

3축 가속도 센서를 이용한 엘리베이터 진동측정시스템 설계 및 구현

최성현[†], 김종수^{**}, 김태석^{***}, 유윤식^{****}

요 약

엘리베이터의 자체점검과 정기검사, 완성검사, 정밀안전검사 등은 엘리베이터 운영을 위한 중요 검사로서 엘리베이터의 성능 및 안정성을 평가하는 기초 자료다. 자체점검 및 안전검사항목에 엘리베이터의 진동에 관한 사항에 대해서는 특별히 명시되어 있지 않으나 진동은 여러 가지 분석 자료를 제공해 줄 수 있는 필수요소로 되어있다. 엘리베이터의 진동을 측정하기 위한 “EVA-625”라는 장비는 컴퓨터로 데이터를 읽어 숙련된 엔지니어에 의해 측정된 값을 분석할 수 있다. 본 논문에서는 3축 가속도 센서를 이용하여 엘리베이터의 진동을 측정하여 데이터를 송신 받을 수 있는 하드웨어와 시스템 설계 플랫폼 및 개발환경인 LabVIEW의 G 그래픽 프로그래밍 언어를 이용하여 수집되는 데이터를 분석할 수 있는 소프트웨어를 설계하고 구현하였다.

Design and Implementation of an Elevator Vibration Measuring System using 3-Axis Acceleration Sensor

Sung-Hyun Choi[†], Jong-Soo Kim^{**}, Tai-Suk Kim^{***}, Yun-Sik Yu^{****}

ABSTRACT

Self-diagnosis, regular examination, completion examination and precise safety examination on an elevator offer primary sources for evaluating performance and stability of the elevator. as critical examination for operating the elevator. The items on vibration of an elevator in the self-diagnosis and safety examination are not especially specified but vibration itself is considered as essential element to provide diverse analysis data. There is the equipment “EVA-625” for measuring vibration of an elevator. It is operated by reading data via computer and analyzing data by skilled engineer. This study aims to design and realize software to analyze data collected through the LabVIEW, a graphic program language and hardware for receiving data measuring vibration of an elevator by using 3-Axis acceleration sensor.

Key words: Elevator(엘리베이터), Car(카), Count Weight(균형추), Accelerometer(가속도센서), LabVIEW(LabVIEW)

※ 교신저자(Corresponding Author): 유윤식, 주소: 부산광역시 부산진구 995(가야동 산24번지), 산학협력관 2층 동의대학교 부산IT융합부품연구소, 전화: (051) 890-2760, FAX: (051) 890-2767, E-mail: ysyu@deu.ac.kr
접수일: 2012년 8월 16일, 수정일: 2012년 10월 19일
완료일: 2012년 12월 11일

[†] 준회원, 한국승강기대학교 승강기시스템관리과 교수 (E-mail: hyunle6869@daum.net)

^{**} 정회원, 동의대학교 산업기술개발연구소 P.D 연구원 (E-mail: seatree@deu.ac.kr)

^{***} 종신회원, 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수 (E-mail: tskim@deu.ac.kr)

^{****} 정회원, 동의대학교 부산IT융합부품연구소 소장

1. 서 론

고층건물의 엘리베이터 사고는 인명사고와 직접적으로 연결되기 때문에 엘리베이터에서 일어날 수 있는 다양한 사고를 미연에 방지하기 위해서 여러 가지 정책적인 노력과 관련 연구가 수행되고 있다 [1,2].

엘리베이터 설비는 설비를 구성하고 있는 주요 구조물들이 유기적인 관계를 가지고 상호작용하는데, 안전한 운전을 위해서는 각 설비들의 운전 상태를 수시로 점검할 필요가 있다. 엘리베이터 운행의 안전성을 높이기 위해 관리주체는 유지관리업체에 위탁하여 매월 자체점검과 검사기관을 통해 매년 정기검사를 실시하여 운행 중인 엘리베이터의 이상 유무를 판정하여 안전사고를 방지하고 있다. 엘리베이터 운행 중에 발생하는 진동 데이터는 운행 성능을 분석할 수 있는 자료로 사용되며, 실제로 점검원들이 작성하는 안전진단 보고서의 중요 자료가 된다.

