

컴퓨터응용제어 LabVIEW

제 1 과제보고서

제목: 괴생물체 제어 시스템
이름 및 학번: 2016110576 강재원

1. 서론

(1) 제작 동기

본 제품은 그리스 로마신화에 등장하는 괴수 미노타우로스를 보고 영감을 얻은 제품이다. 감옥에 갇혀있는 미노타우로스(이하 괴생명체)를 떠올리며 괴생명체의 움직임을 특정거리 이내로 제한할 수 있는 제품을 설계해보고자 했다. 또한, 단순히 거리를 제한할 뿐만 아니라 관리자가 있을 때와 없을 때, 괴생명체가 흥분했을 때와 그렇지 않을 때 등을 상황별로 나누어 그 상황에 맞는 대처를 하게해주는 제품을 설계하고자 했다.

(2) 사용된 부품소개

가. Potentiometer

본 시스템에서 괴생명체의 움직임을 측정하는 방법으로 Potentiometer를 선정하였다. 그 이유는 이후에 구동기의 선정 이유와 함께 서술하였다. Potentiometer는 회전변위를 전기저항의 변화로 바꾸는 가변저항기로, 각도를 측정하는 센서로도 사용될 수 있다. 사용된 Potentiometer는 Knob Potentiometer 3386으로, 회전 각도를 0V와 5V사이의 전압으로 나타내어 준다. Knob Potentiometer 3386은 다음의 특성을 갖고 있다.¹⁾

Technology	Cermet
Resistance	10ohms - 5Mohms
Resistance Tolerance	±10%
Rated Power	0.5W@70°C, 0W@125°C
Max. Operating Voltage	600Vac
Operating Temperature	-55°C ~ +125°C

나. Servo motor

이 시스템에서 괴생명체의 움직임을 제어하는 방법으로는 서보모터를 채택하였다. 센서를 Potentiometer로, 구동기를 Servo motor로 선택한 이유는 Servo motor를 회전시킴으로써 이와 수직으로 맞닿아있는 Potentiometer의 일자 팔을 함께 회전시켜, Potentiometer의 회전 각도를 직접 제어할 수 있기 때문이다. 다시 말해, 구동기의 출력이 다시 센서의 입력이 되어 시스템을 제어할 수 있기 때문이다.

서보모터는 전압입력을 회전각으로 바꾸기 위해 사용되는 전동기이다. 본 제품에서 사용된 서보모터는 HS-5055MG으로, 다음의 특성을 갖고 있다.²⁾

Motor Type	Coreless
Bearing Type	None
Speed (4.8V/6.0V)	0.17 / 0.14
Torque kg./cm. (4.8V/6.0V)	1.2 / 1.5
Size in Millimeters	22.61 x 11.43 x 23.88
Weight grams	9.36

본 시스템에서는 서보모터에게 주어지는 PWM 출력 값을 Frequency값은 50으로, 주기점수를 0.04와 0.1사이의 값으로 주었다.

1) https://www.alibaba.com/product-detail/Knob-Potentiometer-3386-cermet-trim-pots_50014098576.html

