

2019년 동대부고 학생 탐구 발표대회

탐구보고서

아두이노를 접목한 3D 프린터
축구 보드게임

출품번호

출품 부문

정보 분야

2019. 8 . 23 .

21105 김서진, 21106 김세윤, 21108 김지섭, 21112 문인환

1. 작품 연구의 동기 및 목적

본 연구는 3D 디자인 대회에 출품했던 작품에 완성도를 높이고 아두이노를 접목하여 보드게임기를 더욱 편리하게 제작하는 것에 의의를 두고 있다. 또한 3D 프린터의 출력물의 한계는 어디까지 인가 알아보고 3D 프린터 자체를 순수하게 연구해보는 경험이 되고 아두이노 모듈을 다양하게 체험하고 창의적인 모듈 사용을 해보며 우리의 경험적 지식을 높이는 것에 목적을 두고 있다. 흥미로운 주제로 직접 보드게임을 제작해보고, 실제 사용중 불편함도 해결하기 위해 고안하고 탐구해 볼 수 있다. 우리들이 직접 우리들만의 창의물을 제작하여 자신감을 높이고 각자의 정보 지식과 경험을 높이기 위한 목적에서 이 연구를 진행하게 되었다.

2. 선행연구 고찰

1. 3D 프린터

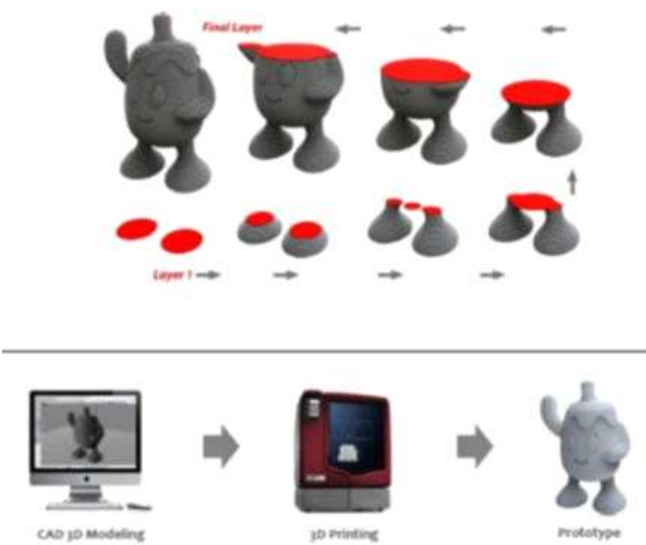
3D 프린팅이란 “아이디어를 3D 모델링 데이터 또는 3D 스캐닝을 통해 얻은 데이터를 기반으로 실물모형, 프로토타입, 툴 및 부품 등을 한 층한 층 쌓아 올리며 인쇄하듯 만들어 내는 기술”이다. 3D 프린팅은 4차 산업혁명을 주도하는 신기술로 꼽히며, 디자인 파일만 있으면 숙련된 기술자가 아니어도, 누구나 제조 가능한 시대를 열어주는 기술이다.



[그림 1] 3D 프린팅 기술의 장점

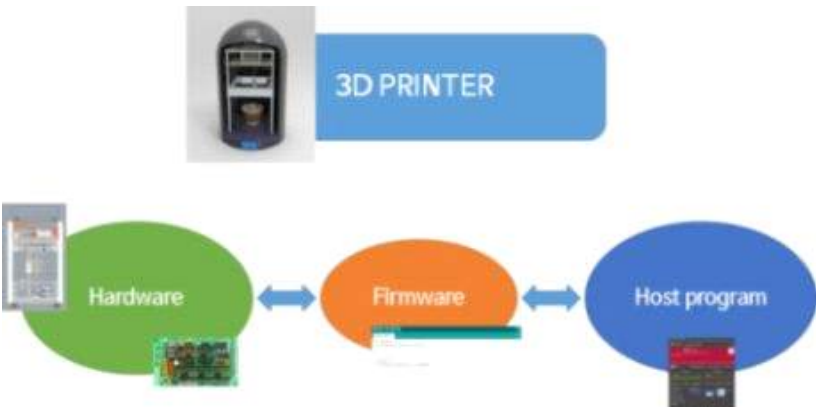
3D 프린팅은 [그림 1]과 같이 시간, 비용, 형상의 다양화, 편리성 등의 장점을 가

지고 있다. 하지만 이외에 소재의 한계와 표면 조도 등 해결해야 할 부분들도 있다.