엘리베이터의 안전사고 중 승객이 사망에 이르는 사고는 여러 유형이 있는데, 이 중 엘리베이터의 카와 균형추가 가이드레일을 이탈하여 서로 충돌하는 경우도 발생할 수 있다. 이러한 사고의 조짐을 조기에 발견하기 위해서는 엘리베이터의 진동을 측정하여 분석하는 것이 중요하다. 또한 사고 발생시, 안전한 인명 구조를 위해 엘리베이터의 진동을 실시간으로 파악할 수 있고, 진도의 범위가 임계값을 벗어나는 경우 승객의 안전을 위한 즉각적인 엘리베이터 피난운전을 실시할 수 있는 시스템의 개발이 필요하다.

이러한 요구를 바탕으로 본 논문에서는 현재 사용하고 있는 엘리베이터 진동소음측정 장비인 “EVA-625”와 같은 성능을 가지며, 진동을 실시간으로 모니터링할 수 있도록 4mm×4mm 크기의 소형 3축 아날로그 가속도 센서를 이용하여 진동을 측정하는 모듈과 측정된 자료를 송신하기 위한 유무선 통신 모듈을 제작하여 원격지에서 진동을 측정하고 분석할 수 있는 방법에 대해 연구하였다.

본 논문에서는 엘리베이터의 진동을 정밀하게 측정하기 위해서 3축 가속도센서를 이용하여 자료를 수집하기 위한 모듈을 설계하였고, 수집되는 정보를 실시간으로 모니터링하기 위해서 LabVIEW를 사용하였다.

2. 관련 연구

본장에서는 기존 연구와 관련된 내용과 가속도센서와 LabVIEW를 사용하여 진동을 체크하는 일반적인 방법에 대해서 살펴본다.

2.1 기존 연구와의 차별성

교통사고를 방지하기 위해 응용하는 연구는 많이 이루어지고 있다. 대표적인 연구로 GPS와 가속도계를 이용하여 이동 물체의 위치를 연속적으로 추정하는 시스템[3]과 송태진[4]의 교통사고 예방을 위해 운전자에게 안전운전을 유도할 수 있는 경고정보를 효과적으로 제공하기 위한 연구가 있다. In-Vehicle 기반 경고정보제공 전략과 관련한 선호도 조사에서는 네비게이터로 정보를 제공받기를 원했으며, 지도와 음성방송이 동시에 경고정보를 제공하는 방식으로 선호하였으며, 속도제한정보의 내용을 제공받기를 원하는 것으로 분석되었다.

건축물의 주요 설비인 엘리베이터의 안전운행을 위해서도 진동과 관련된 연구가 필요한 실정이다. 일반적인 진동의 경우에도 인체의 진동감지 감각기관이 전신에 분포하기 때문에 전신 어디에나 진동이 전달되더라도 진동감각을 일으키고 또한 직접적으로 장기조직에 물리적 영향을 줄 수 있다.

건물에 대한 진동평가의 경우, 가진원의 특성, 수진측과의 지반전달특성 및 건물의 응답특성에 따라 피해정도가 다르며 이러한 요인들은 서로 연관되어 많은 변수를 초래하기 때문에 정확한 평가가 어렵지만, 현재 건물진동 피해에 대해서는 일반적으로 독일 규격(DIN-4150, 1986 진동에 대한 구조물의 영향)이 널리 통용되고 있다.

2.2 3축 가속도 센서를 이용한 데이터 취득

엘리베이터 운행중에 발생하는 진동 데이터를 취득하기 위해서 3축 가속도 센서를 이용할 수 있다. 그림 1은 3축 가속도 센서의 예를 보여 준다.

