

주제 : 3D프린터와 아두이노로 설계한 로봇청소기와 앱인벤터로 만든 로봇앱

21105 김서진 21116 안병은 21120 이형재

¹동국대학교사범대학부속고등학교 2학년

요약 : 우리 조는 이번 주제를 통해 4차 산업혁명 미래 인재가 되기 위해서 3D프린터, 아두이노, 앱인벤터 등 다양한 소프트웨어와 하드웨어도 경험하고 실력을 쌓는 뜻깊은 심화 탐구이다.

서론

동대부고 2학년 11반은 종례 후에 3층 컴퓨터실에 청소를 하러 매일 가는데 1학년들도 정보시간에 3D펜으로 수업을 하고나서 뒷정리를 시키지만 지키는 사람은 극소수명이니 당연히 바닥엔 온통 필라멘트와 비닐이 돌아다니는데 대부분이 필라멘트들이다. 이런 바닥들을 매일 쓸고 청소기로 밀고 물걸레질하고 하지만 항상 이 더러운 바닥들의 청결 유지가 쉽지 않으므로 우리는 어떻게 하면 교실의 청결을 유지 할 수 있을 까? 라는 고민을 하게 되었고 로봇청소기를 생각해내었고 청소를 해주면서 로봇도 쉬지 않고 바닥을 쓸고 다니는 모습을 보고 행동 변화를 예상 할 수 있을 것이다. 또한 가장 각자 자신 있는 분야가 다른데 이로 인하여 이 전공심화 활동을 통해서 서로 아두이노, 3D프린터, 앱인벤터에 대하여 더 깊이 있는 내용을 배울 수 있으며 기존의 잘못된 지식도 바로 잡을 수 있고 자신의 능력도 더 높이게 되는 좋은 경험이다. 무엇보다도 현재 소프트웨어 중점학급에 다니고 있으며 진로 또한 4차 산업혁명에 발맞춰 IT계열에 관심이 많고 창의적인 생각들과 다양한 경험이 필요한 우리에게도 이 연구는 미래사회의 인재로서 협동심을 기르며 창의적인 인재로 거듭나도록 그 과정 중 하나의 거름이 되어 줄 것이다.

우리가 이 연구를 위해 알아야 할 기본적인 지식과 필요한 능력이 요구된다.
일단 로봇청소기가 가장 주된 제품이니 로봇청소기에 대해 알아야 한다.

로봇청소기 : 스스로 사물을 인식하고 상황을 판단하는 지능형 로봇의 한 형태로, 청소 작업을 자율적으로 수행하는 가정용 서비스 로봇이다. 지능형 로봇 분야는 1990년대부터 발전하기 시작하였는데 그중 가장 먼저 개발·상용화된 로봇이라 할 수 있다.

자율주행로봇의 특징을 가지고 있는 로봇청소기는 이동경로 탐색과 동작제어 등 이동제어 방식과 청소방식에 따라 크게 단순동작형, 중기능형, 고기능형으로 분류할 수 있다.

그중에서도 우리가 만들 종류는 중기능형이며 초음파, 적외선, 범퍼 등 다양한 센서를 장착하고 있으며, 장착센서를 통해 장애물을 감지하고 장애물에 대한 거리를 판별하여 대부분 충돌을 피해 청소할 수 있다. 자동충전(자석감지용 홀센서 등을 이용해 방전되기 전 스스로 충전장치를 찾아가 충전하는 방식) 기능을 갖추고 흡입모터를 채용하고 있다. 주로 랜덤방식(무작위로 이동하며 청소)을 취하고 있어 빠르게 이동하면서 신속하게 청소한다는 것이 장점이지만 중복청소의 문제와 청소 사각지대에 취약하다는 한계가 있다.

여기서 기계와 로봇의 차이를 분명히 해야하고 우리가 만들 것은 엄연히 로봇이다.

로봇청소기를 우리가 기계처럼 직접 작동시키고 그러는 것이 아니라 로봇처럼 자기 스스로 일을 하는 지능형 로봇을 만드는 것이다.

로봇청소기 시장에는 지능 향상을 통한 스마트 기능, 진공흡입방식의 강력한 흡입력 등 다양한 기능과 성능을 갖춘 고급형 제품과 일반 보급형 제품이 출시되고 있으며, 가정용 외에 유리창용, 수영장용 로봇청소기도 등장하였다.