[그림 2] 3D 프린팅 과정







3D 프린팅은 [그림 2]와 같이 3D 모델링 데이터를 3D 프린터 소프트웨어로 전송하여 실행시키면, 3D 프린터를 통하여 입체 실물모형으로 만들어지는 과정으로 이루어진다.



[그림 3] 3D 프린터 구조

[그림 3]에서 3D 프린터는 크게 하드웨어와 소프트웨어로 나뉜다. 하드웨어는 기계적인 부분을 담당하는 기구부와 모터, 전선, 보드 등 전장 부품 등으로 분류되

고, 소프트웨어는 사용자가 조작할 수 있는 호스트 프로그램과 사용자 소프트웨어와 하드웨어의 원활한 동작을 가능하게 하는 펌웨어로 나누어진다.

건축		의류	
동물구호		의료	
자동차		식품	

[그림4] 3D 프린터 활용 분야

[그림 4]와 같이 3D 프린팅은 건축, 의류, 동물구호 및 의료 등에서 널리 활용되고 있다. 기존의 방식으로 모형을 얻으려면 많은 시간과 돈이 투자되어야 하지만 3D 프린팅은 낮은 가격과 출력에 필요한 시간이 짧기 때문에 활용 분야가 넓어지고 있다.

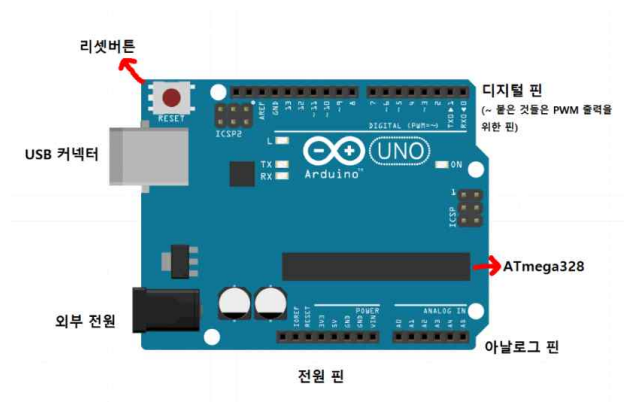
2. 아두이노

1)아두이노

아두이노는 와이어링의 동생 격으로 2004년부터 개발되어 2005년에 최초보드가 제조되었다. 와이어링은 2003년부터 개발되어 2004에 최초 버전이 나온 도구이다. 당시 IDII에 재학 중이던 에르난도 바라간이 중심이 되어 개발했다. 와이어링 보드의 중심은 세계적으로 대중적인 AVR 마이크로컴퓨터 보드이다. 이 하드웨어에 프로세싱을 기로 한 IDE와 라이브러리를 제공함으로써 프로세싱과 유사하게 프

로그래밍 할 수 있는 점이 큰 특징이다. 와이어링은 사용하기 쉬운 도구지만 비교적 비싼 부품을 사용했기 때문에 보드 자체가 약간 고가로 취미나 교육기관에서 교재용으로 사용하기에 문제가 있었다. 그래서 마시모 벤지이 와이어링을 기초로 최대한 간략하게 만들고 가격을 낮춰 제공할 수 있도록 한 것이 아두이노이다.

아두이노는 단순 로봇, 온도계, 습도계, 조명제어, 모터제어, 스마트 홈 등 제어장치들을 쉽고 간단하게 개발할 수 있는 환경을 갖추고 있다. 아두이노는 회로가 오픈소스로 공개되어 있기 때문에 누구든지 보드를 이용해 무언가를 만들 수 있다. 그러므로 현재는 가격이 매우 저렴한 아두이노 호환보드가 시중에 다수 존재한다. 아두이노 종류는 여러 가지가 있지만 가장 많이 사용되는 보드가 아두이노 우노 보드이며, 아두이노 하면 대부분이 우노 보드를 가리킨다.