EzSen-Accl은 레고 마인드스톰(LEGO Mindstorm)의 NXT(Next generation)와 연결 가능한 가속도 센서 모듈로서 I2C 방식의 디지털 센서이다. 가속도의 측정 범위는 $\pm 4G$ 이며, 주소변경이 가능하여 다수의 센서를 연결하여 사용 가능하다. 또한 3축의

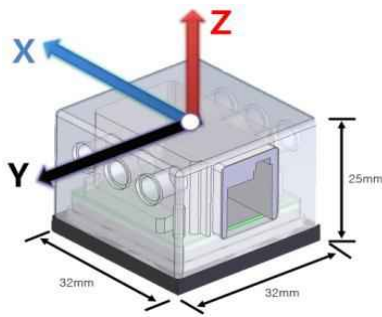


그림 1. 3축 가속도 센서의 예

가속도 중 원하는 축의 가속도를 선택하여 사용할 수 있으며, 데이터 필터링 기능이 구현되어 사용자의 선택에 따라 가속도 데이터를 필터링하여 사용할 수 있다. Offset 설정 기능을 사용하여 센서 특징에 따른 offset을 설정하여 보다 정확한 데이터를 얻을 수 있다. 표 1은 EzSen-Accl 3축 가속도센서의 사양을 보여준다.

미국 NI사에서 제공하는 LabVIEW는 시스템 설계 플랫폼 및 개발환경으로 컴퓨터를 이용한 계측과 제어를 위해 많은 분야에서 활용되고 있다[5-7]. 본 논문에서도 시스템에 필요한 임베디드 소프트웨어의 효율적인 개발과 유지보수를 이용하여 LabVIEW 2010을 이용하였다.

그림 2는 EzSen-Accl과 레고 마인드스톰(LEGO Mindstorm)의 NXT를 이용하여 데이터를 취득하는 LabVIEW 프로그램의 예를 보여준다.

그림에서 알 수 있듯이 NXT와 연결을 위해 가속

표 1. EzSen-Accl의 사양

연결 장치	LEGO Mindstorm NXT
통신 방식	TWI
동작 전류	220 μ A(최대 290 μ A)
ADC resolution	10 bit(\pm 2LSB)
측정 가속도 범위	\pm 4G

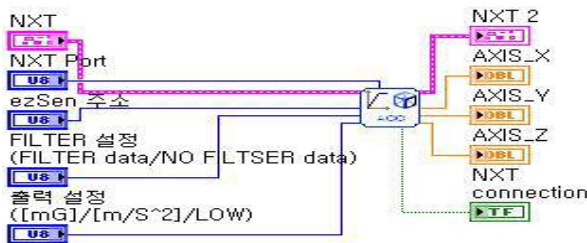


그림 2. EzSen-Accl과 NXT를 이용한 데이터 취득

도 센서의 주소 값을 설정하고 필터와 출력범위의 값을 설정하면 실수 값의 레이블을 통하여 X, Y, Z 값을 모니터링 할 수 있다.

2.3 EVA-625를 이용한 엘리베이터 운행 진동 측정

엘리베이터의 진동과 소음을 측정하는 전용 측정기는 EVA-625인데, 논문에서는 초소형 3축 가속도 센서를 이용하여 진동을 측정하는 것이 주요 목적이다. 시스템의 구현에 필요한 가속도 센서의 정밀도와 형상에 따라서 기존의 엘리베이터 진동측정 장비인 “EVA-625”와 근접한 성능 또는 동일 및 우수한 측정 장비를 제작할 수도 있다. 그림 3은 EVA-625를 이용한 측정 예를 보여준다.

EVA-625장비를 사용하는 진동 및 소음 분석을 위해서 성능 측정이 필요한 엘리베이터 카의 중앙에 측정 장비를 설치하며, 우측 나타난 그래프 중에서 가장 위쪽의 그래프는 소음을 측정한 데이터를 보여주며, 차례로 x, y, z 축의 진동 그래프를 보여준다. 마지막에 있는 z축 진동 그래프는 엘리베이터를 최하층에서 최상층으로 운행하며 측정한 데이터를 그래프로 나타낸 것임을 알 수 있다.