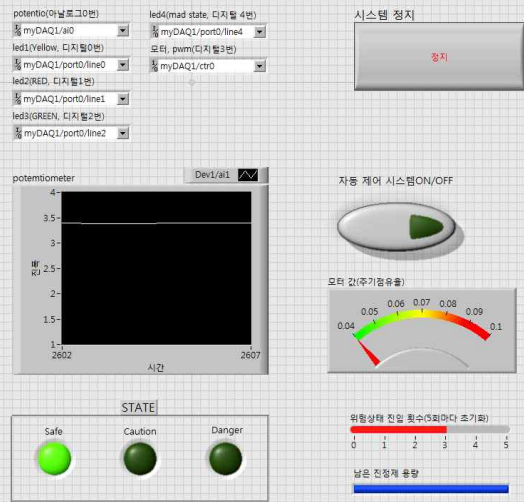
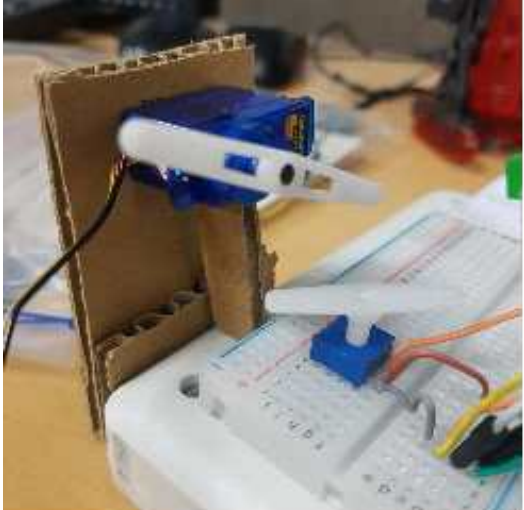
2) <https://www.devicemart.co.kr/goods/view?no=1067824>

(3) 제품 설명

본 시스템은 Potentiometer 끝에 묶여있는 괴생명체의 움직임을 제어하는 시스템이다. 이 시스템에는 관리자가 상주할 때의 수동모드와, 관리자가 없을 때의 자동모드, 이 두 가지 모드가 있으며, 프런트 패널의 on/off버튼으로 모드를 변경할 수 있다.

수동모드의 경우, 괴생명체의 상태를 led와 웨이브 폼 차트로 표현할 뿐, 다른 제어는 하지 않는다. 또한, 괴생명체의 상태가 위험상태로 5번 이상 진입했을 경우에는 Mad state로 구분 짓고 관리자에게 진정제를 투여할 것인지 묻는다.

자동모드의 경우, potentiometer에서 측정된 값이 커 위험상태가 될 때에는 서보모터를 회전시켜 시스템의 상태를 안전상태로 다시 되돌린다. Mad state의 경우, 관리자에게 묻지 않고 자동으로 진정제를 투여한다. 자동모드와 수동모드 모두의 경우 진정제를 투여의 여부는 프런트 패널의 남은 진정제 용량을 통해 알 수 있다.

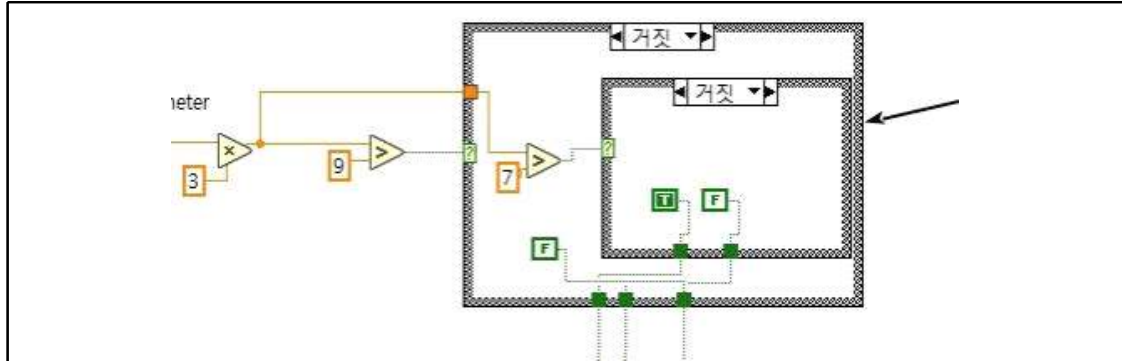
 <p>The screenshot shows a LabVIEW front panel with a grid background. On the left, there are several numeric controls and indicators for potentiometer data (e.g., myDAQ1/ai0, myDAQ1/port0/line0). In the center, there's a 'potentiometer' graph showing a black line on a white background. To the right, there's a '시스템 정지' (Stop) button with a red '정지' label. Below the graph, there's a 'STATE' indicator with three LEDs: 'Safe' (green), 'Caution' (yellow), and 'Danger' (red). At the bottom right, there's a '자동 제어 시스템 ON/OFF' toggle switch and a '모터 값(주기점유율)' (Motor Value) gauge with a color-coded scale from 0.04 to 0.1.</p>	<p>LabVIEW 프런트 패널의 모습이다. 사용자가 직접 제어할 수 있는 것은 시스템 정지 버튼, 그리고 자동 제어 시스템 ON/OFF버튼(모드변경 버튼) 두 가지이다. 웨이브 폼 차트는 potentiometer의 입력전압 값, 즉 괴생명체의 움직임을 나타내고, 미터기의 경우 모터의 주기점유율 값을 나타낸다.</p> <p>보드 위의 LED와 함께 프런트 패널 상에서 또한 시스템의 상태를 초록, 노랑, 빨강 색 LED를 통해 알려준다.</p>
 <p>The photograph shows the physical hardware setup. A blue servo motor is mounted on a cardboard stand. A potentiometer is connected to the servo's wiper. The circuit is built on a breadboard with various electronic components, including resistors and integrated circuits. Wires connect the components to a computer, likely for data acquisition.</p>	<p>실질적인 구동부라고 할 수 있는 Servo motor와 Potentiometer의 안전상태 배치모습이다. Potentiometer에 달린 일자 팔이 시계방향으로 더 회전하면 위험상태가 되고, 모터는 0.1의 주기 점유율 값을 입력받아 시계방향으로 약 120° 회전하게 된다. 이 회전은 Potentiometer의 일자 팔을 반시계방향으로 회전시켜 시스템의 상태를 다시 안전상태로 되돌린다.</p>

