

2022 영남대학교 로봇공학과 로봇종합설계 최종발표 Final Announcement of Robotics Design of Yeungnam University in 2022

°강 진녕, 김 광우*, 안 동균, 이 상현

Abstract As a push-up aid, the focus was on assisting beginners in exercise and increasing efficiency. The fixing part and the grip part of the device are divided and connected by a motor so that the height can be automatically adjusted. As a main function, if a value corresponding to the set time and distance is met, the motor is driven to adjust the height to assist the push-up. This helps balance the muscles evenly to maximize the user's exercise effect.

Keywords Smart health care, Automatic, Chest workout, Assistance, Push-Up

1. 서론

1.1 개요

건강한 삶을 유지하기 위해 현대인들이 운동을 즐기게 되면서 각종 운동시설, 체육시설이 늘어나는 추세이다. 코로나19의 확산으로 각종 시설이 제약을 받고, 홈 트레이닝이 주목받고 있으며, 다양한 운동 중에서도 초심자들이 쉽게 접할 수 있고 흉근을 가장 대표적으로 자극할 수 있는 Push-Up 운동이고, 초심자들이 쉽게 접하는 만큼 상체 근육을 효과적으로 발달시킬 수 있는 운동 보조기구를 설계하고자 한다.

2. 본론

2.1 소프트웨어 환경

1) 초음파센서 및 모터

로봇이 거리를 인지하고, 운동을 진행하고 있다고 인지할 수 있는 방법으로 초음파센서를 채택한다. 초음파센서의 거리를 토대로 모터의 시스템을 제어한다. 초음파센서 거리가 30cm보다 크고 시간이 3초 이상 경과 하였을 때, 거리가 10cm 이하이고 시간이 2초 이상 경과하면 모터를 상승한다.

첫 번째 그래프는 push-up을 할 때 지면과의 높이에 따른 근 활성도에 대한 그래프이다. 최대의 근 활성도를 생산 가능한 최적의 높이가 있다. 하지만 이보다 높이를 상승해도 최대의 근 활성도와 큰 오차율을 보이지 않는다.

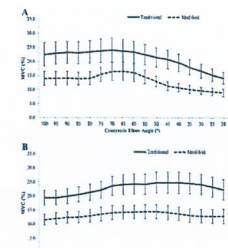
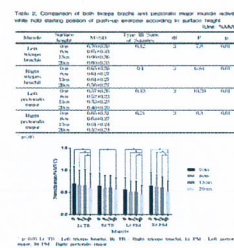


Fig 1(왼). Push-Up과 지면 높이에 따른 근 활성도

Fig 2(오). push-up 플러스의 각도에 따른 근 활성도

두 번째 그래프는 전통적인 push-up과 무릎과 손이 지면에 닿아 수행하는 push-up 플러스의 각도에 따른 근 활성도에 대한 그래프이다. 주제에 대해 필요한 부분인 전통적인 push-up의 결과만 발췌하여 분석한 결과 근 활성도의 가장 높은 활동은 팔꿈치 신전의 약 55°에서 발생한 것을 확인할 수 있다. 하지만 팔꿈치 신전의 약 70° 부근에서도 충분한 근 활성도를 목격할 수 있었다. 이를 통해 팔꿈치 신전의 55° 부근으로 각도를 설정하면 사용자의 근 활성도를 최대한 보조할 수 있다고 생각한다.

2) 초음파센서 및 LCD 디스플레이

초음파센서에서 측정된 거리를 바탕으로 사용자가 운동할 때, 운동의 개수를 측정해준다. 흉곽이 설정된 거리 이내로 값을 충족시킨다면 스스로 개수를 Count 해줄 수 있으며, 운동을 시작한 시점부터 운동이 끝날 때까지의 시간 또한 측정해주어 총

운동시간을 알려준다.
2.2 하드웨어 환경

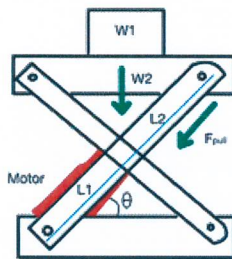
Fig 3. 지면 높이에서의 푸쉬업



Fig 4. 지면과 발목의 각도가 55°에서의 푸쉬업



로봇은 4개의 링크와 1개의 전동실린더로 고정단과 그립부로 구성된다. 전동실린더는 최대 5000N의 하중을 견딜 수 있고 10mm/sec의 최대 속도를 출력할 수 있다. 전동실린더는 DC 모터 컨트롤러를 이용하여 아두이노와 연결한다. 그리고 아두이노에서 측정한 거리와 시간에 따라서 전동실린더를 작동시켜서 그립부의 높이를 상승시킨다.



$$F_{pull} = \frac{(W1 + W2)L2\cos(\theta)}{L1\cos(\theta)}$$

W1 : 사용자가 가하는 힘
W2 : 고정판의 무게
L1 : 링크1의 길이
L2 : 링크2의 길이
θ : 각도

위 공식을 이용하여 모터가 받을 수 있는 최대 하중(5000N 미만)을 고려하기 위해 W1은 100kg의 성인 남자가 누르는 힘을 최대 80% 고려하였을 때 $80 \times 10(\text{중력 가속도}) \approx 800\text{N}$ 즉, $W1=800\text{N}$, $W2=5 \times 10(\text{중력 가속도}) \approx 50\text{N}$, $L1=L2 = 489\text{mm}$, $\theta = 55 \sim 70(\text{deg})$ 고려할 때 $F_{pull}=878\text{N}$ 이므로 최대 부하인 5000N에 충분히 부합하는 값을 가진다.

3. 결론

최적의 setting 값을 찾기 위해 실제 운동 초심자부터 숙련자까지 약 20명의 실험자들을 대상으로 팔굽혀펴기를 진행하여 초심자의 경우 약 65도, 중급자의 경우 59 - 61도, 숙련자의 경우 55 - 57도에서 운동 효과를 느끼면서 도움을 줄 수 있다고 판단했다.

하지만 초심자, 중급자, 숙련자를 분류하여 기구의 초기설정을 하려 했지만, 코드 작동 부분에서 오류가 발생하여 초기설정은 시작하기 전에 직접 구해진 setting 값을 통해 설정해야 한다는 점이 아쉽지만 전체적으로 운동을 진행함에 있어서는 기존 목적이었던 운동 보조의 역할은 충실히 이행할 수 있다고 판단된다.

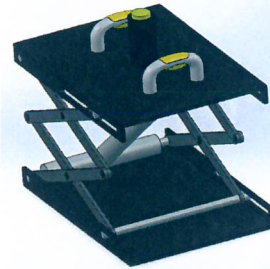


Fig 5. Smart Push-Up의 3D모델링과 실제 제작품

참고문헌

- [1] The effects of exercise type and elbow angle on vertical ground reaction force and muscle activity during a push-up plus exercise
Jun G San Juan¹, David N Suprak¹, Sean M Roach² and Marc Lyda²