

Final Project Report

시각적 균형 알림 시스템



과목: 자율사물시스템설계

담당교수: 고봉환 교수님

학번: 2019112369

이름: 황규민

목차

1. 서론

- (1)제작 동기
- (2)사용된 부품소개
- (3)제품 설명

2. 본론

- (1)작동 원리
- (2)시연 결과
- (3)결과 분석

3. 결론

- (1)제품의 미비점
- (2)활용 방안

서론

(1) 제작동기

프로젝트를 진행하기 앞서, 어떤 아이디어를 프로젝트에 활용할지 고민해보았다. 프로젝트를 위해서 MyRIO, 모터, 그리고 아두이노 키트가 제공되었다. 초반 아이디어를 내는 과정 중 MyRIO를 흔들며 주사위를 흔드는 동작을 취하면 MyRIO의 Accelerometer가 흔들리는 동작을 인식하고, 브레드보드의 LED 다이오드들이 주사위 눈금을 표시해주며 control panel에서는 게임이 진행되는 프로젝트를 구상하였지만 프로젝트의 과정이 프로젝트 주제 기준에 맞지 않아서 폐기하였다. 그리고 아이디어를 모색해보던 와중, 문득 최근 모습이 공개된 폭격기 B-21의 기사를 읽게 되었다. 그리고 B-21와 같은 항공기에는 자세방위시스템(AHRS) 및 알림 장치가 계기판을 통해 조종사에게 알려준다는 사실이 떠올랐고, 이와 비슷한 주제로 프로젝트를 진행하고 싶다는 마음이 들었다. 그리고 시각적으로 지면과 수평 상태를 알려준다는 것은 큰 의미가 있다고 판단하여 본 주제로 프로젝트를 진행하게 되었다.

(2) 사용된 부품 소개

본 프로젝트에서 사용된 부품은 NI사의 MyRIO, MXP connector, Breadboard, LED 다이오드를 사용하였다. MyRIO는 학생들이 실제 복합적인 엔지니어링 시스템을 제작할 수 있게 하는 임베디드 하드웨어 디바이스로 FPGA, 실시간 프로세서, 입출력포트 등을 지원한다. 그리고 MXP connector는 Mini Systems Expansion Port의 약자로 NI MyRIO의 확장 인터페이스이다. MXP connector에는 다양한 디지털 및 아날로그 입출력 (I/O) 핀, 전원 및 지상 핀, 기타 제어 신호를 지원하고 다양한 센서, 액추에이터, 통신 모듈 등을 MyRIO 플랫폼에 연결할 수 있다. 이번 프로젝트에서는 시각적으로 물체의 평형상태를 보여주기 위해 9개의 LED 다이오드를 사용하기 때문에 많은 wire들을 필요로 하였고, 편의성을 위해 MXP connector를 사용하게 되었다.