2. 본론

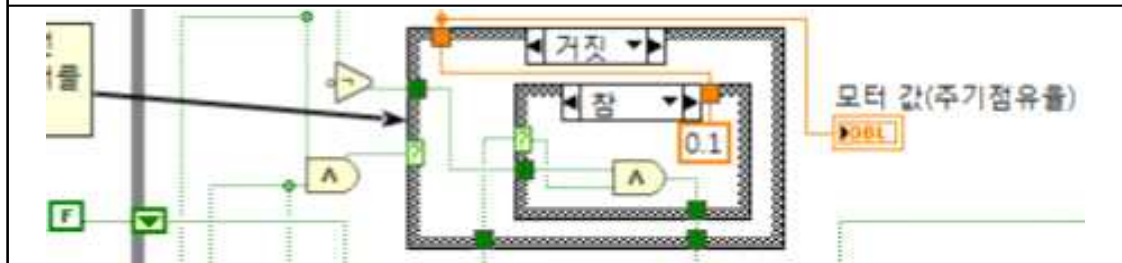
(1) 작동 원리

가. 블록다이어그램

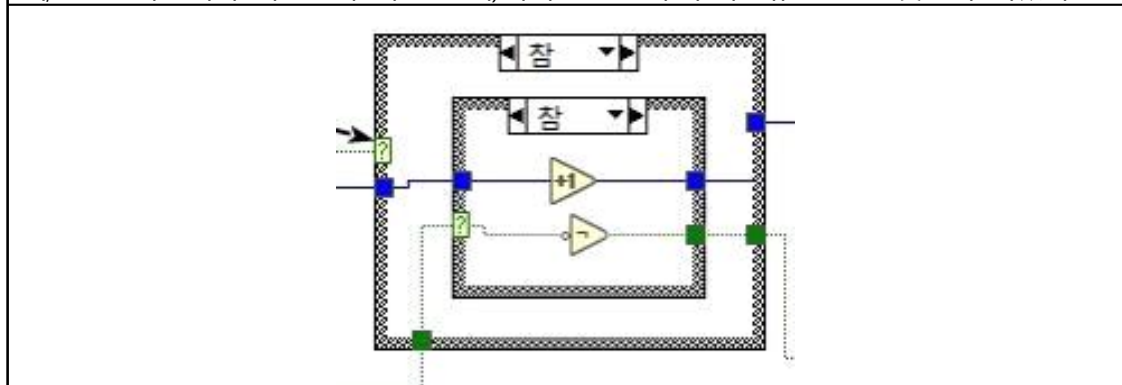
시스템의 전체 블록다이어그램은 다음 페이지에 삽입하였다. 그 중에서도, 시스템의 핵심이 되는 몇 가지 구조들에 대해서 자세히 살펴보자.