그 다음으로는 로봇청소기의 모양, 즉 하드웨어를 담당해줄 3D프린터에 대해서도 알아야한다.



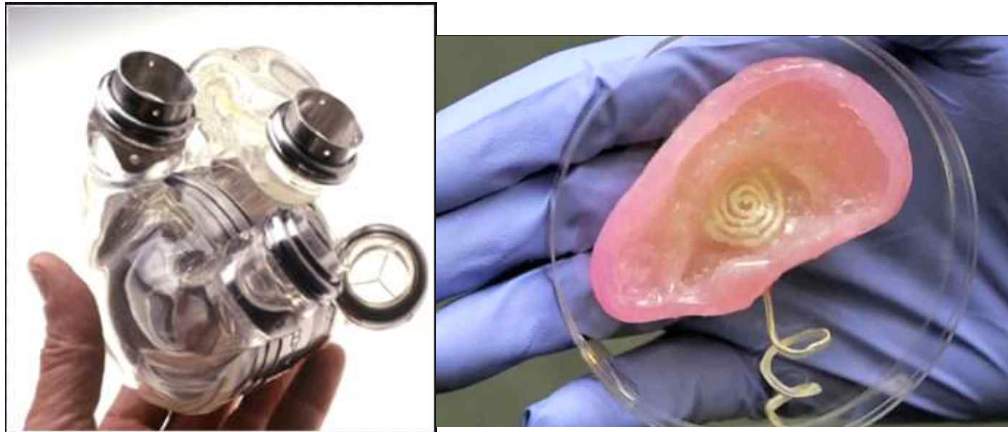
3D 프린터란 2D 프린터가 활자나 그림을 인쇄하듯이 입력한 도면을 바탕으로 3차원의 입체 물품을 만들어내는 기계이다.

입체 형태를 만드는 방식에 따라 크게 한 층씩 쌓아 올리는 적층형과 큰 덩어리를 깎아가는 절삭형으로 구분하는데 적층형은 석고나 나일론 등의 가루나 플라스틱 액체 또는 플라스틱 실을 종이보다 얇은 0.01~0.08mm의 층으로 겹겹이 쌓아 입체 형상을 만들어내는 방식이다. 레이어가 얇을수록 정밀한 형상을 얻을 수 있고, 채색을 동시에 진행할 수 있다. 절삭형은 커다란 덩어리를 조각하듯이 깎아내 입체 형상을 만들어내는 방식이다. 적층형에 비하여 완성품이 더 정밀하다는 장점이 있지만, 재료가 많이 소모되고 킥처럼 안쪽이 파인 모양은 제작하기 어려우며 채색 작업을 따로 해야 하는 것이 단점이다.

절삭형의 경우 소재의 불필요한 부분을 깎아내기 때문에 재료의 손실이 발생하지만, 적층형은 재료의 손실이 없어서 최근 보급되는 3D 프린터는 대부분 적층형 프린터이다.

3D 프린터는 전통적으로 항공이나 자동차와 같은 제조업 분야에서 주로 활용되었으나 최근에는 그 활용 영역을 빠르게 넓혀 가고 있다. 가장 대표적인 분야가 의료, 건설, 소매, 식품, 의류 산업이다.

의료 분야는 가장 적극적으로 3D 프린터 기술을 도입하고 있는 분야로 관절, 치아, 두개골, 의수 등을 비롯한 인공 귀나 인공 장기를 만드는 데 이용하고 있다.



3D 프린터로 집까지 지을 수 있는데 기술이 더 발전한다면 달에 설치한 프린터로 집을 지어 살 수 있는 기대도 할 수 있다.



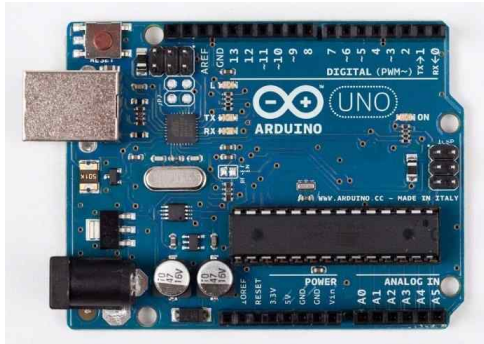
그리고 무엇보다도 로봇청소기의 소프트웨어를 담당해줄 아두이노 또한 알아야한다.