(3) 제품설명

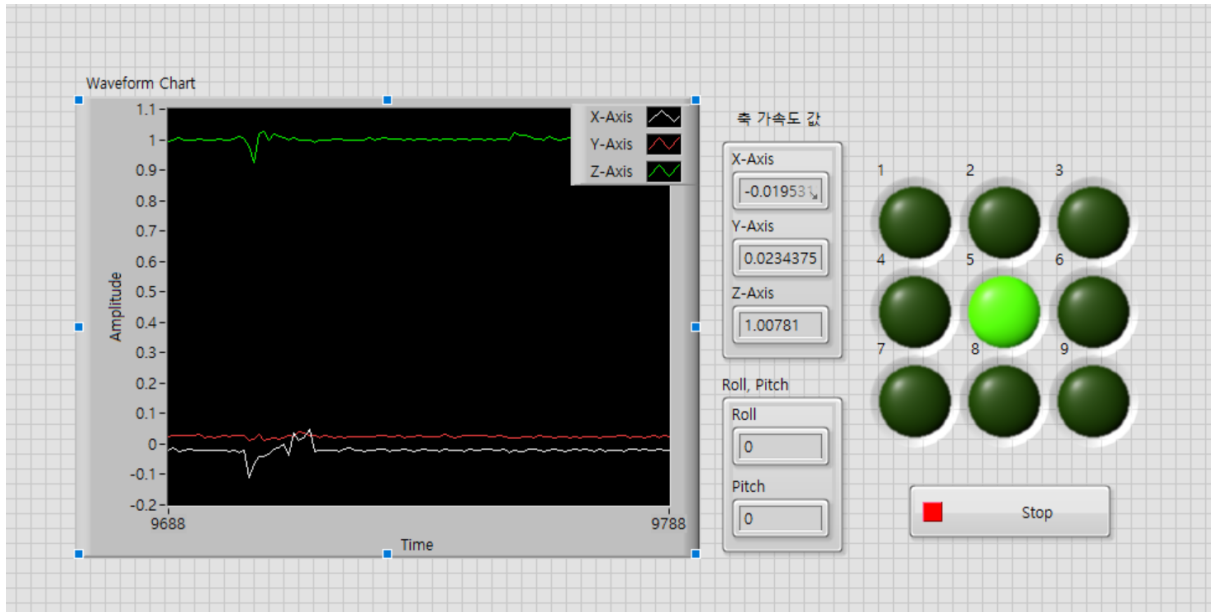


Figure 1 (Control Panel)

본 시스템은 MyRIO에 내장되어 있는 Accelerometer를 통해 X축, Y축, Z축의 가속도 값을 받아오고 웨이브폼과 클러스터를 통해 그 값을 출력한다. 그리고 연산을 통해 이 값을 Roll, Pitch로 변환하여 Control Panel에 출력한다.

또한, Breadboard에 LED를 3x3 구조로 구성하고 MyRIO가 지면과 이루는 각도값에 따라 Breadboard의 LED의 점등위치를 변화시킨다. 그리고 이를 Control Panel의 LED를 통해서도 확인하게 한다.

본론

(1) 작동 원리

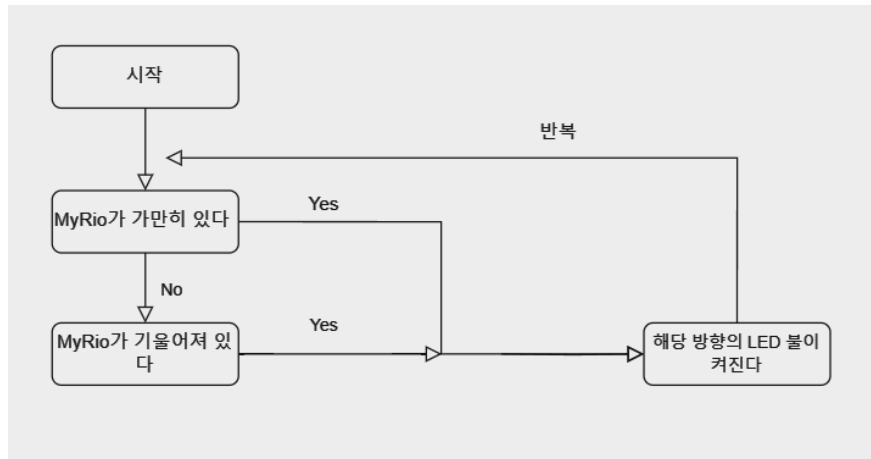


Figure 2 (Flow Chart)

시각적 균형 알림 시스템은 다음 단계들로 진행된다.

Step 1. 3X3 구조로 LED를 구성한다.

Step 2. MyRIO를 기울이는 방향에 따라 LED와 Control Panel의 LED에 불이 들어온다. LED의 방향은 MyRIO의 방향과 같으며 정 가운데 LED(5번)가 켜지는 것은 지면과의 평행 상태를 의미한다.

Step 3. 기울이는 방향을 바꾸면 균형 알림 시스템이 다시 작동하며 roll, pitch, 웨이브폼 차트 및 가속도 값이 변화한다.