State를 구분 짓는 시스템의 가장 기본적인 케이스 구조이다. Potentiometer에서 받은 전압에 3을 곱한 값이 9를 초과하면 안전, 9이하 7초과이면 주의, 7이하의 값은 위험상태로 인지하도록 하였다. 3가지의 경우의 수가 필요하였기에 이중 케이스 구조를 이용하였다.

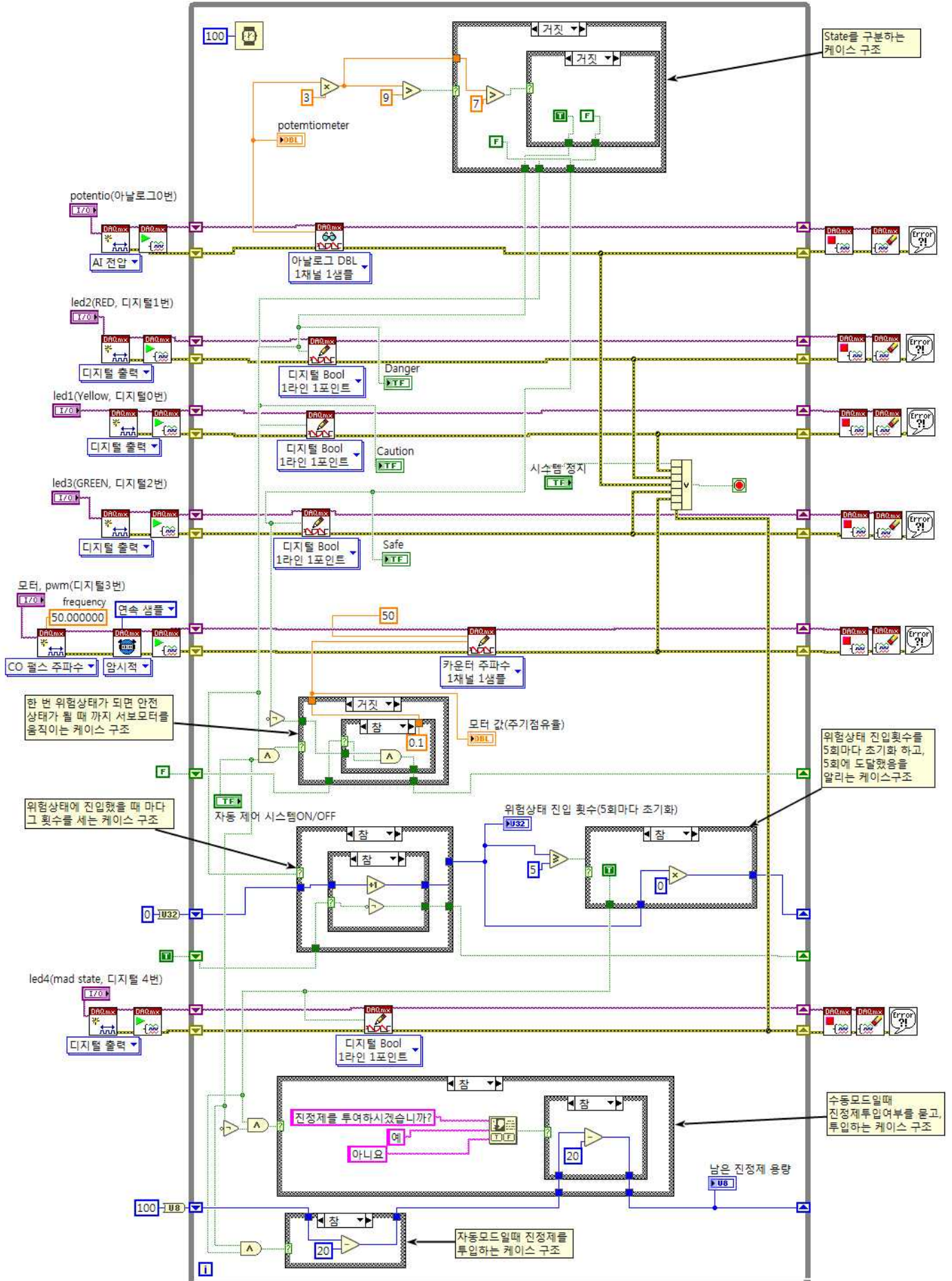


서보모터를 제어하는 케이스 구조이다. 자동제어 시스템이 ON상태이고, 위험상태라면 서보모터의 주기점유율 값을 0.1을 주어 Potentiometer를 회전시키도록 했고, 불리언 형의 시프트 레지스터를 이용하여 안전상태에 도달하기 전까지는 위험모드를 벗어나더라도(주의상태에 있어도) 그 값을 유지하도록 하였다. 또한, 평소의 상황(안전상태, 주의상태, 또는 자동제어 시스템이 꺼진 상태)에서는 0.04의 주기점유율 값을 갖도록 하였다.

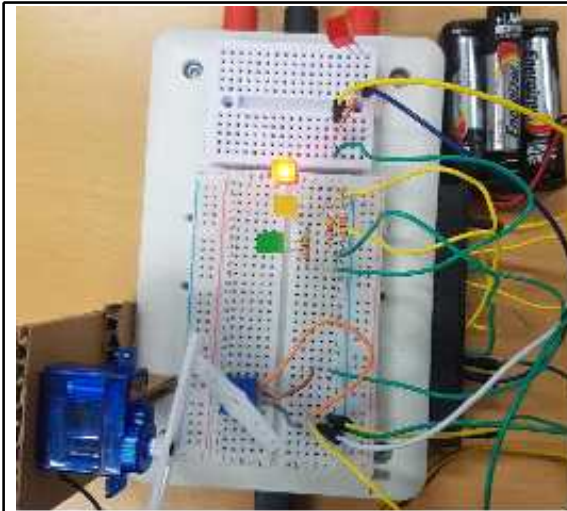


시스템이 위험상태에 진입했을 때 마다 그 횟수를 세는 케이스 구조이다. 불리언 형의 시프트 레지스터와 이중 케이스 구조를 활용하여, 위험상태에 한 번 진입했을 때 그 안에서 여러 번 카운트 되지 않도록 하였다.

본 시스템은 Potentiometer 끝에 묶여있는 과생명제의 움직임을 제어하는 시스템입니다. 이 시스템에는 관리자가 상주할 때의 수동모드와, 관리자가 없을 때의 자동모드, 이 두 가지 모드가 있으며, 프런트 패널의 on/off버튼으로 모드를 변경할 수 있습니다. 수동모드의 경우, 과생명제의 상태를 led와 웨이브폼 자트로 표현할 뿐, 다른 제어는 하지 않습니다. 또한, 과생명제의 상태가 위험상태로 5번 이상 진입했을 경우에는 Mad state로 구분짓고 관리자에게 진정제를 투여할 것인지 묻습니다. 자동모드의 경우, potentiometer에서 측정된 값이 높아 위험상태가 될 때에는 서보모터를 이용해 안전상태로 다시 되돌립니다. Mad state의 경우, 관리자에게 묻지않고 자동으로 진정제를 투여합니다.