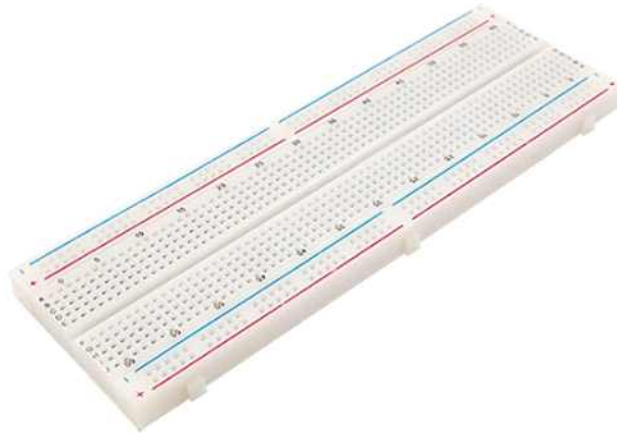


[그림5] 아두이노 우노 보드

2)브레드보드

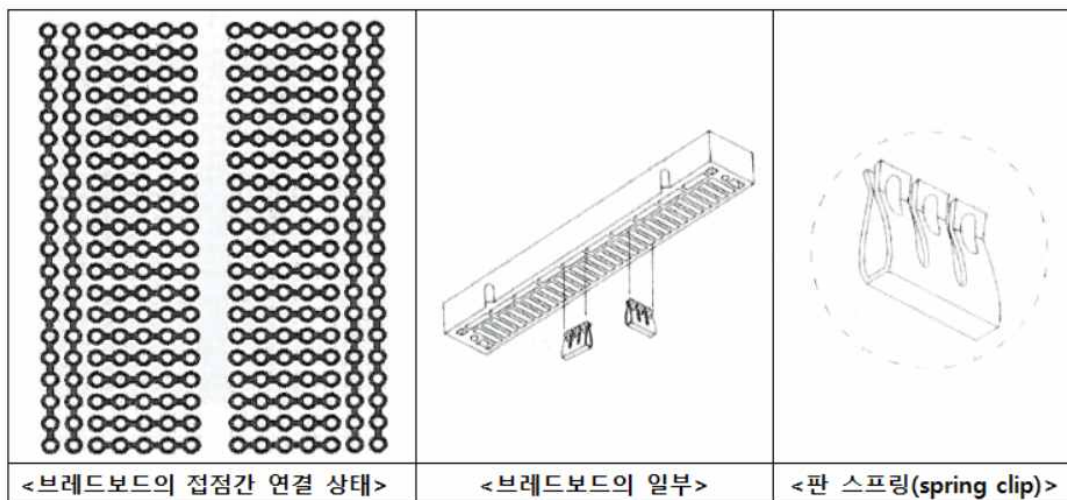
Protoboard라고도 불리는 브레드보드는 전기 및 전자회로 실험에서 기판에 납땜을 하지 않고도 회로를 구성할 수 있는 회로 구성용 도구로서, 정식 명칭은 solderless breadboard 또는 solderless plugboard이다. 브레드보드에는 여러 가지 크기와 형태가 있으나 각 쓰임새는 동일하다고 할 수 있다. 브레드보드는 납땜을 하지 않고 회로를 구성할 수 있으므로 시제품을 만들거나, 간단한 실험용으로 사용한다.

브레드보드는 세로로 파진 홈인 중앙선의 좌우에 위치한 수평 방향의 단자 띠와 수직 방향의 버스 띠로 구성된다. 단자 띠는 부품들 간의 연결을 위한 것이고, 버스 띠는 전원 공급을 위한 것이다.



[그림] 브레드보드

단자 띠는 횡 방향의 다섯 개의 접점으로 구성되는데 이들은 하나의 판 스프링을 통해 연결되어 있다. 서로 연결되어 있지 않고 세로로 하나의 열을 이루는 접점은 통상 중앙선의 좌측에서 중앙선 쪽으로 a, b, c, d, e와 같이, 중앙선의 우측으로 f, g, h, I, j와 같이 클립 열의 명칭이 붙여져 있다.