진동을 측정한 자료에서 Y축의 자료는 진동가속도(acceleration)다. 진동가속도는 단위 시간당 속도 변위량으로서, 단위는 m/s^2 ($gal=cm/s^2$, $g=9.8m/s^2$)이며, 중력가속도는 980gal(1G)이다. 지진에 의해 피해가 발생한 경우는 200~300gal 정도가 되며, 공해 진동에서는 30gal(많은 사람이 진동을 느낌) 전후를 대상으로 하고 있다. 진동가속도 a는 다음 식과 같다.

$$a = -w^2 A_0 \sin(ut)$$

위 식으로부터 진동 가속도 최대치(peak치)는 $A_0 \omega^2$ 임을 알 수 있다. 또한 파의 최대변화를 편리하게 나타내기 위해서 전체 진폭값을 의미하는 피크-피크 값(peak to peak치, $2A_0$)을 사용한다. 예를 들면 기계

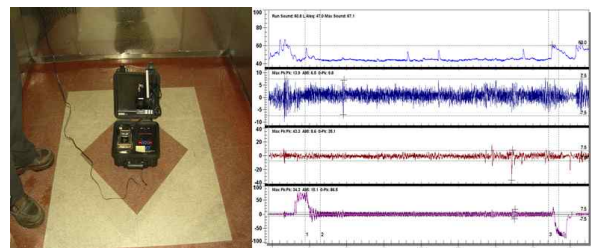


그림 3. EVA-625를 이용한 진동 측정

부속이 최대응력 혹은 기계 공차 측면에서 진동변위가 중요시될 때 사용된다.

3. 엘리베이터 안전진단 시스템 설계

본 장에서는 산업 현장에서 각 설비의 운전 상태와 이것을 제어하기 위한 디지털 지시계를 관리하는 하드웨어 시스템 구성에 대해서 살펴본다.

3.1 엘리베이터 진동 감지를 위한 하드웨어 설계

3축 가속도센서를 이용한 엘리베이터 진동 모니터링을 위하여 $\pm 4G$ 의 측정 범위를 가지며, 4mm x 4mm의 외형을 가지는 표준 LGA(lang grid array) 패키지인 16-pin 모듈을 사용하였다. 그림 4와 같은 상태에서 모듈의 출력은 중력가속도(g)가 1인 환경에서 다음과 같은 출력을 낸다.

- X축 채널 : $\pm 0g$
- Y축 채널 : $\pm 0g$
- Z축 채널 : $\pm 1g$

해당 모듈의 각 면을 그림과 같이 고정 시킨 후, 움직이지 않고 위쪽에서 아래 방향으로 1g의 중력가속도가 일정하게 작용할 경우 $A_x=0g/1.5V$, $A_y=0g/1.5V$, $A_z=1g/1.8V$ 의 벡터값을 기본으로 가지며, 온도 25C에서 $\pm 4g$ 범위의 가속도를 검출하기 위해서 모듈에 $V_{DD} = 3.0V$ 가 공급되면 감도(Sensitivity)는 기본 값은 $V_{DD}/10$ 인 $0.3V/g$ 의 벡터양이 출력된다.

A_x , A_y 와 A_z 는 동작중인 가속도의 벡터 요소들인데, a_x , a_y , a_z 축의 감도에 $V_{DD}/2$ 를 더한 값과 같은데, 감도(sensitivity)로 표시된다. 그림 5는 엘리베이터의 진동 감지를 위해 설계된 3축 가속도 센서 모듈의 회로를 보여준다.

센서를 사용하여 측정된 벡터값은 NI-9205 모듈을 통하여 아날로그로 입력값을 디지털 출력으로 변환시키고, AP 기능이 있는 NI-cDAQ-9191로 전송된다. 이후 NI-cDAQ-9191와 접속된 유무선 단말기

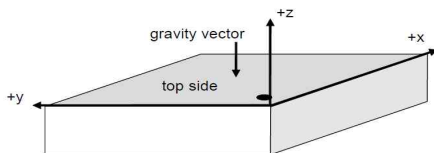


그림 4. 극성에 따른 가속도 출력

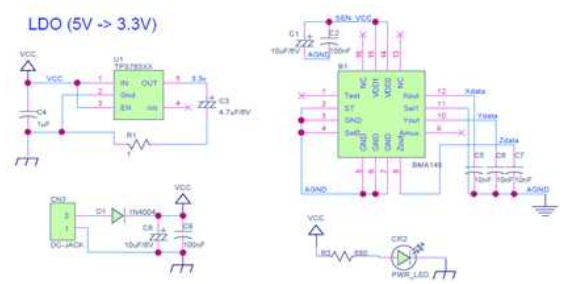


그림 5. 진동 측정을 위한 센서 모듈 설계

로 데이터가 전송된다.