나. 보드 Wiring



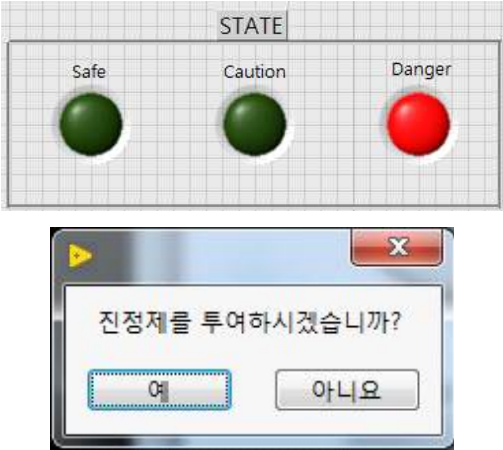
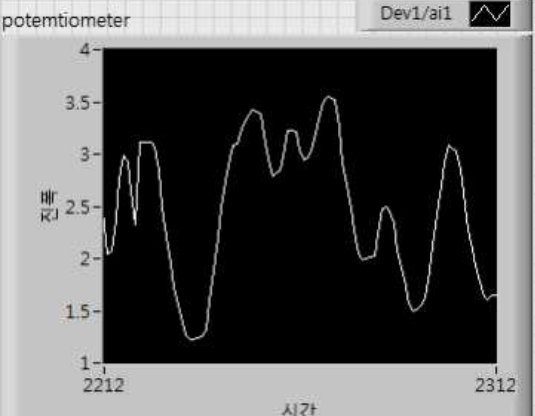
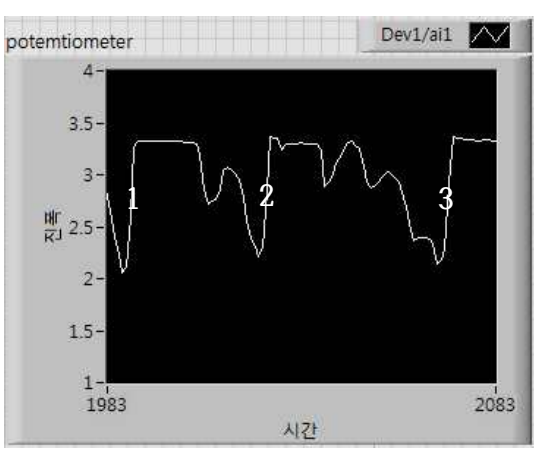
브레드보드의 윗 모습이다. Mad State알람 LED를 기존의 상태알람 LED들과 구분하기 위한 공간을 확보하기 위하여 두 개의 브레드보드를 사용하였다. 또한, 서보모터를 구동하기 위하여서는 추가적인 전원이 필요하여 1.5V전압의 AAA건전지 3개를 외부전원으로 사용한 것을 볼 수 있다.



보드와 myDAQ의 단자들이 연결되어있는 옆면의 모습이다. 블록다이어그램에 표기된 대로 Wiring을 진행하였으며, 추가적으로 Analog Input(Potentiometer)의 차동입력을 위해 A0-와 접지단자(GND)를 연결하여 주었다.

(2) 시연 결과

이 시스템의 시연 결과는 시스템이 수동모드일 때와 자동모드일 때 크게 달라진다. 다음의 표에서 두 가지 모드 모두에서 알맞은 결과가 출력되었는지 알아보았다.

수 동 모 드		<p>수동모드에선, 보드의 LED와 프런트 패널의 LED 모두 정상적으로 작동하였다. 또한 Mad State에 진입할 경우 진정제 투여 여부를 묻는 대화상자도 제대로 나타남을 알 수 있었다.</p>
		<p>수동모드에서는 괴생명체의 움직임으로 Potentiometer의 입력전압 값이 특정 값 이하로 내려가 위험상태에 도달하여도, 그 움직임이 자동으로 제어되지 않는 것을 볼 수 있다.</p>
자 동 모 드		<p>자동모드의 경우 Potentiometer의 입력전압 값이 특정 값 이하로는 내려가지 않고, 그 값에 도달하면 1, 2, 3번 곡선에 의해 다른 특정 값까지 상승하는 것을 볼 수 있다. 이 곡선들을 통해서 보모터가 괴생명체의 움직임을 성공적으로 제어하고 있음을 알 수 있다.</p> <p>또한, 그래프와는 별개로 자동모드와 수동모드 모두 진정제를 투여했을 시 진정제의 총량이 정상적으로 줄어드는 것을 볼 수 있었다.</p>

