LabVIEW와 가속도 센서를 이용한 진동신호 측정에 관한 연구

박지예, 문채주, 김태곤, 정문선
목포대학교 전기공학과

A Study on Vibration Measurement Using LabVIEW and Acceleration Sensor

Jiye Park, Chae Joo Moon, Tae Gon Kim, Moon Seon Jeong
Dept. of Electrical Engineering of Mokpo National University

ABSTRACT

본 논문에서는 3축 가속도 센서의 부착 방법과 위치에 따른 진동 신호의 주파수 특성을 분석하였다. 날개 하나가 깨진 환풍기를 철제 기둥에 나사로 고정하고 회전수를 50rpm, 1710rpm, 2400rpm으로 각기 달리하여 진동을 발생 시켜 가속도 센서의 부착 방법과 위치에 따른 진동 신호를 측정하고 비교하였다. 3축 가속도 센서를 측정하기 위한 측정 소프트웨어를 설계·제작하였으며, 센서의 진동을 비교한 결과 실험에 사용된 회전수에서는 각각의 부착 방법보다는 부착 위치에 따른 진동의 차이가 있는 것으로 나타났다.

1. 서 론

기계의 진동을 측정하여 측정된 신호를 통해 고장진단을 예측하는 방법은 발전시설의 회전 부를 비롯하여 기차바퀴의 진동, 차량 프레임의 안정성, 교량의 기울임, 안테나 위치, 로봇제어 등 다양한 분야에서 적용되고 있다.

기계 상태의 문제점이 일어났을 경우 온도, 압력과 같은 기계 상태의 여러 매개 변수 중 가장 먼저 감지되는 현상은 진동의 변화이고 진동의 변화를 감시함으로써 기계적 고장을 진단하여 해결할 수 있다. 따라서 최소의 비용으로 고장을 예측할 수 있는 대책 중 하나가 진동이다.

하지만 진동 센서의 경우 부착하는 위치와 방법에 따라 측정 신호의 값이 달라진다.

본 논문에서는 진동 측정 위치에 따른 기구를 설계 및 제작하여 진동을 측정하고 일반적인 부착 방법과 비교 하였다.

2. 진동과 가속도

진동을 측정하는 방법은 변위센서를 이용한 방법, 속도 센서를 이용한 방법, 가속도 센서를 이용한 방법으로 분류된다.

가속도 센서를 이용한 방법은 압전용 크리스탈을 이용한 방법으로 적용 주파수 대역이 0kHz~400kHz로 광범위하다. 가속도 센서는 발전기의 고장진단, 수송수단, 공장의 자동화, 로봇 제어시스템 등에 적용된다. [1]

본 논문에서는 3축 가속도 센서를 이용하여 진동을 측정하였다.

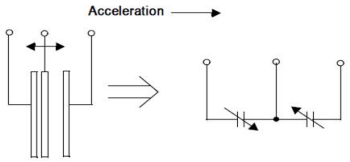

그림 1 3축 반도체 가속도 센서의 원리
Fig. 1 The principle of the 3 axis acceleration sensor

그림 1처럼 이동식 빔이 가속 시에 위치를 편향시켜 캐패시터의 값이 변형됨으로 인해 센서가 작동한다. 캐패시터 변형 값은 식(1)로 표현된다.

$$C = \frac{\varepsilon E}{D} \tag{1}$$

C: 캐패시터 값, E: 빔 이동거리, D: 빔 사이 거리

가속도는 단위 시간동안의 속도변화량이다. 즉, 속도 그래프의 어떤 한 접선의 기울기가 가속도가 된다. 식 (2)와 같이 가속도를 시간에 대하여 적분하면 속도가 구해지고, 이 속도를 적분하면 거리를 구할 수 있다. [2]

$$a = \frac{dv}{dt}, \quad v = \frac{ds}{dt}, \tag{2}$$

$$a = \frac{d(ds)}{dt^2}$$

$$v = \int (a)dt, \qquad s = \int (a)dt$$

$$\therefore s = \int (\int (a)dt)dt$$

a: 가속도, v: 속도, s: 이동거리

단순 조화 운동의 경우, 물체의 진동으로 인한 변위 는 식(3)과 같이 정현파 형태로 표시되며

$$s = Asin2\pi\frac{t}{\tau} = Asin\omega t \tag{3}$$

A: 진동진폭, τ: 진동주기, t: 시간, ω: 각속도

속도와 가속도는 식(4)로 계산된다.

$$v = \dot{s} = \omega Acos\omega t \tag{4}$$

$$a = \ddot{s} = -\omega^2 Asin\omega t = -Bsin\omega t$$

B: 가속도진폭

따라서 단순 조화 운동으로 표현되는 가속도를 측정한다면 식(4)로부터 식(5)와 같이 진동으로 인한 변위를 계산할 수 있다.

$$B = \omega^2 A \tag{5}$$

$$A = \frac{B}{\omega^2}$$

3. 실험 및 결과

본 논문에서 사용한 3축 가속도 센서는 MMA7260Q이며 제원은 표1과 같고, 감도는 800mV/g로 설정하였다.