3.2 진동 감지를 위한 소프트웨어 설계

엘리베이터의 진동을 실시간으로 모니터링하기 위해서는 가속도센서로부터 입력되어지는 값을 판별하기 위한 제어반이 필요하며 엘리베이터의 전체 운전을 제어하는 제어부와의 데이터 송수신도 필요하다.

가속도센서로부터 입력되는 값의 분해능(Resolution)을 높이고, 엘리베이터의 기울기를 측정하기 위한 입력 범위에 알맞게 신호를 증폭 또는 축소하여 최적의 입력범위(Input Range)를 산정하는 기능의 구현이 필요하다.

NI사에서 제공하는 시스템 설계 플랫폼 및 개발환경인 LabVIEW의 그래픽 프로그래밍 언어인 G를 이용하면 사용자의 요구사항을 충족시켜줄 수 있는 인터페이스 구현을 위해 다양한 컨트롤러를 사용할 수 있으며, 다른 언어에 비하여 비교적 손쉽게 구현할 수 있다는 장점이 있다. LabVIEW를 이용하여 구현된 블록다이어그램은 그림 6과 같다.

프로그램이 실행되면 DAQmx Add Network 컨트롤에 입력된 ip 주소(ex:169.254.237.129)에 위치한 cDAQ9191의 유무선 통신 모듈에 부착된 NI 9205 아날로그 입력 모듈 장치를 검색한 후 지정된 시간

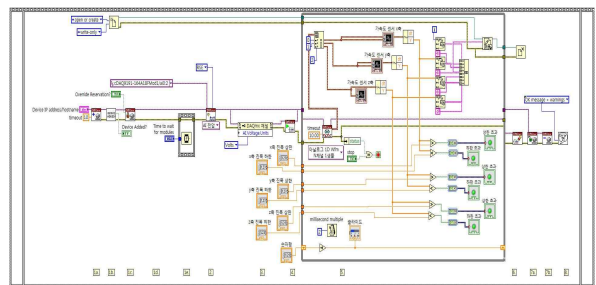


그림 6. 시스템 블록 다이어그램

(1000ms)이 지난 후 3축 아날로그 가속도 센서 모듈로부터 입력되는 값을 받는다. NI 9205는 32개의 16비트 아날로그 입력 채널이 있는데, 설계된 모듈은 0~2번의 3개 채널만 사용한다. 내부에 100kHz의 발진기를 사용한 DAQ 채널 속성노드를 사용하여 이벤트를 카운터하기 위한 카운터 입력채널을 생성한다. 그리고 카운터를 시작하기 위한 DAQmx Start Task.vi를 호출한다. 카운터는 프론트 패널의 [Stop] 버튼이 눌러지기 전까지 지속되며 버튼이 눌러지면 네트워크 디바이스를 해제하고 에러처리를 한 후, 작업을 끝낸다. 센서에서 측정된 값을 읽어 들여서 표시하는 프론트 패널을 그림 7과 같이 설계하였다.

AP로 작동하는 NI-cDAQ9191로 접속하기 위한 에디터박스와 센서로부터 읽어 들이는 값을 제어하기 위한 입력박스 그리고 프로그램의 실행을 멈추는 Stop 버튼 기능을 가지고 있으며, 센서가 읽어 들이는 x, y, z 값을 표현하기 위한 그래프 3개로 구성되었다. 그래프를 출력하는 컨트롤의 상한 하한 값이 설정된 값의 범위를 넘어갈 경우, 컨트롤 우측 상단 버튼에 True 값이 입력되어 녹색 불이 들어오도록 구현되었다.