(3) 결과 분석

시연 결과는 모두 의도하였던 대로 출력되었다. 오차가 발생한 부분은 위의 자동모드 웨이브 폼 차트에서 볼 수 있듯이, 서보모터의 제어가 시작되는 전압 값들이 서로 거의 동일하지만 조금씩의 차이가 있다는 점이였다. 필자는 이를 While 루프의 Time delay에서 오는 오차라고 판단하였다. 루프가 다시 도는 100ms안에 전압 값이 위험상태가 되는 임계점을 얼마나 초과하는지에 따라 그 값들 사이의 차이가 생기는 것이다. 이 오차는 Time delay를 감소시킴으로써 줄일 수 있을 것이라 생각한다.

또한, 초기에 외부전원을 사용하지 않고 제품을 실행시켰을 때에는 오른쪽 사진과 같은 오류가 반복하여 일어났다. 이는 서보모터와 함께 다른 구동기나 센서를 myDAQ의 자체 전원을 이용하여 작동시키면 보다 많은 전력을 필요로 하게 되어 발생하는 오류이다.

myDAQ 내부의 자체 5V 전원을 이용하여 서보모터와 Potentiometer 모두를 이 오류가 발생하지 않고 작동시키기 위해서는 시스템의 Time Delay를 600ms 이상으로 주어야만 했는데, 600ms의 Time Delay는 제어시스템에서는 지나치게 긴 시간이라고 생각하였다.

따라서 이를 해결하기 위해, 앞서 언급한 외부전원을 이용하였다. 이후에는 처음에 시스템을 설계할 때 의도했던 100ms의 Time Delay를 주어도 제품이 원활하게 작동하였다.

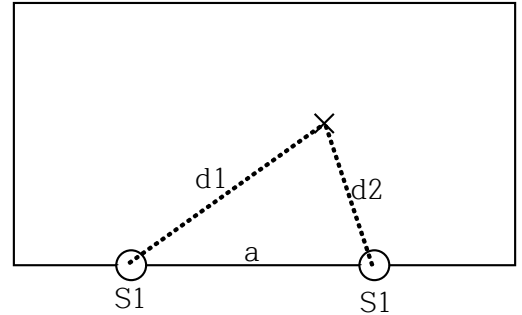


3. 결론

(1) 제품의 미비점

이 시스템의 한계로는, 제어하고자 하는 과생물체가 x 방향으로만 이동한다고 가정하고, 그 이동을 Potentiometer로 측정한다는 점이 있다. 따라서 물체의 y 방향 이동은 의도대로 제어할 수 없다는 것이 이 제품의 미비점이다.

과생물체의 x, y 방향 움직임을 모두 제어하기 위해선 하나의 Potentiometer가 아닌, 오른쪽 그림처럼 과생물체까지의 거리를 측정하는 거리 a 만큼 떨어진 두 개의 센서가 필요하다. 프로그램 내에서 $d1, d2, a$ 에 관한 관계식을 통해 과생물체가 이동할 수 있는 영역을 평면 위에서 어떠한 형태로든 제한할 수 있다.



(2) 활용 방안

이 제품의 센서와 구동기를 Potentiometer, 서브모터의 조합과 마찬가지로 서로 상호작용할 수 있지만 더 정밀한 것들로 교체한다면, 특정 물체의 움직임을 제어하려는 상황에 실제로 사용될 수 있을 것이라고 생각한다.

또한, 위에서 언급한 거리측정센서를 3개 사용한다면, 3차원 공간 내에서 특정 물체가 이동할 수 있는 공간을 만들어 그 물체의 움직임을 제한할 수 있을 것이다. 이 시스템의 장점으로서는 단순히 그 물체의 이동을 직육면체나, 구 안에 제한시키는 것이 아니라 사용자가 원하는 어떤 형태의 공간으로든 제어할 수 있다는 점이다.