 증가하는 추세이다.

재활 운동은 손상으로 인해 저하되었던 신체 활동 기능을 향상시키는 부분에서 결정적인 역할을 수행한다.

예를 들어 뇌졸중은 우리나라에서 사망률이 높은 질환 중 하나로 꼽히며, 이로 인한 후유증 또한 심각한 사회적 및 개인적 문제를 일으킨다. 뇌졸중으로 인한 신체 기능의 손상은 환자의 일상생활에 큰 제약이 가하며, 이를 극복하기 위한 재활 치료의 중요성이 강조되고 있다. 특히, 근력 재활은 뇌졸중 후유증을 최소화하고, 신체 기능을 회복하기 위해 필수적인 요소로 인식되고 있다.

재활 치료는 병원과 같은 재활 기관에 방문하여 꾸준한 치료가 필요하지만, 꾸준히 방문이 어려운 경우 온라인 및 오프라인에서는 개인이 집에서 재활 운동을 시도하는 다양한 콘텐츠를 확인할 수 있다. 가령, 뒤꿈치 끌기 운동과 같은 근육 활용 재활 운동 있다. 그러나, 이러한 운동이 올바르게 진행되고 있는지 개인이 스스로 판단하기는 어렵다. 따라서, 정확한 운동 수행과 개선을 위한 피드백이 필요하다.

따라서, 본 논문에서는 근전도 센서를 이용한 아두이노 기반 재활 측정 시스템을 제안한다.

실험 결과, 제안 시스템을 통해 환자 개인은 제한적인 환경에서도 올바르게 효과적인 재활 치료 및 평가를 받을 수 있음을 확인하였다.

### II. 본론

본 논문에서는 근전도 모듈과 아두이노를 사용하여 사용자의 근육 활동을 측정하여 LED를 통해 시각적 피드백을 제공하는 시스템을 설명한다.

### II-1. 시스템 구성요소

본 시스템은 아래와 같은 요소로 구성된다.

- 아두이노
- PSL-iEMG2 근전도 모듈
- LED

위의 구성요소는 PSL-iEMG2 근전도 모듈은 근육의 포락선 신호를 함께 측정하며 아두이노에서 값을 받아, 파이선과 LED로 입력값을 나타내며 시스템을 구성한다.

### II-2. 시스템 동작 과정

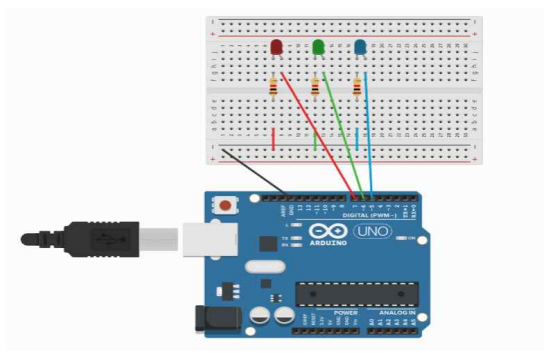
본 절에서는 사용자의 근육 활동을 측정하는 시스템의 동작 과정에 대해 설명한다.

```
if (blueLedState) { //LED 실행되었을때
    int reading0 = analogRead(analogPin0);
    int reading1 = analogRead(analogPin1);
    float Voltage0 = (float)reading0 / 1023 * 5;
    float Voltage1 = (float)reading1 / 1023 * 5;
    String str = String(Voltage0, 3) + "," + String(Voltage1, 3);
    Serial.println(str); //원래 제공된 코드
}

if (Voltage > 1.68) {
    digitalWrite(greenLedPin, HIGH); // 초록색 LED 켜기
    digitalWrite(redLedPin, LOW); // 빨간색 LED 끄기
} else {
    digitalWrite(greenLedPin, LOW); // 초록색 LED 끄기
    digitalWrite(redLedPin, HIGH); // 빨간색 LED 켜기
}
} else {
    digitalWrite(greenLedPin, LOW); // 파란색 LED가 꺼져 있을 경우, 초록색 LED도 꺼져 있어야 함
    digitalWrite(redLedPin, LOW); // 파란색 LED가 꺼져 있을 경우, 빨간색 LED도 꺼져 있어야 함
}
}
```

