

대한기계학회 주최

제11회 전국학생설계경진대회(2021년)

설계 최종 보고서

참가부	고등부				
참가분야	공모주제 () / 자유주제 (O)				
참가팀명	물고기키우고싶다				
설계제목	자동 어항관리기				
지도교수/교사	(소속) 한국디지털미디어고등학교 (성명) 마성욱				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	김진열	한국디지털미디어고 등학교			

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	김진열	한국디지털미디어고등학교 / 2학년	
2	남필량	한국디지털미디어고등학교 / 2학년	
3			
4			
5			
6			

설계 요약문

참가분야	공모주제 () / 자유주제 (O)
참가팀명	물고기키우고싶다
설계제목	자동 어항관리기
대표자명	김진열
요약문	물고기를 키우는데 주기적으로 밥을 주는 것이 귀찮아서 이를 해결해 줄 기계를 만들겠다는 데에서 시작되었음. 조사하는 도중 어항을 관리할 때 필요한 것이 많다는 것을 깨닫고, 많은 기능을 실현하는 하나의 기계를 만들기로 하였음. 이후 관리가 필요한 부분과 해당 부품의 구매 여건을 고려하여 먹이 자동급여, 자동환수, 온도 측정, pH 농도 측정의 네 가지 기능을 실현하는 기계를 설계하기로 하였음. 먹이 자동급여는 서보모터를 이용하여 밑에 구멍이 뚫려있는 컵을 일정 시간마다 여닫을 수 있게 했고, 자동환수 기능은 수위 센서로 물의 높이를 측정한 후 일정 높이에서 떨어질 때마다 펌프 모터로 깨끗한 물을 끌어오게 하였음. 온도와 pH 농도 측정은 각 센서를 구매한 후 그 크기와 배치에 맞게 설계한 후 3D프린터로 출력하였음. 직사각형 모양의 어항에 걸어놓을 수 있도록 설계하여 걸어놓는 것만으로도 센서가 물에 닿아 측정할 수 있도록 함. 다 설계한 후에는 아두이노로 코드를 짜서 LCD 디스플레이에 측정값을 출력하도록 함.
설계프로젝트의 입상 이력	※ 교외 출품실적이 있는 경우 작성 - 출품작명 : - 대회명 : - 수상내역 :

1. 설계의 필요성 및 목적

물 생활(물고기나 수초 등의 수생생물을 키우는 행위)을 해본 입장에서 집에서 물 생활을 할 때 해야 하는 귀찮은 일들이 너무 많습니다. 주기적으로 물고기에 밥을 주는 것부터 필요할 때 환수하는 것 등이 있습니다. 저희는 처음 아이디어를 짤 때 물 생활을 할 때 키우는 생물에게 먹이를 주기적으로 급여하기가 쉽지 않다는 것을 생각했습니다. 그래서 우리가 외출했을 때나 잠자리에 들었을 때 등 우리가 직접 먹이를 주지 못할 때 자동으로 먹이를 급여하는 기계를 설계하려고 하였습니다. 하지만 갑자기 다른 여러 가지 불편함도 한 번에 해결할 수 있는 기계를 만들면 좋겠다고 생각이 번뜩 떠올랐습니다. 그래서 저희는 최종적으로 물고기에 주기적으로 밥을 주는 기능을 포함해서 어항 관리를 할 때 번거로운 일인 환수와 우리가 쉽게 파악하지는 못하지만, 물고기에 큰 영향을 줄 수 있는 수중의 온도, pH 농도 등의 여러 가지 값을 체크하는 등의 일을 해결할 수 있는 하나의 기계를 설계하게 되었습니다. 그리고 이 기계를 만듦으로써 저희를 포함한 물 생활을 즐기시는 다른 분들에게 큰 편리함을 주고, 처음 물 생활에 입문하시는 분들의 진입장벽을 낮춰 줄 수 있을 것이라고 생각합니다.

