아두이노-블루투스를 활용한 원격조종 로봇팔

현태영, 김용철[1)]

육군사관학교

xodud3478@gmail.com, kyc6454@gmail.com

Remote-Controlled Robotic Arm Using Arduino and Bluetooth

Hyun Taeyeong, Kim Yongchul

Korea Military Academy

요 약

본 논문에서는 블루투스 모듈을 이용한 원격 제어 로봇팔 시스템을 설계하고 구현하는 방법을 제안한다. 아두이노와 블루투스 모듈을 활용하여 스마트폰을 통해 로봇팔을 원격으로 조작할 수 있으며, 조이스틱을 통한 정밀한 제어와 색상 인식 센서를 이용한 자동화 작업을 지원한다. 또한, 동작을 기억하고 반복하는 학습 제어 기능을 통해 복잡한 작업을 효율적으로 수행할 수 있다. 본 연구는 인간이 접근하기 어려운 위험한 환경에서 로봇팔을 안전하고 효과적으로 활용할 수 있는 가능성을 제시하며, 재난 현장과 산업 현장에서의 응용 가능성을 높인다.

Ⅰ. 서 론

최근 인간이 직접 작업하기 어려운 환경에서의 작업 필요성이 증가하고 있다. 심해, 우주와 같은 낯선 공간에서의 작업이나 재난 현장과 같은 제한된 환경에서 작업을 수행할 수 있는 로봇 시스템의 중요성이 강조되고 있다. 돌발 상황이 언제 발생할지 모르는 예측불가능한 환경에 맞서는 것은 위험한 일이다. 주위 환경 변화를 지속적으로 모니터링하고 즉각적으로 대응할 수 있는 능력이 요구된다. 이 때문에 상황 변화에 능동적으로 대처 가능한 원격 제어 방식의 로봇 개발이 필수적이다. 원격 제어 로봇은 작업자의 안전을 보장하면서도 상황 변화에 따라 유연하게 대응할 수 있어 인간이 직접 접근할 수 없는 환경에서 유용하게 활용될 수 있다.

본 논문에서는 이러한 요구를 충족하기 위해 블루투스 모듈을 활용한 원격 제어 로봇팔의 설계 및 구현 과정을 설명한다. 스마트폰을 통한 블루투스 제어와 로봇팔의 색상 인식 기능을 통해 원격지에서의 정밀 작업 수행을 목표로 하고 있다. 로봇팔은 인간이 접근하기 어려운 환경에서 대체 작업을 수행할 수 있을 뿐만 아니라 복잡하고 반복적인 작업을 오류 없이 수행하여 생산성 향상에도 기여할 수 있다. 이러한 로봇팔의 역할은 색상 분류 및 물체 운반 등 정밀한 작업의 자동화에도 중요한 의미를 가진다.

Ⅱ. 개념 및 상세설계

가. 하드웨어 구성

본 아두이노 작품에서 사용된 로봇팔 시스템은 다음과 같은 주요 하드웨어로 구성된다. 아두이노 센서 쉴드는 여러 개의 서보 모터를 동시에 제어할 수 있으며 다양한 센서 입력을 받을 수 있다. 서보 모터는 로봇팔의 4개의 축을 제어하여 자연스러운 팔의 움직임을 담당한다. 아래 원형 플레이트와 맞닿는 관절부분은 로봇팔의 큰동작을 해내야 하기 때문에 MG995가 모터의 움직임을 담당하고, 로봇 집게부분 같은 경우에는 섬세한 동작을 수행해야 하기 때문에 MG90S 모터를 두었다. 블루투스 모듈(HM-10)은 스마트폰과의 통신을 통해 원격으로 로봇팔을 제어할 수 있도록 한다. 그림1을 보면, 로봇팔 집게 부분에 위치한 LED는 어두운 환경에서 물체를 비춰 잡을 수 있게 도움을 준다. 피에조 부조는 로봇팔 작동 간 사람이 다가오는 등 위험에 처할 때, 경고음 출력 기능을 지원한다. 그림2는 색상 인식 센서(APDS-9960)로 물체의 색상을 감지하고 그에 따라 특정 동작을 수행하며, 제스처 센서를 통해 손으로 제스처를 취하면 해당 동작을 실행할 수 있다. 조이스틱은 로봇팔을 정밀하게 조작할 수 있게 하며 동작을 기억하고 반복하는 학습 제어 기능도 포함되어 있다. 이러한 하드웨어 구성 요소들이 그림1과 같이 로봇팔 시스템에 적용되어 시스템이 원활하게 동작할 수 있도록 한다.