아두이노는 다양한 스위치나 센서로부터 입력 값을 받아들여 LED나 모터와 같은 전자 장치들로 출력을 제어함으로써 환경과 상호작용이 가능한 물건을 만들어 낼 수 있다. 예를 들어 단순한 로봇, 온도계, 동작 감지기, 음악 및 사운드 장치, 스마트 홈 구현, 유아 장난감 및 로봇 교육 프로그램 등의 다양한 제품들이 아두이노를 기반으로 개발 가능하다. 또한 아두이노는 회로가 오픈소스로 공개되어 있으므로 누구나 직접 보드를 만들고 수정할 수 있다.

1. 저비용 : 아두이노 보드는 다른 마이크로컨트롤러 플랫폼에 비해 저렴하다.
2. 크로스 플랫폼 : 아두이노 소프트웨어는 윈도우, 맥OS, 리눅스 운영체제 모두에서 작동한다.
3. 간단하고 명확한 프로그래밍 환경 : 아두이노 프로그래밍 환경은 초보자들이 사용하기 쉬울 뿐 아니라 실력자들이 여러가지 다양한 시도를 하기 위한 유연성을 제공한다. 소프트웨어 개발을 위한 통합개발환경(IDE)가 제공되며 컴파일 된 펌웨어(특정 하드웨어 상에서 동작하는 소프트웨어)를 USB를 통해 손쉽게 업로드 할 수 있다.
4. 오픈 소스 : 아두이노 하드웨어 및 소프트웨어는 오픈 소스 툴이기 때문에 고급 프로그래머들에 의해 작성된 확장 소프트웨어 라이브러리들을 구할 수 있으며, 회로 설계자들이 손쉽게 자신만의 모듈을 만들고 개선할 수 있다.

아두이노 하드웨어는 실세계와 연동되어 동작하는 센서, 가속도계, LED, 스피커, 디스플레이 등의 여러 구성품들이 쉽게 탈부착 가능하도록 핀들로 구성되어 있으며, 소프트웨어 개발 환경을 통해 작성되고 업로드 된 코드(명령어)가 실행된다.

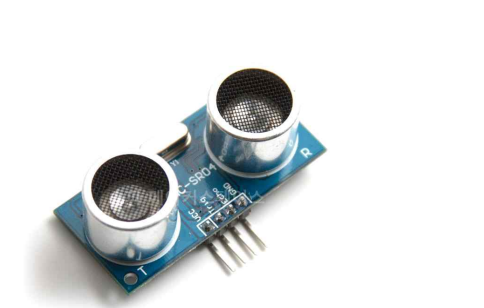
아두이노 제품 중 우리가 사용할 모델은 Uno 보드이다.



로봇청소기가 벽이나 물체에 붙이치기 전에 반응하기 위한 초음파 센서에 대해 알아야한다. 거리측정을 위한 초음파 센서는 송신부와 수신부로 나뉘어져 있으며, 송신부에서 일정한 시간의 간격을 둔 짧은, 초음파 펄스를 방사하고, 대상물에 부딪혀 돌아온 에코 신호를 수신부에서 받아, 이에 대한 시간차를 기반으로 거리를 산출한다.

이를 통해 장애물의 유무, 물체의 거리 또는 속도 등을 측정할 수 있다.

초음파 센서는 이미 로봇 청소기 같은 가전제품에서부터 자동차의 감지 센서, 초음파 탐지기 등의 의료용, 산업용에 이르기까지 매우 다양한 분야에서 활용되고 있다.



서보모터

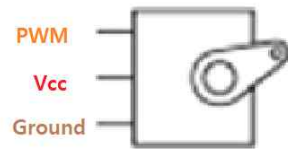
기어를 이용하여 단거리를 힘 있게 움직여주는 유형의 모터이다.

서보모터의 종류 중 가장 많이 사용되고 저희가 쓸 것은 SG90모델이다.

핸들을 돌리는 손에 해당하는 부분으로 머리에 해당되는 정보처리회로(CPU)의 명령에 따라 공작 기계 테이블 등을 움직이게 하는 모터이다.