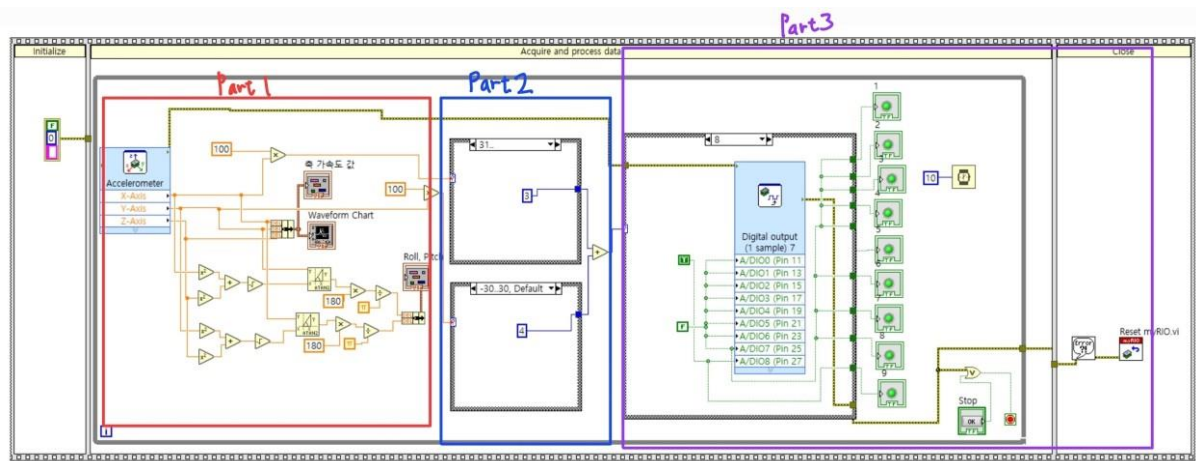


Figure 3 (Block Diagram)

블록 다이어그램의 경우 3개의 Parts로 나누어 설명을 진행하려고 한다.

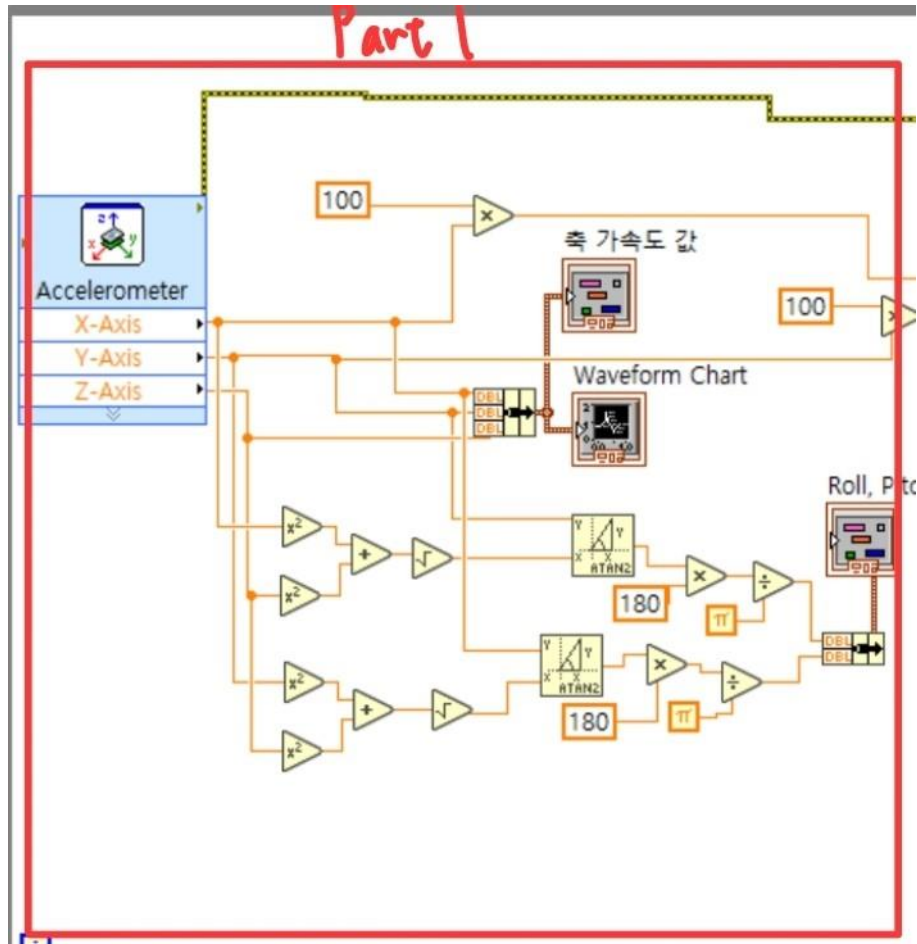


Figure 4 (Block Diagram -Part 1)

첫번째 Part는 MyRIO onboard의 Accelerometer 값을 받아오는 부분으로, MyRIO Express Vi를 사용하여 x축, y축, z축의 가속도 값을 받아온다. 그리고 x, y 값에 100을 곱하였는데 그 이유는 Accelerometer로부터 받아오는 값의 범위는 주로 -1g~1g로 매우 작기 때문에 계산과정의 편의를 위해 100을 곱하였다. 그리고 Express Vi를 통해 받아온 가속도 값들을 웨이브폼 차트와 클러스터 통해 Control Panel에 출력하도록 하였다. 또한 Roll, Pitch의 값도 계산하였는데 계산 공식은 다음과 같다.

$$Roll = \frac{180}{\pi} \tan^{-1} \frac{y}{\sqrt{x^2 + z^2}}$$

$$Pitch = \frac{180}{\pi} \tan^{-1} \frac{x}{\sqrt{y^2 + z^2}}$$

여기서 x, y, z는 각각 x, y, z축의 가속도를 의미한다. Roll, Pitch 값 또한 클러스터를 사용하여 Control Panel에 출력되게 하였다.