[그림] 브레드보드의 구조

3)LED

LED(Light Emitting Diode)는 반도체의 p-n 접합 다이오드의 일종으로, 순방향의 전압이 걸릴 때 단파장광이 방출되는 현상인 전기발광효과를 이용한 반도체 소자이다. 전류가 흘렀을 때 양과 음의 전기적 성질을 가진 p-n 두 화합물이 접합하여 접합 부근 혹은 활성층에서 전자와 홀의 결합에 의해 빛을 방출하는 원리를 이용한 것이다. 최근에는 이러한 LED를 이용한 산업이 긴 수명시간, 적은 유지

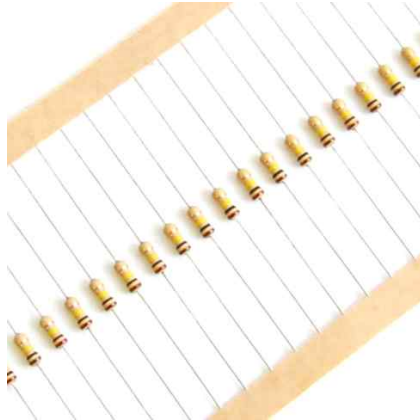
보수 비용, 고효율 등의 장점으로 주목 받고 있다. 또한 LED는 오염물질이나 유해 가스의 배출이 없고, 수은을 사용하지 않아 친환경적이다. 그리고, 10,000 ~ 50,000 시간의 수명을 가지고 있으며, 광 변환 효율이 높아 소비 전력이 적다. 2~4 V의 저전압에서 동작하기 때문에 일반 전구에 비해 전기 소비량이 적다. 또한 점등과 소등 속도가 빠르고, 소형화, 경량화, 박형화가 가능하다. LED는 일반적으로 2개의 전극단자로 구성되어 있는데, 긴 단자 쪽이 +, 짧은 단자 쪽이 -라고 한다. 따라서 각 단자마다 극성을 가지고 있고, 긴 단자에 +를 짧은 단자에 -전극을 연결하면 된다. 전류가 지나치게 흐를 경우 LED가 파손되거나 고장이 발생할 수 있으므로 저항을 달아주는 것이 좋다.



[그림6] LED

4)저항기

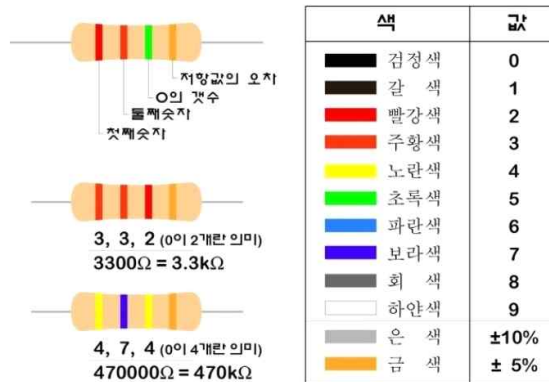
주된 전기적 특성이 저항이 되도록 제조된 회로소자를 저항기라 한다. 저항기는 전류를 조절함으로써 전기회로에서 전압 또는 전류를 제어하는 필수적인 소자이다. 이상적인 저항기는 어떤 파형의 양단전압에 대해서도 어느 순간에나 정확히 비례하는 전류가 흐르는 저항기이다. 저항기에는 크기와 형태가 다른 여러 종류가 있으나 저항기는 용도에 따라 고정저항기와 가변저항기로 나눌 수 있다.