2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

1절에서 설명했듯이 먹이를 주는 것부터 해서 환수를 해주는 것, 세부적인 물의 상태를 측정하고 관리를 하는 등의 일들을 일상생활하면서 주기적으로 하는 것은 큰 노력과 귀찮음이 동반됩니다. 그래서 저희는 이러한 문제점을 해결하기 위해 저희가 하기 힘들어하는 대부분의 일들을 대신해주는 기계를 설계하기로 했습니다. 이 기계를 설계하고 제작함으로써 저희는 많은 것들이 개선될 수 있다고 생각합니다. 첫째, 간단한 관리입니다. 앞서 말했듯이 이 기계는 물고기에 주기적으로 먹이를 주고, 물의 상태를 측정해서 주기적으로 물을 갈아주는 역할을 합니다. 이 말은 저희가 이전보다 신경을 덜 써도 된다는 뜻이고 더욱더 간단하게 물 생활을 즐길 수 있다는 것입니다. 둘째, 정확한 관리입니다. 이 기계를 사용한다면 저희는 평소 감으로 했던 여러 가지 일들을 정확한 측정을 기반으로 할 수 있습니다. 먹이의 양, 환수 시기와 같은 간단해 보이는 것과 pH 농도와 같은 눈으로 측정하기 힘든 값도 정확하게 확인하여 제때 일을 처리해주기 때문에 조치가 필요한 시기를 놓쳐서 폐사하는 일이 없도록 도와줄 수도 있습니다. 이 기계를 이용하여 위의 두 가지의 요소를 바탕으로 현재보다 더욱 개선된 물 생활을 즐길 수 있을 것으로 생각합니다.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1) 설계 방법 및 배경

저희는 앞서 두 가지 부분에서의 설계 문제를 정의했습니다. 하나는 간단한 관리, 다른 하나는 정확한 관리입니다. 먼저 간단한 관리가 이루어지기 위해서는 먹이를 주기적으로 급여하는 기능과 물을 갈아주는 기능이 필요합니다. 먼저 먹이를 주기적으로 급여하기 위해서는 해당 기계를 직접 설계하고 3D 프린터로 출력하기로 하였습니다. 그 기계는 먹이를 담을 수 있는 일정한 통 밑에 작은 구멍을 뚫고 아두이노 서보모터를 이용하여 판을 움직이게 하면서 구멍을 여닫을 수 있도록 설계하였습니다. 모터를 일정한 시간을 두고 움직이게 하면서 통에 있는 먹이를 밑으로 떨어뜨리는 방식입니다. 물고기의 종류와 어항의 크기에 따라 모터의 움직이는 횟수를 조절할 수 있도록 프로그램을 작성할 것입니다. 또 환수해주는 기능을 실현하기 위한 설계도 하였습니다. 깨끗한 물을 담을 수 있는 물통과 어항 내부를 펌프 모터로 연결한 후, 수위 센서를 이용하여 특정한 높이보다 물이 낮아지면 펌프 모터를 통해 깨끗한 물을 끌어오는 방식으로 설계하였습니다.

이제 정확한 관리를 위한 설계입니다. 이를 위해 저희는 온도와 pH 농도를 측정하는 기능을 넣었는데, 아두이

노를 이용할 수 있는 온도 센서와 pH 농도 센서를 구매했습니다. 그리고 센서들의 배치를 결정한 후 그것의 크기에 맞도록 틀을 설계하여 3D 프린터로 출력했습니다. 저희는 직사각형 모양의 어항에 딱 걸칠 수 있도록 틀을 설계하여 틀을 걸치는 것만으로도 센서가 수중에서 작동할 수 있게 하였습니다. 또 이 모든 정보를 어항 옆의 LCD 디스플레이에 출력할 수 있도록 아두이노 코드를 짜서 저희가 쉽게 확인할 수 있게 했습니다.

2) 설계의 독창성

저희는 처음부터 센서를 배치하는 틀을 설계할 때 시장에서 구매할 수 있는 부품들을 각자 갖춘 후 그것들의 배치를 따로 설계하여 3D 프린터로 출력하여 제작했기 때문에 그 부분에 대하여 저작권에 대해서는 특별히 고려하거나 회피할 필요성이 없다고 생각합니다. 하지만 물고기에게 주기적으로 먹이를 급여하는 자동급여기를 설계하는 데에 있어서는 저희가 직접 설계하기에 복잡한 구조라고 생각이 들어서 인터넷에 떠도는 여러 가지 영상을 찾아보았습니다. 그 결과 pefozzy의 Automatic Fish Feeder를 기반으로 설계하였습니다. 이 설계의 저작권 문제에 관하여 생각해보는 도중 이 기계가 common creative license 배치를 달고 있는 것을 보고 자유롭게 공유하거나 설계를 변형하여 사용해도 문제가 없다는 것을 확인하였습니다. 그래서 저희는 완전히 저희가 설계한 센서를 고정하는 틀과 자동급여기가 함께 존재하는 하나의 기계를 설계하면서 저작권과 다른 특허에 잘 회피하였다고 생각합니다.