두번째 Part는 part 1에서 x축, y축의 가속도 값에 100을 곱한 값의 결과값이 케이스 구조로 들어오게 하였다. 그리고 케이스 구조는 결과값에 따라 범위를 나누었다. 범위는 x, y축 값 모두(~ -31), ($-30 \sim 30$), ($30 \sim$)으로 나누었고, 여기서 30은 degree로 변환하면 약 20도에 해당하는 값이다. 따라서 위 가속도 값의 범위를 Degree로 변경하게 되면 (~ -20 도), (~ 20 도 ~ 20 도), (20 도 \sim)가 된다. 그리고 이 결과값을 9개 다른 LED로 출력하기 위해 케이스구조 안에 상수를 집어넣어 두 케이스 구조의 상수를 서로 더했을 때 9개의 연속된 정수가 되도록 상수 값을 정한다. 아래 Figure 6는 그에 대한 계산 과정이다. 계산 결과 $x_1=1$, $x_2=2$, $x_3=3$, $y_1=1$, $y_2=4$, $y_3=7$ 일 때 성립한다는 것을 알 수 있었다.

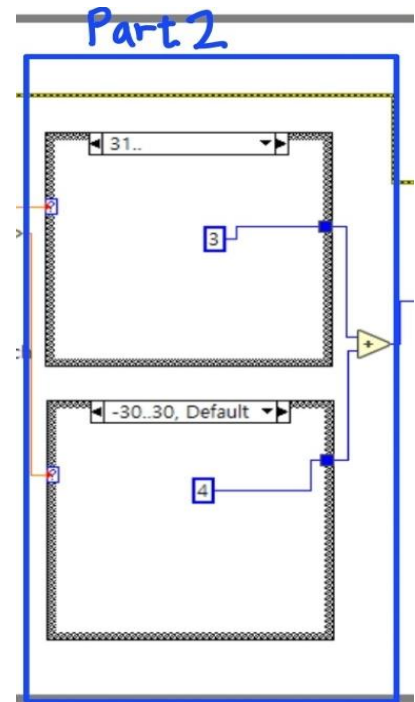


Figure 5 (Block Diagram - Part 2)

Figure 6 (Calculations for constants that should go into the case structure)