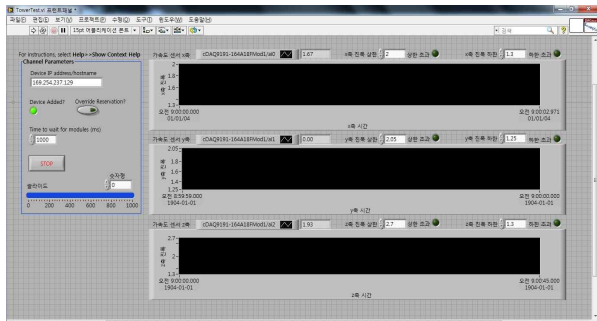


그림 7. 시스템 프론트 패널

3.3 테스트 베드와 테스트 모듈

9층 건물에 설치되어 실제 운행 중인 L사의 승객용 엘리베이터를 테스트 베드로 사용하였는데, 운행 속도는 90m/min으로, 24인승인 엘리베이터이며, 최대 중량은 1,600kg이다.

설계를 바탕으로 구현된 측정 모듈과 엘리베이터 점검원들이 사용하고 있는 장비인 EVA-625를 동시에 사용하여 측정 자료를 수집하였다. 가속도센서와의 통신은 NI-MAX에서 인식된 장비인 NI cDAQ-9191에 디바이스를 추가한 후, WiFi를 통하여 Win-

dows XP 운영체제를 사용하는 노트북으로 측정값을 받아들였다. 그림 8은 NI사에서 제공하는 cDAQ 9191 AP(Access Point)의 환경을 설정하여 아날로그 입력을 테스트한 화면을 보여준다.

cDAQ9191은 무선 통신을 다른 무선네트워크 통신에 연결할 수 있는 기능과 자체적으로 AP 역할을 해서 무선 통신 단말기와 정보를 송수신할 수 있다. 그림 9는 전체 시스템 구성을 나타낸다.

그림에서 가속도센서의 출력 값을 무선인터넷으로 송신해주는 모듈은 외부에 직렬로 연결된 건전지로부터 5V의 전압과 전류를 받아서 자체 전력을 사용한다. 또한 무선 AP 역할을 해주는 송수신기인 NI cDAQ-9191도 직렬로 연결된 자체 건전지로부터 모듈에 필요한 전력을 공급받을 수 있게 구성되었다.

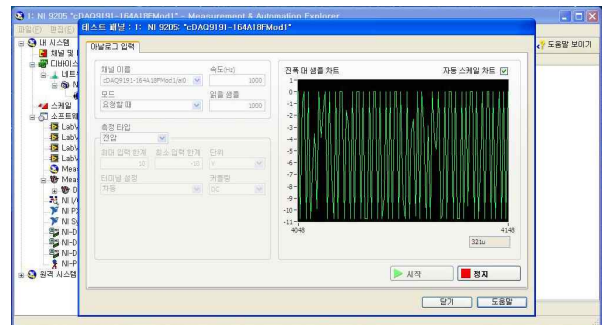


그림 8. NI-MAX를 이용한 cDAQ9191 환경설정



그림 9. LabView의 그래프 출력 컨트롤

4. 분석 및 평가

실제 운행되고 있는 9층 엘리베이터를 운행하고 있는 건물에서 논문에서 구현된 3축 가속도 측정 센서 모듈과 엘리베이터 점검원들이 현재 사용하고 있는 진동 소음 측정 장비인 EVA-625를 동시에 사용하여 데이터를 수집하고 성능을 비교 분석하였다. 그



그림 10. 설계 모듈과 EVA-625 성능 비교

림 10은 성능 비교 테스트 화면을 보여준다.

전용기기인 EVA-625를 이용한 진동 측정은 상승과 하강을 2번 측정하여, x, y, z축의 진동 데이터를 수집하고, 상승구간과 하강 구간의 중간 지점에서 비상정지를 테스트 한다. EVA-625와 자체 제작한 3축 가속도 센서 모듈을 이용하여 1~9층의 상승과 하강의 진동 데이터를 동시에 수집하였다. 그림 11은 엘리베이터 성능 테스트 중에서 1층에서 9층으로 운행되는 상승 테스트 화면으로 EVA-625와 LabVIEW를 통하여 출력된 3축가속도 센서를 이용한 모듈의 성능 비교화면을 보여준다.