3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

저희가 생각한 저희의 설계 제약조건은 크게 두 가지로 보았습니다. 첫째는 부품의 구비입니다. 저희는 학교의 창업동아리 활동으로 대회에 나오게 된 것이기 때문에 학교로부터 예산을 받아 부품을 갖추는 방식을 사용하였습니다. 그 결과 학교에서 주문 가능한 일정에 따라 부품 구매를 요청할 수 있었고, 그러므로 요청이 많을 시에는 주문이 지연되게 됩니다. 현재 본 보고서의 최종 제출일로부터 일주일 전인 현재까지도 제품을 받지 못하고 있어 받는 대로 기계를 조립하고 작동해봐야 하는 급한 상황에 놓여있습니다. 다행히도 2~3일 이내에 제품이 도착한다는 소식을 들어서 도착하는 대로 바로 조립한다면 해결할 수 있다고 생각합니다. 둘째는 부품을 사는데 필요한 돈입니다. 저희는 방금 말했듯이 일정한 동아리 예산을 모든 동아리원이 나누어 사용해야 하기 때문에 각 팀당 쓸 수 있는 예산이 한정되어 있습니다. 이것은 저희 팀에게도 마찬가지인데 그러므로 알맞은 부품을 가장 적은 가격에 살 수 있도록 해야 했습니다. 저희는 pH 농도 센서를 사는데 15,000원, 온도센서를 사는데 5,500원, 그리고 환수를 위한 펌프 모터를 사는 데에는 8,000원을 사용하여 총 28,500원을 지출하기로 계획하였습니다. 하지만 생각했던 것보다 더욱 많은 예산이 남아서 펌프 모터와 pH 농도 센서는 각각 14,800원과 30,700원짜리 부품으로 교체하여 총 51,000원의 예산으로 사용할 수 있게 되었습니다. 예상보다 더욱 많은 예산을 쓸 수 있게 되었기 때문에 계획했던 것보다 더욱 좋은 기능을 수행하는 기계를 설계할 수 있게 되었습니다.

(3) 설계 내용

저희는 크게 세 가지 부분에서 직접 설계하였습니다. 바로 3D 프린터 출력물, 회로 그리고 아두이노 코드입니다. 먼저 3D 프린터의 출력물에 대한 설계입니다. 저희는 3D 프린터로 크게 두 가지 부품을 출력했습니다. 첫 번째는 pH 농도 센서, 온도 센서 그리고 점퍼선들을 납땜하여 연결한 판을 붙일 수 있는 몸통 부분입니다. 정면을 기준으로 왼쪽부터 수위 센서, 온도 센서, pH 농도 센서를 넣을 수 있는 구멍을 뚫었습니다. 그리고 뒷부분에 공간을 만들어 만능기판을 놓을 공간을 마련했습니다. 두 번째는 먹이 자동급여기 부분입니다. 위에서 말한 몸통 부분의 뒷부분에 작은 구멍 두 개를 뚫어 먹이 자동급여기의 판을 그 구멍에 끼울 수 있게 하여 덮개처럼 쓸 수 있도록 했습니다. 그 판에는 서보모터를 고정할 수 있는 두 기둥과 컵 부분을 끼울 수 있는 작은 구멍, 그리고 서보모터의 움직임으로 왔다 갔다 할 수 있는 먹이 가림막이 지나가는 홈이 있습니다. 컵 부분을 판에

끼운 후 먹이 가림막을 홈에 넣고, 이를 고정된 서보모터와 접촉하도록 하면, 서보모터의 움직임으로 가림막이 열렸다가 닫히면서 컵에 들어있던 먹이가 소량 어항 속으로 떨어지게 됩니다.

다음으로 회로에 대한 설계입니다. 측정값들을 출력할 디스플레이와 값을 측정하는 세 가지 센서들, 그리고 주기적으로 움직여 먹이를 떨어뜨리는 서보모터를 아두이노 우노의 5v와 gnd와 빵판을 이용하여 연결하여서 계속 작동할 수 있도록 하였습니다. 또 아두이노에 연결된 릴레이 모듈에 환수에 필요한 펌프 모터와 12v 선을 연결하여서 원할 때 펌프 모터가 작동할 수 있도록 하였습니다. 버튼은 두 가지를 배치했는데 각각 gnd와 입출력 포트에 꽂아서 버튼 입력을 받을 수 있도록 하였습니다.