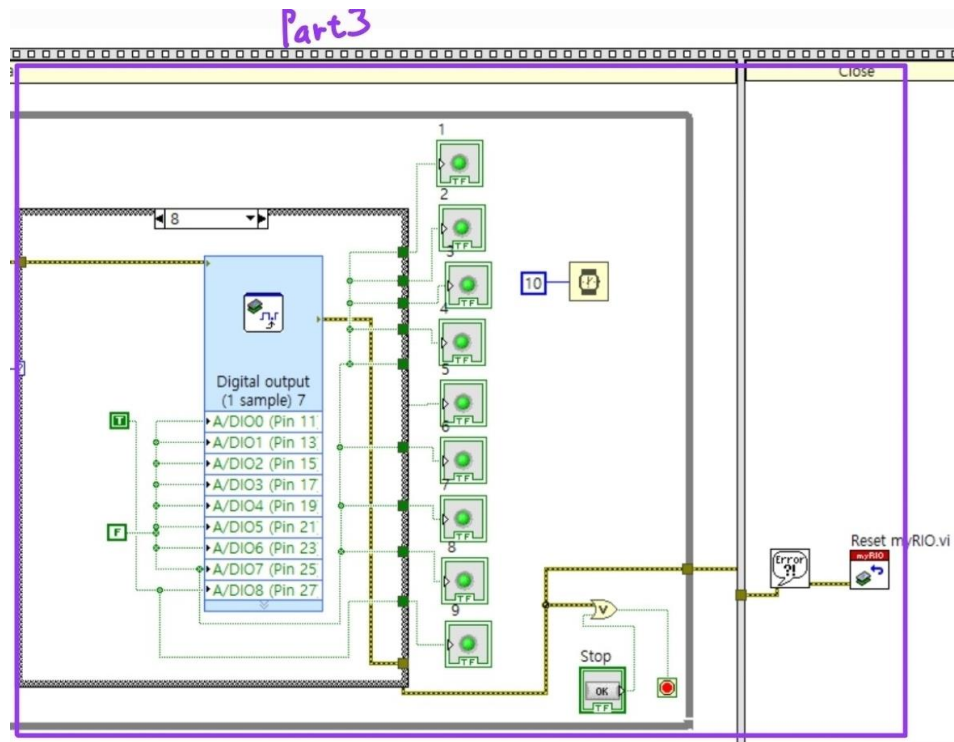


Figure 6 (Block Diagram - Part 3)

세번째 Part는 두번째 Part에서 계산된 값에 따라 9개의 케이스 구조를 통해 어떤 LED 다이오드가 켜지는지 Boolean을 통해 구분한다. Part 2 마지막 부분에서 구한 x, y 상수 계산 결과값에 따라 2~10으로 케이스구조를 나누고 케이스에 따라 LED 다이오드가 점등되게 하였다. 또한 Control Panel에서도 어떤 LED가 점등 되는지 알 수 있도록 하였다. 마지막으로 stop버튼과 error가 발생할 시 while 루프가 정지하도록 설계하였다.

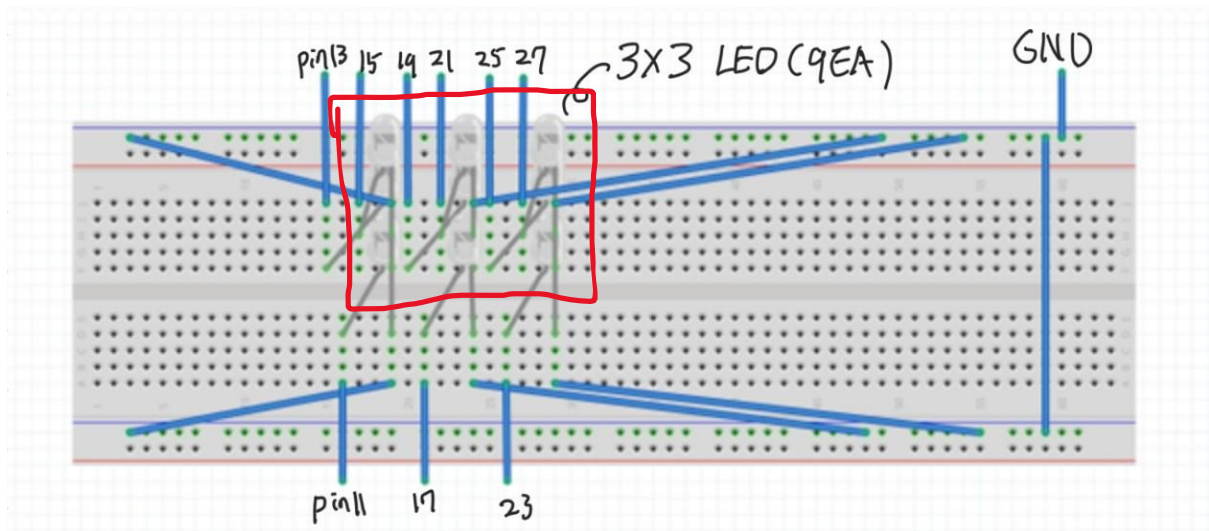
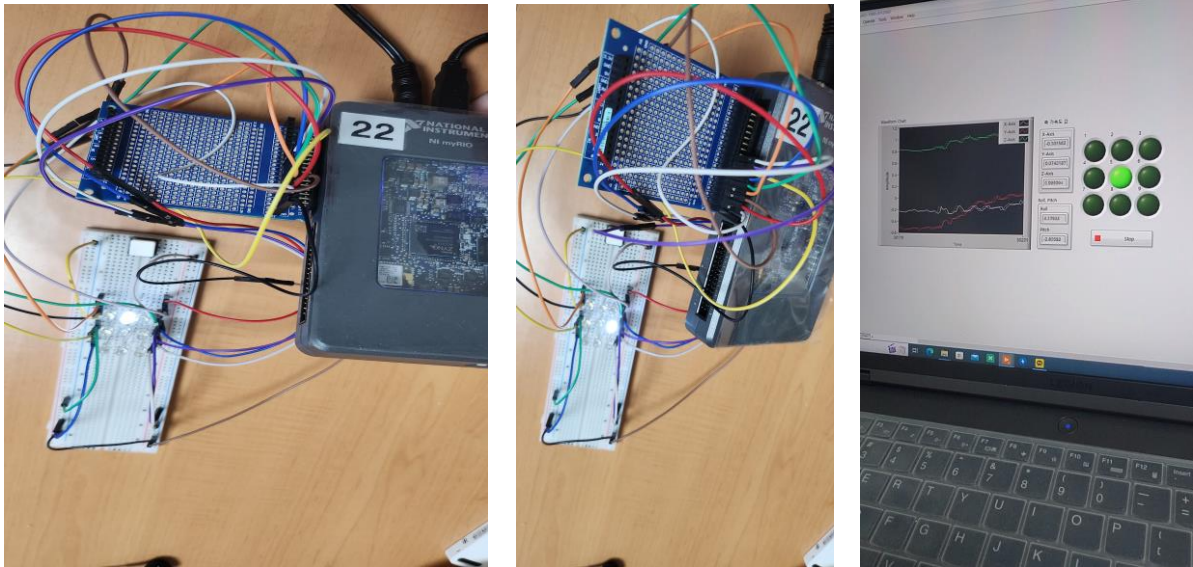