이 모터는 PWM 신호에 의해 제어되고 이 모터는 로봇 관전 등에 많이 사용되고 각도는 180도만 회전하는 특징을 가지고 있다.

핀 배열의 경우는 **주황색은 PWM**, **빨간색은 Vcc**, **갈색은 Ground** 와 같이 사용하시면 됩니다!



위의 사진과 같이 핀 배열을 하면 됩니다!!
Vcc의 경우 5V를 사용하게 됩니다.

로봇청소기의 중요한 부품이라고 할 수 있는 모터에 대해 알아야한다.
모터는 고속으로 동작하고, 전력소모도 높으며, 열이 많이 발생된다.
동작 시에 진동이나 열에 의한 문제가 발생하지 않도록 꼼꼼하게 조립되어야 한다.



위 그림과 같이 대부분 모터들은 외형은 다르지만 기본적인 원리는 동일하다.
위 2번째 그림에서 보이는 날개가 고속으로 회전하면서, 마치 선풍기 날개가 움직이면서 바람을 불어주는 듯, 공기 흐름을 만들어 주게 된다.
빠른 공기흐름을 이용한 진공을 만드는데 목적이 있으며, 위 2번째 그림과 같이 좁은 공간에 날개를 고속으로 회전시키고, 이를 이용해 진공을 만들도록 설계하여 청소기를 만들 수 있다.
모터는 전기의 힘으로 움직이고 전기적인 힘에 의해 자성을 만드는 전자석의 원리로, 빠른 시간에 여러 번의 전극 변환을 통해 고속으로 모터를 동작한다.
주의 할 점은 발열이나 분진 등에 의해 모터에 화재나 고열로 인한 변형이 발생할 수 있다.
30분 이상 연속사용은 참아주세요. 무리하게 사용하면 수명이 단축되니 꼭 명심해야한다.



이런 단점을 보완하기 위해 나온 모터의 종류로는 브러시리스 모터가 있다. 브러시 부분이 외부로 돌출되지 않고, 미세한 조정이 가능하다는 장점이 있다. 반면에 가격이 비싸고, 미세한 조정이 가능한 만큼 민감하다는 단점이 있다.

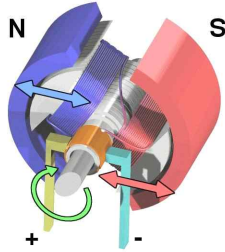


위 두 번째 그림은 브러시리스 모터의 내부이다. 제품 개발과정에서 저전력, 소형설계 등의 목적에 의해 모터를 선택하는 경우에 사용하는 모터가 브러시리스 모터이다. 특히 저전력 동작에 특화된 형태가 BLDC 모터이다. AC 전압이 아닌 DC 전압을 사용해 소비전력을 낮추고, 발열을 낮추면서도, 필요한 동작이 가능하도록 한다는 특징이 있다.

DC모터 : 우리가 로봇을 제작할 때 바퀴부분에 장착할 모터는 바로 DC모터이다. DC모터에는 여러 가지의 종류가 있는데 우리가 사용할 모터는 5V 짜리 아두이노에 사용되는 DC모터이다.



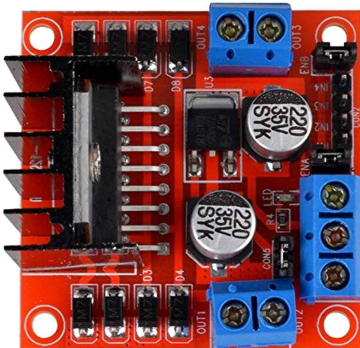
아래의 그림과 같이 DC모터는 전류의 방향 전환에 따라 회전력이 생기면서 움직이게 된다. 따라서 흐르는 전류의 양이 많을수록 회전력이 높아지고 극성을 반대로 연결하면 모터의 회전 방향을 반대로 바꿀 수 있다.