[그림7] 고정 저항기



[그림8] 가변 저항기



[그림9] 띠 저항 읽는 법

5)LCD

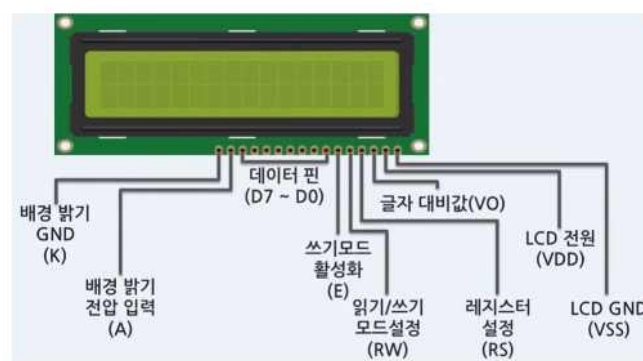
LCD는 액정(Liquid crystal)을 이용해 문자와 숫자, 그래픽, 영상을 표시하는 장치의 하나로 두 개의 유리판 사이에 고체와 액체의 중간적인 특성을 지닌 액정을 넣어 액정 안에 생기는 빛을 굴시키는 전기적 및 광학적 성질을 이용하여 문자, 이미지 등을 디스플레이 한다. 유기분자인 액정은 액체와 같은 유동성을 띠기도 하며 결정처럼 규칙적으로 배열하는 성질을 가지기도 하는 것으로, 이러한 분자배열의 변화는 외부에서 전계를 인가함에 따라 변하는 성질을 이용하여 빛을 차단하거나 통과시키는 스위치와 같은 동작을 하도록 하여 표시 소자로 구성한 것이다. LCD는 자체 발광을 하지 못하는 비발광형 디스플레이로서 외부의 빛을 이용하는 수동형(passive type)의 디스플레이라고 할 수 있다. 광원으로 예전에는 CCFL(Cold cathode fluorescent lamp)이 주로 사용되었지만 최근에는 소비전력, 화질, 수명 등의 이유로 LED(Light emitting diode)로 대체되고 있는 추세이다. 저전압, 저전력으로 작동한다는 장점이 있지만, 시야각이 제한적이고 선명함이 떨어지는 단점이 있다.



[그림10] LCD

함수	기능
<code>begin()</code>	LCD를 시작한다.
<code>clear()</code>	내용을 깨끗하게 초기화(삭제)한다.
<code>setCursor(col, row);</code>	col, row로 커서를 이동한다.
<code>print("Codingrun")</code>	Codingrun 글자를 출력한다.
<code>home()</code>	커서를 (0, 0)으로 이동한다.
<code>display()</code>	내용을 표시한다.
<code>noDisplay()</code>	내용을 표시하지 않는다.
<code>backlight()</code>	백라이트를 켜다.
<code>noBacklight()</code>	백라이트를 끈다.
<code>cursor()</code>	밑줄 커서를 표시한다.
<code>noCursor()</code>	커서를 표시하지 않는다.
<code>blink()</code>	깜빡이는 커서를 표시한다.
<code>noBlink()</code>	커서를 표시하지 않는다.
<code>write(ASCII 코드 값)</code>	한 문자를 출력한다 (ASCII 코드값)
<code>scrollDisplayLeft()</code>	표시된 내용을 좌측으로 1칸 이동한다.
<code>scrollDisplayRight()</code>	표시된 내용을 우측으로 1칸 이동한다.
<code>leftToRight()</code>	문자 표시를 좌측에서 우측으로 설정한다.
<code>rightToLeft()</code>	문자 표시를 우측에서 좌측으로 설정한다.

[그림11] LCD 함수



[그림12] LCD의 구조

LCD의 동작 원리는 자체 발광을 할 수 없기 때문에 패널 뒤쪽의 Backlight를 광원으로 사용한다. TFT가 두 개의 유리판 사이의 고체와 액체의 중간 성질을 지닌 액정(Liquid crystal)에 전기 자극을 주어 분자 배열방향을 제어하여 투과 되는 빛의 양을 조절 하게 된다. 이를 통과한 빛이 Color filter를 통과하여 색상을 표시하는 것이다.

6)조도센서

조도센서는 cds를 연결하여 만든 것으로 주변의 밝기에 따라 값이 달라진다. cds는 'Cadmium Sulfide'의 약자로 황화카드뮴이라는 빛에 반응하는 화학 물질이다. 자동으로 조절하는 자동차 전조등, 자동으로 휴대폰 밝기를 조절해주는 등 일상생활에서도 많이 활용된다.