Figure 7 (Circuit Diagram)

위 Figure는 브레드보드의 회로도이며 브레드보드에 3X3구조로 9개의 LED 다이오드와 점퍼선들이 연결되어 있다. MXP connector와 MyRIO의 모습은 생략되어 있으며, 각 LED 다이오드들은 브레드보드를 통해 MXP pin에 연결되어 있고 위치에 따라 MyRIO의 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27번 pin에 연결되어 있다.

(2) 시연 결과



맨 왼쪽부터 가속도계를 앞으로 기울였을 때, 오른쪽으로 기울였을 때, 동작중인 Control Panel의 사진이다.

(3) 결과 분석

MyRIO를 앞으로 기울여 보았을 때 LED와 Control Panel의 LED 모두 변화하는 것을 확인할 수 있었다. 시연결과는 설계한 대로 Accelerometer가 기울어지는 방향으로 LED가 켜지며 잘 작동하는 것을 확인할 수 있었다

결론

(1) 제품의 미비점

이 제품은 9개의 LED다이오드를 사용하기 때문에 LED를 통해 시각적으로 자세한 각도 값을 알아내는 데에는 한계가 있다. 따라서 Control 패널에 Roll과 Pitch값을 계산하였지만 값에 오차가 있을 수 있어, 매우 정확하다고 확신할 수 없다.

그리고 Yaw 값은 본 프로젝트에서 구하지 못하였는데, yaw 값을 가속도계만을 사용하여 계산하는 것은 어렵다. 가속도계는 중력 가속도를 측정하므로, yaw 회전이 중력의 방향에 영향을 미치지 않는다. 따라서, 가속도계만을 사용하여 yaw 값을 얻는 것은 불가능하다.

이 문제를 해결하기 위해서는 보통 자이로스코프를 사용하는데, 자이로스코프는 각속도를 측정할 수 있으므로, 이를 시간에 대해 적분함으로써 yaw 각도를 얻을 수 있다. 하지만, 이 방법도 오차가 누적될 수 있으므로, 보통 자세방위시스템과 같이 가속도계와 자이로스코프를 함께 사용하는 센서 융합 알고리즘을 사용하여 yaw 값을 얻는다. 결론적으로 일반적인 자세방위시스템(AHRS)과 마찬가지로 자이로센서 또한 사용하였다면 더 다양한 값들을 받아들일 수 있었다는 생각이 들었다.

프로젝트를 진행하던 중 더 추가하고 싶었던 기능은 Pushbutton이 있는데, Pushbutton을 사용하여 제품을 껐다 켜다 할 수 있는 기능을 추가하고 싶었지만 Block Diagram을 코딩하는 데에 많은 시간을 소비하게 되어 추가하지 못했다. 하지만, 시간이 좀 더 주어졌다면 이점 역시 프로젝트에 추가하였을 것이다.

(2) 활용 방안

이처럼 Accelerometer의 가속도 값을 받아와 LED에 표시해주고, 다양한 모듈과 센서, 모터 등을 연결한다면 실생활 및 다양한 산업 분야에서 활용될 수 있을 것이라 판단된다.

그러므로 충분히 제품화가 가능할 것이라 판단된다.