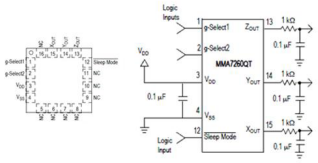

그림 2 센서 회로
Fig. 2 Sensor circuit

표 1 MMA7260Q 사양
Table 1. Specification of MMA7260Q

Output Signal	Analog			
Device	Acceleration			
Cross Axis	X, Y, Z			
g Select Pin Descriptions	g Select2	g Select1	g Range	Sensitivity
	0	0	1.5g	800mV/g
Supply Voltage	2.2V~3.6V			

실험을 위한 진동 신호를 만들기 위해 날개 하나가 깨진 환풍기를 사용하였다. 환풍기는 직류 12V로 동작하는 냉각용 환풍기로 9개의 날개가 달려있다. 환풍기를 철제 기둥에 나사로 고정시키고 환풍기에 일정한 전압을 인가하여 회전으로 인한 진동이 발생하도록 하였다.

센서는 지면으로부터 0.86m, 0.65m, 0.66m 높이에 환풍기와 90°위치로 부착하였으며, 부착 방법은 양면테이프, 마그네틱, 실리콘 접착제를 이용한 방식으로 구분하여 각 경우에 따른 진동 신호를 NI DAQ 장비와 LabVIEW 프로그램을 제작하여 측정하였다. 환풍기의 분당 회전수는 750rpm, 1710rpm, 2400rpm로 주었고, Z축 신호를 측정하였다.

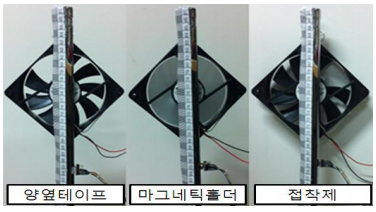

그림 3 부착 방법에 따른 실험
Fig. 3 Experiments on how to attach

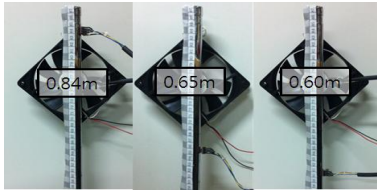

그림 4 부착 방법에 따른 실험
Fig. 4 Test on how to position

신호를 분석하기위해 LabVIEW를 이용하였다. FFT를 이용하여 주파수를 분석하였고, 식(2)와 식(5)로 가속도, 변위를 분석하였다. 진동의 잡음을 제거하기 위해 칼만필터를 이용하여 필터링하여 신호를 처리, 분석 하였다.

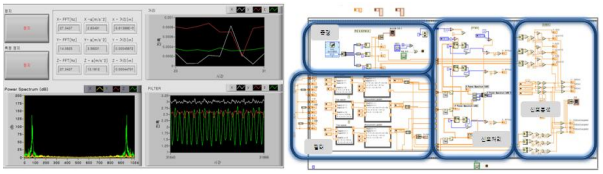

그림 5 진동 측정 신호의 예와 LabVIEW 코딩
Fig. 5 Example of the vibration measurement signal and LabVIEW coding

실험 결과는 표2와 같다. 모든 방법에서 3축 가속도 센서가 지면과 가까워질수록 변위는 감소하는 것으로 나타났으며, rpm이 높아질수록 가속도는 증가 하였고 부착 방법에 따른 주파수의 진동특성은 유사하게 나타났다.

표 2 부착 방법과 위치에 따른 실험 결과
Table 2. Results of experiments

		Double side adhesive tape		Magnetic holder		Adhesive	
		a[m/s²]	A[mm]	a[m/s²]	A[mm]	a[m/s²]	A[mm]
750rpm	0.84[m]	3.55	0.58	3.45	0.56	3.60	0.58
	0.65[m]	2.98	0.48	2.53	0.41	2.95	0.48
	0.60[m]	2.93	0.48	2.10	0.35	2.90	0.47
1710rpm	0.84[m]	8.63	0.27	7.92	0.25	9.11	0.28
	0.65[m]	6.56	0.20	6.98	0.22	6.76	0.21
	0.60[m]	6.03	0.19	6.27	0.20	6.73	0.21
2400rpm	0.84[m]	18.72	0.30	20.20	0.32	20.43	0.32
	0.65[m]	16.94	0.27	14.97	0.24	16.86	0.27
	0.60[m]	16.76	0.27	14.89	0.24	16.41	0.26

4. 결 론

본 논문에서 3축 가속도 센서와 LabVIEW를 이용하여 부착 방법과 위치에 따른 진동의 신호를 비교하였다. 부착 방법에 따른 가속도 차이는 0.15m/s²]~1.97[m/s²]로 나타났고 이동 거리로 환산하였을 경우 약±0.02[m]~±0.13[m]로 매우 적은 차이를 보이는 것으로 나타나 센서부착 방식은 유사한 특성을 보이는 것으로 나타났다. 위치에 따른 가속도 차이는 16.83[m/s²]~12.44[m/s²]로 나타났고 이동 거리로 환산하였을 경우 약±0.15[m]~±0.31[m]로 센서부착 방식에 따른 차이보다 큰 차이를 보이는 것으로 나타나 센서부착 위치에 따른 진동특성은 다른 것으로 나타났다. 또한 지면에서 가장 떨어져 있는 위치에서 진동이 가장 큰 것으로 나타났으며 센서의 부착방법에 따른 진동특성보다 위치에 따른 진동특성의 변화가 큰 것으로 나타났다.

본 연구는 “지식경제부”, “에너지 관리 공단”의 “풍력 시스템 Test Bed 센터 구축 사업”으로 수행된 연구 결과입니다.

참 고 문 헌

[1] 손병기, “센서공학”, 일진사, 2000
[2] K. Seifert, and O. Camacho “Implementing Positionong Algorithms Using Accelerometers.” Free scale Semiconductor, AN3397, 2007