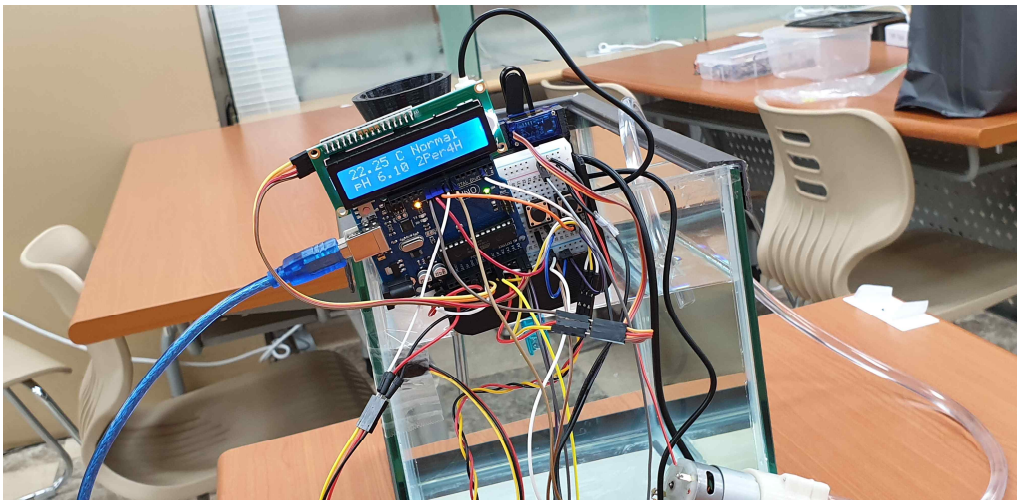
마지막으로 아두이노 코드입니다. 먹이의 급여 주기는 1번 버튼을 짧게 누르면 먹이 급여 주기가 1시간 단위로 늘어나고 길게 누르면 초깃값인 1시간으로 초기화 되도록 하였습니다. 급여 횟수는 2번 버튼을 짧게 누르면 급여 횟수가 1회 단위로 늘어나고 길게 누르면 초깃값인 1회로 초기화되게 하였습니다. 또, 여러 가지 센서의 측정값은 아두이노로 그 값을 받고 디스플레이로 출력하게 하였으며, 수위 센서의 경우 물 높이가 일정 높이 이하로 떨어지면 자동으로 펌프 모터를 작동해 깨끗한 물을 끌어오게 했습니다.

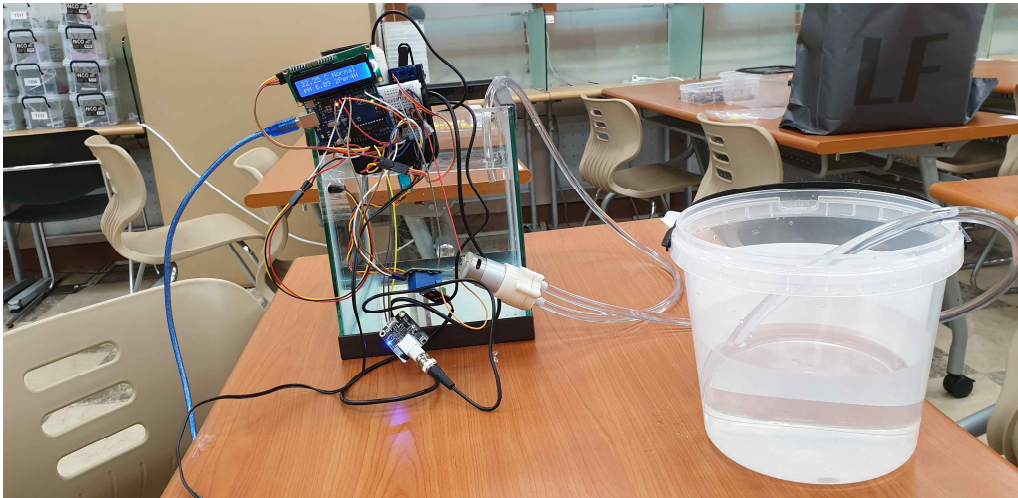
3. 설계 수행 일정

설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월
1. 개념설계 하기						
2. 센서 선택 후 구입하기						
3. 정밀하게 설계하기						
4. 3D 프린터 출력 후 조립하기						
5. 회로 설계 후 점퍼선 연결하기						
6. 아두이노 코드 짜기						