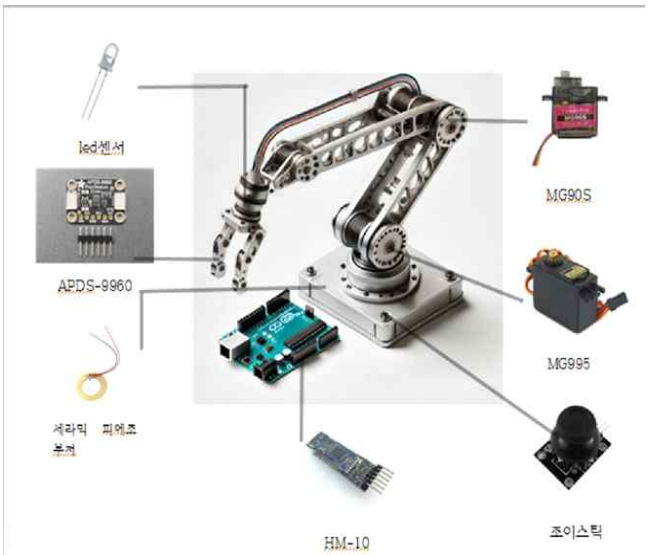

그림 1 로봇팔 시스템 구성도

1) Corresponding author(교신저자)

나. 소프트웨어 구성

휴대폰과 블루투스 연결하여 버튼을 눌러 로봇팔을 원격조종할 수 있다. 그림2는 휴대폰 어플리케이션에서 직접 제작한 조종 버튼으로 버튼을 눌러 신호를 보내면 아두이노가 신호에 따라 동작을 수행한다. 표1과 같은 CASE에 따라, LED, 피에조 부조, 로봇팔의 작동을 원격조종이 가능하다. 로봇팔의 움직임을 만드는 방법에는 4가지가 있다. 4가지 방식에는 조이스틱, 블루투스 어플리케이션을 이용한 동작, 색상 인식 센서를 통한 동작, 동작을 기억해 반복하는 시스템이 있다. 각 동작 방법으로 전환될 때, 로봇팔의 위치를 초기화하여 설정하고 색상 인식 센서를 통한 움직임, 반복제어 동작 등 미리 정해둔 동작을 할 때, 기존에 했던 움직임대로 수행할 수 있도록 하였다.

그림 2 스마트폰 블루투스 조종 버튼 화면

CASE	기능
1~8	각 서보의 각도를 증가 혹은 감소시킴
L	LED 작동
l	LED 끔
A	조도 센서를 활성화하여 빛 감지를 시작함.
a	조도 센서를 비활성화하여 빛 감지를 중지함.
R	초기화 작업으로 서보들을 초기 위치로 리셋함.
S	알림 또는 경고 소리를 재생함.
u	동작 반복 횟수를 증가시킴.
d	동작 반복 횟수를 감소시킴
defualt	입력 값이 위의 어떤 case에도 해당되지 않는 경우

표 1 CASE별 기능동작

아두이노 코딩 프로그램에서 Case를 설정하여 로봇의 동작에 맞는 버튼을 누르면 모터 4개가 작동하게 된다. 모터 4개를 사용하였기 때문에 case는 1부터 8까지 있다. 1를 보내면 집게가 벌려지고, 2를 보내면 집게를 닫는다. 이외에도 신호를 보내면, 팔이 좌우로 회전하거나, LED가 켜지고 꺼지거나, 경고음이 들리게끔 설정할 수 있다. 버튼을 누를 때, 집게, 팔의 움직임 정도를 설정할 수 있다. 이것을 이용하면, 팔의 간단한 움직임뿐만 아니라 물건을 옮기는 긴 동작도 코드로 저장시켜 버튼만 누르면 코드에서 설정한 동작을 수행할 수 있다.