[그림13] 조도센서

조도센서는 빛의 양에 따라 그 값이 변하는데, 조도센서의 지그재그로 된 주황색 cds가 빛의 양을 측정한다. 빛의 양을 측정하여 빛의 양이 많아질수록 전도율이 높아져 저항값이 낮아지게 되며, 빛의 양이 적을수록 저항값이 높아지게 된다. 따라서 빛의 양과 저항값은 반비례 관계라고 할 수 있다. 그리고 조도센서는 극성이 없으므로 저항처럼 아무 방향으로 꽂아도 상관없다.

7)피에조 부저

피에조 부저는 피에조를 이용하여 소리를 내는 작은 스피커이다. 피에조는 특정 방향으로 압력을 가하면 결정체의 표면에서 전기가 발생하는 성질을 이용한 것으로 여기에 얇은 판을 붙여 미세한 떨림으로부터 소리가 나게 된다. 소리가 크지 않다는 단점이 있지만 세밀하게 조작하면 음악도 연주할 수 있다.



[그림14] 피에조 부저

3. 연구 절차 및 방법

1. 연구 시작 전, 3D 프린터 출력물의 크기를 재어서 3D 프린터 출력 범위가 어느 정도인지 한계를 측정하고 탐구한다.
2. 어떻게 하면 공을 위로 올릴 수 있을지 설계한다.
3. 공을 위로 올려줄 직사각형 판의 크기를 설계한다.
4. 각 모듈에 알맞은 코드를 먼저 선행 연구하고 직접 짜본다.
5. 아두이노 보드를 이용하여 조도 센서를 작동시켜본다.
6. 아두이노 보드를 이용하여 LCD 골 전광판을 만들어본다.
7. 아두이노 보드를 이용하여 서브모터를 딜레이에 맞게 순서대로 작동시켜본다.
8. 아두이노 보드를 활용한 모듈들을 하나의 코드에 합치도록 코드를 설계한다.
9. 서브모터와 직사각형 판을 합친 모듈을 버튼과 연결하여 결합한다.
10. 우드락으로 경사면을 제작하여 공이 저절로 사이드로 빠지는지 확인한다.
11. 모든 모듈을 위치에 알맞게 배치한다.
12. 배치한 모듈들을 보기에 좋게 우드락으로 덮고 관중석처럼 디자인한다.
13. 테스트 보드게임을 한 번 해본다.
14. 추가할 점과 보완할 점을 찾아본다.

4. 작품의 내용

3D 프린터로 직접 축구 보드게임장을 제작하고, 이를 통해 3D 프린터의 출력 한계는 어디까지인가 알아볼 수 있다. 어떤 식으로 보완해야 하는지 탐구한다.

버튼과 서브 모터, LED, LCD, 부저, 조도 센서 등 각각 모듈의 코드를 제작한다.

아두이노 조도 센서 모듈로 공이 골대로 들어오면 LED의 빛을 공이 가려 작동하도록 골 판독기를 설치했다.

골대 안으로 들어온 공이 LED의 빛을 가려 조도 센서 모듈이 반응하면, 전광판 역할을 하는 LCD 모듈에 골이 몇 번 들어갔는지 출력되어 자신의 점수를 확인 할 수 있다.

골 판독기가 조도 센서 모듈에 의해 공에 반응하면, 능동 부저가 반응하여 골이 들어갔음을 소리를 울려서 알려준다.

공이 골대에 들어가면, 경사면에 의해 골이 사이드로 움직이고, 직사각형 판에 공이 고정된다.

버튼을 누르면 서브모터가 작동하여 도르래에 고정된 줄로 연결된 직사각형의 판을 팽팽하게 당겨 공을 위쪽으로 올려주고, 올라간 공은 경사면을 따라 경기장 중앙으로 자동으로 이동하여 떨어진다.

공이 위로 올라가고 몇 초 후에 서브모터가 반대로 작동하여 줄이 느슨해지면서 직사각형 모양의 판이 아래로 내려가서 게임을 계속 진행할 수 있도록 하였다.

이렇게 하면 골대 안에 들어간 공을 손으로 꺼내는 번거로움 없이 더욱더 편리하고 신속하게 게임을 즐길 수 있다.

골이 10번 들어가면 초기화가 되어 다시 0점부터 시작하도록 설계하여 친구와 내기를 한다면 등 기존의 축구 보드게임보다 더 재미있게, 창의적으로 즐길 수 있다.