[그림1] 근전도 측정 모듈

파란색 LED가 켜져 있는 상태를 가정한다고 했을 때 두 개의 아날로그 핀에서 전압값을 읽어 들여 전압값은 0에서 1023 사이의 값으로 아날로그 신호를 디지털 값으로 변환한 결과로 이 값은 실제 전압값으로 변환되어야 한다. 이는 0에서 5V까지의 범위로 계산되며 변환된 전압값은 소수점 아래 세 자리까지의 정밀도로 문자열 형태로 결합하여 출력한다. 이를 통해 다른 사용자는 실시간으로 두 전압값의 변화를 알 수 있다. 이후, voltage1의 값이 사용자가 지정해 둔 V(볼트)를 초과하는지에 따라 조건이 수행된다. 위 과정의 결과로, 아두이노를 이용하여 사용자에게 근육 사용 목표 달성을 LED로 시각화하여 알려준다. 아두이노의 구성은 [그림2]로 나타내었다.



[그림2] 아두이노 LED 회로도

아두이노의 구성은 [그림2]에서 확인할 수 있다. 근육의 목표 사용량을 달성했는지는 LED의 색상 변화를 통해 알려진다. 근육측정이 시작될 때, 파란색 LED가 측정 시기를 알려주며, 설정한 근육 목표량을 달성하면 초록색 LED가, 달성하지 못했을 경우 빨간색 LED가 각각 활성화된다.

```

arduino = serial.Serial('COM3', 9600)

filename = input("저장할 파일의 이름을 입력해주세요: ")

with open(filename + '.csv', 'w') as f:
    while True:
        data = arduino.readline()
        if data:
            now = datetime.now()
            data_str = data.decode('utf-8').strip()
            f.write(now.strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S") + ', ' + data_str + '\n')
            time.sleep(1)
    
```

[그림3]python csv파일 저장코드

아두이노 센서로부터 수집된 데이터는 실시간으로 처리되어 아두이노의 작동이 종료 시, CSV 형식의 파일에 기록된다. 데이터 기록 간의 시간 간격을 조절하기 위해, 각 데이터 포인트는 시간 정보와 함께 체계적으로 파일에 저장된다. 이를 통해, 근육 활동 데이터는 정밀하게 기록되며, 이 데이터는 추후 분석 및 평가에 중요한 자료로 활용될 수 있다.

### III. 결론

본 논문에서는 아두이노와 근전도 센서를 활용한 재활 근육 측정 시스템을 개발하고 그 효과를 실험적으로 확인했다. 이 시스템은 사용자의 근육 활동을 실시간으로 측정하고 LED 색상 변화로 시각적 피드백을 제공해 재활 운동의 정확한 수행을 돕는다. 또한, 측정된 데이터는 CSV로 저장되어 재활 치료의 질 개선 및 맞춤형 계획 수립에 기여할 수 있음을 보여주었다. 실험을 통해 이 시스템이 환자의 효과적인 재활을 지원함을

확인했으며, 향후 다양한 운동 적용 가능성과 사용자 편의성 향상 방안을 탐구할 예정이다. 이 연구는 재활 치료 방식에 새로운 시각을 제공하며, 환자의 일상 복귀에 중요하게 기여 할 것으로 기대된다.

### 참고문헌

[1] 최원혁, 강일권, 김재철. (2022). 재활 운동 빅데이터 플랫폼을 위한 재활 운동 기기 데이터 연동 인터페이스의 설계. 한국정보처리학회 학술대회논문집, 29(2), 165-167.

[2] 보건복지부 국립재활원\_의료진 진료과 내원환자 통계\_20201231 [https://www.nrc.go.kr/nrc/html/content.do?depth=ri&menu\\_cd=03\\_06\\_01\\_02](https://www.nrc.go.kr/nrc/html/content.do?depth=ri&menu_cd=03_06_01_02)

[3]"[특별기고] 늘어나는 '재활난민', 국내 재활치료 현실은?" 2021.01.07 <http://www.k-health.com/news/articleView.html?idxno=51804>

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2021년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구 결과로 수행되었음 (2021-0-01399)