4. 설계 결과물

(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리





저희가 제작한 기계는 먹이 자동 급여, 자동 환수, pH 농도 측정, 온도 측정 총 4가지의 기능을 수행하도록 설계하였습니다. 먼저 먹이 자동 급여기에 대한 설계입니다. 밑에 작은 구멍이 뚫려있는 컵에 판이 움직일 수 있게 하여 아두이노 서보모터로 움직여 구멍을 여닫을 수 있도록 하였습니다. 그리고 아두이노로 코딩을 하여 일정한 시간마다 움직이게 할 것입니다. 자동으로 환수하는 기능은 호스로 펌프 모터와 어항을 연결한 후 수위 센서를 이용하여 물의 높이가 일정 기준보다 낮아지게 되면 옆에 받아놓은 깨끗한 물을 펌프 모터를 통해 어항으로 가져오는 방식으로 설계하였습니다. 마지막으로 pH 농도와 온도의 측정 방식입니다. 일단 측정 센서들을 고정하고 어항에 걸어놓을 수 있도록 틀을 설계하여 3D 프린터로 출력했습니다. 그 틀을 어항에 걸어놓은 후 센서를 이용하여 물의 pH 농도와 온도를 측정하여 옆에 있는 모니터에 그 값을 출력하여 알 수 있게 하였습니다.

(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

일단 저희가 설계한 결과물은 처음에 설계 문제를 정의할 때 고려하였던 간단한 관리와 정확한 관리가 모두 실현되어 있습니다. 설계를 시작할 때 가장 처음으로 생각했던 주기적으로 밥을 주는 기능과 상황에 맞춰서 자동으로 환수를 해줄 수 있는 기능이 들어있습니다. 또한, 물고기가 사는 환경에 대한 정확한 정보를 알려주기 위해 pH 농도와 온도를 알려주어 물고기의 종에 따라 적합한 환경을 고려하여 더욱 정확하고 세밀하게 관리할 수 있는 것이 장점입니다. 하지만 큰 단점이 하나 있습니다. 바로 직사각형 모양의 어항에만 사용할 수 있다는 것인데, 저희가 3D 프린터로 출력하는 것을 설계할 때 직사각형 모양의 어항에만 맞도록 설계했기 때문입니다. 또, 원형 어항은 그 크기에 따라 곡률이 달라져서 각 어항에 맞는 틀을 매번 설계하여 출력해야 하기 때문에 원형 어항에 대해서는 저희의 결과물을 이용할 수 없고 어항에 끼우는 틈이 작아서 두께가 있거나 어항 위쪽에 거치할 수 있는 벽이 뚫려있지 않다면 설치하기 어려움을 겪을 수 있습니다.

저희의 결과물은 저희가 갖춘 부품에 맞게 배치를 정하여 설계하고 출력하였기 때문에 이와 같은 기계는 없을 것이라는 생각이 듭니다. 또한, 어항에 걸어서 실행시키기만 하면 LCD 디스플레이에 측정값이 뜨기 때문에 사소한 문제들만 잘 보완하게 된다면 다른 사람들도 편하게 이용할 수 있으리라 생각합니다.

5. 활용방안 및 기대효과

저희는 일단 이 결과물을 저희의 집에 있는 어항에 걸어놓고 활용할 것입니다. 저희는 평소에 주기적으로 밥을

주고, 환수를 하는 등의 귀찮은 일을 하기 싫어서 설계를 시작했기 때문에 당장 저희에게 필요한 기계입니다. 생각보다 만드는 게 어렵지 않기 때문에 도안과 소스 코드를 올려두면 이를 이용하여 필요한 사람은 스스로 만들어 볼 수 있기 때문에 물 생활에 대한 접근성이 이전보다 많이 오를 수 있고, 아두이노를 배움으로써 접한다면 물 생활에 대한 흥미를 불러일으킬 수 있을 것으로 생각합니다.

<참고문헌>