블루투스를 이용한 방법 외에 조이스틱을 이용하여 직접 조작할 수 있고, 조이스틱 버튼을 눌러 동작을 반복재생을 할 수 있다. 조이스틱의 왼쪽 버튼을 눌러 현재 서보 모터 각도를 saveAngle 배열에 저장한다. 오른쪽 버튼을 눌러 저장된 각도를 순서대로 재생하며, repeatCount 횟수만큼 반복하여 각 서보 모터를 저장된 각도로 이동시킨다. 동작의 반복재생으로 인간의 불필요한 반복동작을 로봇팔이 대신 수행이 가능하다.

마지막으로, 색인식 센서를 통해 물건의 색상에 따라 로봇팔이 물건을 집어 이동시킬 수 있다. RGB 필터가 빛을 빨강(Red), 초록(Green), 파랑(Blue)으로 분리한다. 각 필터는 특정 파장의 빛만 투과시킨다. RGB 필터를 통과한 빛의 강도를 광 다이오드가 전기 신호로 변환하여, 각 색 성분의 세기를 나타낸다. 가장 큰 세기의 색 성분으로 색인식 센서는 인식하고 각 인식에 따라 코드로 설정해둔 모터값으로 물건을 집어 이동시킬 수 있다. 따라서 로봇팔을 통해 색상에 따라 물건을 자동 분류할 수 있다.

Ⅲ. 결론

본 연구에서 그림3과 같이 로봇팔을 설계하여 제작에 완료하였다. 개발된 로봇팔 시스템은 다양한 실험을 통해 그 성능과 안정성을 확인하였다. 블루투스를 통한 원격 제어가 안정적으로 이루어졌으며, 조이스틱을 이용한 정밀한 동작 제어 역시 기대한 대로 작동하였다. 특히 색상 인식 기능을 이용한 자동 분류 실험에서는 빨간색, 초록색, 파란색 물체를 정확하게 구분하고 지정된 위치로 운반하는 데 성공하였다. 이러한 결과는 본 시스템이 재난 대응, 산업 자동화, 그리고 위험한 환경에서의 작업 등 다양한 응용 가능성을 가지고 있음을 보여준다. 반복 학습 기능은 생산성을 향상시키고, 작업자의 피로를 줄이는 데 기여할 수 있다. 또한, 원격 제어와 자동화 기능을 결합함으로써 사용자는 위험한 환경에 직접 노출되지 않고도 안전하게 작업을 수행할 수 있게 된다.

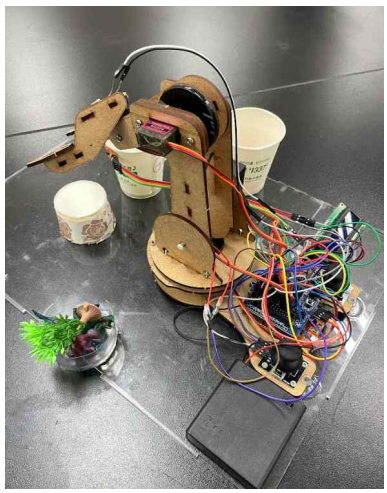

그림 3 최종 작품 완성

참 고 문 헌

[1] Lee, J.-W., Kim, H.-S., Kim, J.-H., Bae, J.-H., & Ryu, C.-K. (2017). Remote control robot arm using Leap Motion sensor and Bluetooth communication. The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, 12(6), 1127-1134. https://doi.org/10.13067/JKIECS.2017.12.6.1127

[2] Cha, Y. S., Kim, H. C., Yun, H. Y., Cho, S. H., Lim, J. C., & Eom, S. E. (2016). A robotic arm designed utilizing Arduino. Proceedings of the KSMPE Spring Conference, 2016, 1-6.