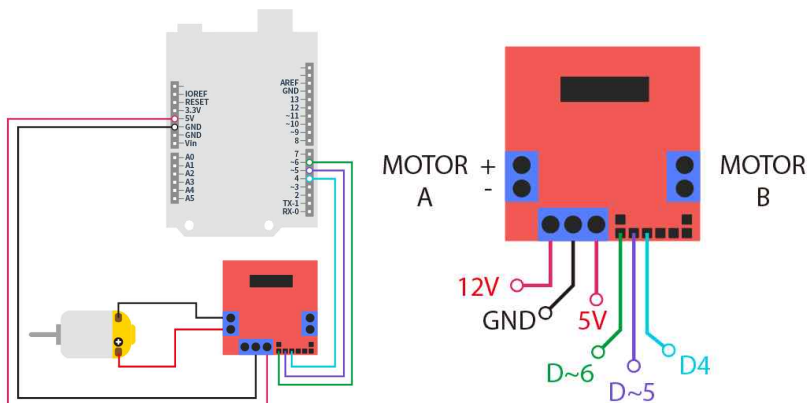
DC모터를 살펴보면 +(플러스) 단자와 -(마이너스) 단자 2개밖에 존재하지 않기 때문에 HIGH 값과 LOW 값만 받아서 회전속도를 변경해 줄 수 없는데 *모터 드라이버*라는 부품을 사용하면 PWM(펄스 폭 변조)를 이용한 모터 회전 속도 조절이 가능하다.

모터 드라이브 : 모터를 제어할 수 있도록 도와주는 부품이다. 모터 드라이버를 사용하게 되면 외부 전력도 쉽게 연결할 수 있고, PWM을 이용한 모터 속도 조절도 가능 하다.

모터 드라이브는 쓰이는 DC모터의 종류에 맞춰서 사용해야 한다. 아두이노 DC모터 5V와 함께 사용되는 모터 드라이버 모델은 L298N 이다.



모터 드라이버의 회로 구성



앱인벤터 : 구글이 제작하다가 현재는 MIT가 관리하는 오픈소스 앱 메이커이다. 앱인벤터의 프로젝트를 추출하면 *.aia 형식의 파일이 나오고 앱 인벤터의 추가 기능은 *.aia의 파일 형식을 가지고 있다. 인터넷 익스플로러가 아닌 크롬으로 접속해야 한다.



본론

최근 로봇산업은 노동대체 수단으로서의 '전통적 로봇' 개념에서 발전하여 인간 친화적인 '지능형 로봇' 개념으로 빠르게 발전하고 있다.

로봇 선진국들은 다중 센서 융합기술을 기반으로 지능형 로봇의 고도화를 위한 지속적인 연구와 기술개발에 한창이며 우리나라도 로봇 선진국들과의 기술격차를 점차 좁혀나가기 위한 계획을 추진하고 있다.

지능형 로봇은 외부환경을 인식하고 스스로 상황을 판단하며 자율적인 동작을 기반으로 다양한 서비스를 지원하며 앞으로도 더욱 확대된 분야에서 서비스를 제공해 줄 수 있어 미래의 로봇 시장을 주도할 것으로 예상하고 있다. 이러한 지능형 로봇의 구현을 위한 원천 핵심기술 가운데 하나는 공간지각능력을 갖는 위치인식 기술이며, 특히 실내 가정용 서비스 로봇이 상용화되기 위해서는 저가의 진행각 추정을 기반으로 하는 위치인식 기술 개발이 가장 먼저 풀어야 할 과제다.

자율주행로봇의 특징을 가지고 있는 로봇청소기는 이동경로 탐색과 동작제어 등 이동제어 방식과 청소방식에 따라 크게 단순 동작형, 중기능형, 고기능형으로 분류할 수 있다. 단순 동작형은 단순한 충돌감지용 스위치와 소수의 센서를 통해 벽면이나 장애물과 충돌 시 방향을 전환하면서 청소하는 범퍼방식을 사용하고 있다. 먼지 흡입을 위한 모터 없이 단순히 정전기에 의해 먼지나 머리카락 등을 부착하거나 저출력의 흡입모터를 갖추어 배터리의 용량을 줄이고 가격을 경감하는 구조이다.

중기능형은 초음파, 적외선, 범퍼 등 다양한 센서를 장착하고 있으며, 장착센서를 통해 장애물을 감지하고 장애물에 대한 거리를 판별하여 대부분 충돌을 피해 청소할 수 있다. 자동충전(자석감지용 홀센서 등을 이용해 방전되기 전 스스로 충전장치를 찾아가 충전하는 방식) 기능을 갖추고 흡입모터를 채용하고 있다. 주로 랜덤방식(무작위로 이동하며 청소)을 취하고 있어 빠르게 이동하면서 신속하게 청소한다는 것이 장점이지만 중복청소의 문제와 청소 사각지대에 취약하다는 한계가 있다.