과학상자를 활용하여 축구장을 벌어지지 않게 고정하거나 공이 위로 올라갈 수 있도록 도르래 작품의 내구성, 완성도 등을 높였다.

5. 결론

3D 프린터로 축구 보드게임장과 사람의 모형, 공을 올리는 데에 사용하는 직사각형 모양의 판 등을 모델링 및 프린팅을 해보면서 3D 프린팅의 기술력과, 정확성, 어느 정도 크기까지 프린팅이 가능한지, 어느 정도까지 세밀하게 프린팅해낼 수 있는지를 알게 되었다.

가장 중요하고도 어려웠던 점은 골대로 들어온 공을 어떻게 하면 위로 올려 다시 중앙으로 떨어지게 할 수 있는지에 대한 탐구였다. 고정 도르래를 이용하여 엘리베

이터처럼 위로 올리는 방법이나 서브 모터 3개를 이용하여 하나씩 작동시켜 올리는 방법, 판 두 개를 붙여 공을 위로 밀어 올리는 방법 등 여러 가지 방법들은 고안한 후 하나씩 실행에 옮겼다. 그러나 앞의 두 방법은 실행 중 기술적인 측면에서 큰 어려움과 한계를 느껴 세 번째 방법을 시도했지만, 우리의 의도대로 잘 따라주지 않았다. 자꾸 의도대로 되지 않아 막막하기도 하고 의기소침해지기도 했으나 이 부분에서 가장 큰 가능성과 희망을 느껴 수차례의 조정 및 시도를 통해 공을 위로 올리는 데에 성공하였다. 세 번째 방법도 전에 했던 도르래를 이용하였는데 도르래를 이용하는 방법을 떠올리지 못했다면 공을 위로 올리지 못했을 것이다. 여기서 또 여러 가지 아이디어가 서로 상관이 없어 보일지 몰라도 조금씩 합치면 더 효율적으로 바뀔 수 있다는 것을 깨달았다.

공을 위로 올리는 과정을 테스트할 때는 아무런 문제 없이 잘 됐는데 보드게임에 부착하는 과정에서 어떤 문제가 발생하여 서브 모터가 돌아가지 않아 공을 올리지 못하게 되었다.

이틀이라는 시간 안에 모든 것을 설계 및 제작해야 해서 부담감을 느끼기도 했다. 시간 안에 다 만들지 못할까 봐 초조하기도 하여 제대로 집중을 할 수 없었지만 그래도 골 판독기와 전광판 부분까지는 어느 정도 완성되어 뿌듯했다. 공을 위로 올리는 과정을 테스트할 때는 아무런 문제 없이 잘 됐는데 보드게임에 부착하는 과정에서 어떤 문제가 발생하여 서브 모터가 돌아가지 않아 공을 올리지 못하게 되었다. 시간이 조금만 더 있었다면 더 완벽하고 미관상에도 좋게 제작할 수 있었는데 그러지 못해서 아쉬웠다. 다음에 기회가 된다면 계속 보완하여 더욱더 완성도와 편리성 등을 높게 제작할 것이다.

6. 전망 및 활용성

우드락이 아닌 3D 프린터로 경사면과 직사각형 모양의 판을 제작하면 더욱 완성도를 높일 수 있고, 실제 시중에서 판매하는 보드게임보다 더욱 편리하고 창의적인 용도로 사용이 가능하다.

7. 참고문헌

아두이노를 활용한 프로그래밍 교육방안 탐구 및 적용

http://www.riss.kr/search/detail/DetailView.do?p_mat_type=be54d9b8bc7cdb09&control_no=b5f64388149fa1e5ffe0bdc3ef48d419

LED Short Detection 회로에 관한 연구

http://www.riss.kr/search/detail/DetailView.do?p_mat_type=be54d9b8bc7cdb09&control_no=4b8090357dd3bdfdf0bdc3ef48d419#redirect

조도 센서를 이용한 저전력 디스플레이 방법에 관한 연구

http://www.riss.kr/search/detail/DetailView.do?p_mat_type=be54d9b8bc7cdb09&control_no=70f127b4f9d6e140ffe0bdc3ef48d419#redirect