고기능형은 공간인식을 위한 센서와 카메라 등이 추가로 장착되어 있는 형태로, 로봇이 자체 판단능력에 따라 주행 도중 자신의 위치를 정확하게 보정하는 것이 특징이다. 실내공간의 지도를 작성하여 청소경로를 설정하는 내비게이션 방식(오토맵, 맵핑 방식이라고도 함)을 사용, 중복청소를

피하고 구석구석의 먼지까지 제거할 수 있어 효율적이다. 하지만 가격이 상대적으로 비싸고 정보 수집에 시간이 걸린다는 단점이 있다.

상용화된 로봇청소기에 구현된 진행각 추정방법의 예로는 엔코더를 이용한 접근법과 자이로 센서를 사용하는 접근법이 있다. 엔코더를 이용한 접근법은 구현이 간단한 측면에서 일반적이며, 직선 주행 시 그 오차가 상대적으로 작다는 장점이 있다.

하지만 지면의 상태에 따라 오차가 발생할 수 있고, 특히 회전구간에서의 바퀴의 미끄러짐 등으로 인하여 진행각 추정 시 오차가 매우 크게 발생하게 된다. 이러한 현상을 최소화하기 위한 엔코더 신호 보정방법은 한정된 운용조건에서만 제한적으로 그 효과가 있을 뿐이다.

로봇청소기의 진행각 추정을 위해 각속도를 측정하는 자이로 센서를 사용하는 접근법이 있는데 자이로 센서는 저가격, 저전력, 소형, 경량의 장점을 갖지만 진행각을 측정하기 위해서는 필연적인 적분과정을 거쳐야만 하며, 이로 인해 자이로 센서의 확률적 오차가 누적되어 시간에 따라 진행각이 발산하는 치명적인 단점이 있다.

| 주행조건 | 엔코더 | 자이로 |
|------|-----|-----|
| 정지 | 높음 | 중간 |
| 직진 | 높음 | 낮음 |
| 회전 | 중간 | 높음 |

이와 관련하여 각속도 측정오차를 최소화하여 자이로 센서 단독의 진행각을 추정하는 방법에 대한 연구가 진행되었으나, 측정오차의 확률적 특성으로 인하여 장시간 운용에 여전히 제한적이다. 최근에는 mems 자이로 기반의 보행자 추적시스템을 구현하기 위하여 보행패턴에 특화된 기법을 적용한 연구가 진행되었으며, 이를 통하여 확률적 오차를 보상하는 알고리즘의 구현을 통해 자이로 센서 단독의 저가시스템 구현 가능성을 제시하였다. 또한 칼만필터 등을 통한 엔코더와 자이로 융합방법과 융합필터의 연산속도 및 알고리즘의 강건성과 단순성을 고려한 연구도 활발히 진행되고 있다.

주요 개념은 기 장착되어 있는 저성능의 저가 엔코더를 활용한 로봇청소기의 주행조건 식별을 통해 바이어스 드리프트의 추정구간을 확장한 것이다.

로봇청소기의 구조로 효율적으로 쓰레기를 흡입할지 구조를 구상하다.

3D프린터로 뽑아낸 로봇형태와 각종 센서들을 어느 위치에 놓을지, 지형에 알맞은 형태의 로봇을 만들어 내는 의견을 나누고 설계도를 스케치하여 구상한다.

모듈원들과 상의한 후에 fusion 360으로 상의한 로봇청소기의 외면과 안을 설계한 후에 3D 프린터기로 뽑아낸다.

아두이노로 가장 중요한 팬, 서보모터, 초음파센서에 관한 설명을 숙지한 후에 가벼운 연습을 통해 경험을 하고난 후 조원들이 각자 로봇청소기에 필요한 센서에 대한 프로그래밍을 한다.

로봇청소기 모형과 각종 센서들의 위치를 바로 잡고 앱인벤터로 로봇 조종 앱을 만들어서 그 앱에 어떠한 기능을 넣을지, 디자인은 어떻게 할지 생각하고 제작한다.

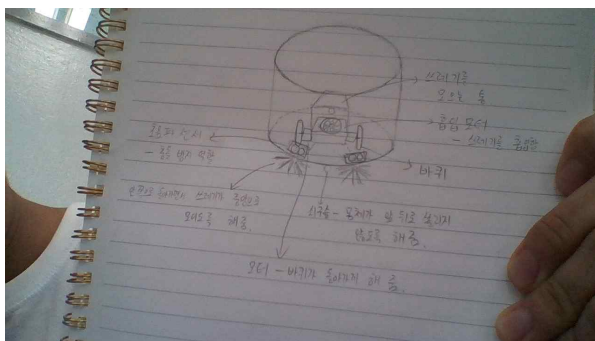
앱에 구체적으로 로봇 청소기 작동 및 제어, 자동청소, 모터 작동, 빗자루 작동, 좌회전, 우회전, 전진, 후진, 경고음 내기, 작동중지 등 기능을 넣어 제작한다.

로봇의 동작 원리에 대해서

로봇을 가동시키면 로봇이 모터를 가동시켜 이동한다. 적외선 센서를 통해 이동하면서 앞에 있는 장애물을 감지하고 장애물이 감지되면 전진 방향을 바꾼다. 방향을 바꿀 때엔 오른쪽으로 90도 회전한다. 이동하는동안은 흡입모터가 켜지지 않는데 흡입모터를 켜고싶으면 아두이노와 연결되어 있는 앱인벤터를 이용해 직접 모터를 키고 끌 수 있다.

제작 과정

1. 어떻게 하면 효율적으로 쓰레기를 흡입할 수 있을지 구상한다.
2. 종이에 3D 프린터로 출력할 로봇청소기의 설계도와 부품을 어떻게 장착할 것인지를 대략적으로 그려본다.



3. 박스를 이용하여 로봇청소기의 몸체 부분을 구상한대로 만들어본다.
4. 3D 프린터로 출력한 후 청소기를 제작했을 때 크기가 맞지 않아 제대로 작동하지 않을 수 있기 때문에 박스로 제작한 몸체로 청소기를 만들어 작동을 시켜본 후 오류가 있는 부분은 수정을 하여 기록해놓는다.
5. 위의 내용을 토대로 fusion 360을 이용하여 수치에 맞게 모델링을 한 후 출력한다.
6. 출력한 몸체에 바퀴와 모터, 등 부품을 장착하고 작동시켜본 후 작동하는데 결함이 있는지 확인한다.
7. 움직이는데 문제가 없다면 앱인벤터를 이용해 스위치를 키고 끌 수 있는지 확인한다.
8. 움직이면서 앞에 장애물이 있을 때 방향을 바꿔 피해갈 수 있는지 확인한다.
9. 흡입모터를 이용해 우리가 제작한 목적에 맞도록 작은 크기부터 큰 크기의 쓰레기까지 잘 흡입하는지 확인한다.
10. 전체적으로 문제가 없다면 최종적으로 디자인을 다듬는다.

로봇제작의 전반적인 목표

- 로봇의 청소 성능은 큰 쓰레기들(과자 봉지, 휴지 등)부터 작은 쓰레기들(필라멘트 조각, 지우개 가루, 먼지 등)까지의 제거를 목표로 한다.
- 우리가 제작할 로봇은 CPU가 탑재되어 있지 않고 아두이노를 이용하여 구동하는 것을 목표로 하였다.

결론

기대효과 : 우리가 로봇청소기를 제작해 보면서 어떻게 제작할지 생각해보고, 아두이노를 이용해 직접 알고리즘을 짜고, 코드를 작성해보면서 우리의 창의력과 사고력을 기를 수 있다.

또한 팀원과의 협력을 통해 협동력도 기를 수 있으며 자신의 역할에 대한 책임감 또한 기를 수 있다.

퓨전360을 통해 무언가를 보고 디자인해보는 것이 아니라 우리가 직접 구상하고 디자인해보면서 3D모델링에 대한 경험을 쌓을 수 있으며 아두이노만을 활용하는 것이 아닌 앱인벤터와 연동해 제작함으로써 오픈소스 앱메이커를 접해볼 수 있다.

우리의 역량을 기르는 것 뿐만 아니라 우리의 제작목적인 3층 컴퓨터실의 청결상태 또한 한층 더 나아질 것이다.