그림 12는 엘리베이터가 상승 중일 때 5층에서 일어난 비상정지를 테스트 한 화면이다.

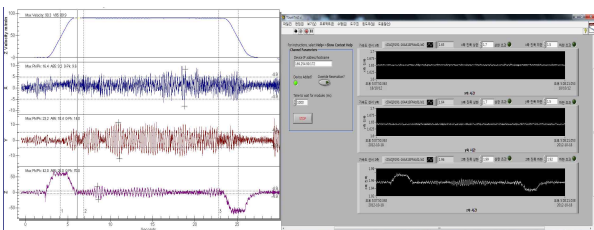


그림 11. EVA-625(좌)와 구현 모듈(우)의 상승 테스트 성능 비교

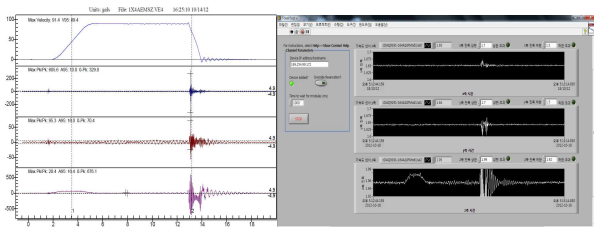


그림 12. EVA-625(좌)와 구현 모듈(우)의 상승 중 5층 비상정지 테스트 성능 비교

EVA-625와 구현 모듈 모두 같은 시간대에 X, Y, Z축에서 심하게 요동친 파형을 볼 수 있다.

EVA-625는 가속도 센서의 데이터 샘플링 주기가 0.125sec 이지만, 본 논문에서 구현된 3축 가속도 센서 모듈의 데이터 샘플링 주기는 3ms여서 같은 시간대에 더 많은 데이터를 취득할 수 있다는 장점이 있다.

LabVIEW의 그래프 패널은 3ms의 단위로 취득되는 데이터를 엑셀과 같은 파일로 저장할 수 있는 기능이 있으며, 이를 이용한 그래프를 그릴 수 있다. 그림 13은 엘리베이터가 상승 가속도를 받기 시작하는 시점에서 3ms 단위로 취득된 데이터와 이용하여 나타난 엑셀 차트를 보여준다.

5948~5963의 구간에서 샘플링된 z축 자료는 다음과 같은 식 1에 의해서 가속도를 계산할 수 있다.

$$A_z = \left(\frac{V_{DD}}{2} + S \cdot a_z \right) \tag{1}$$

$\Delta t(5949) - \Delta t(5948)$ 구간에서 0.149g 만큼 가속도 감소가 일어났고, $\Delta t(5950) - \Delta t(5949)$ 구간에서는 0.2136g 만큼 가속도 증가가 일어났음을 볼 수 있다.

가속도 증가가 일어나고 있는 $\Delta t(5949) \sim \Delta t(5959)$ 구간의 자료를 분석하면, 0.03초 동안 0.4272g의 가속도 증가가 일어난 것을 알 수 있다.

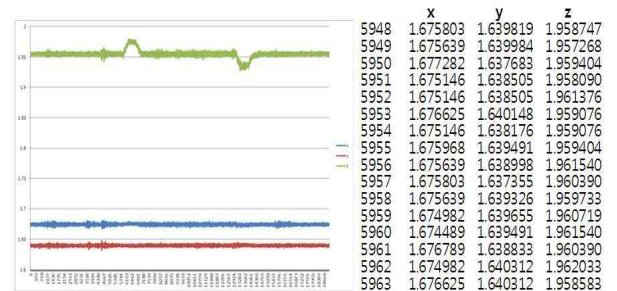


그림 13. 엑셀로 송출된 자료의 가속 부분(우)와 z축 전체 차트(좌)

5. 결 론

본 논문에서 엘리베이터의 진동 측정을 위하여 기존에 사용되었던 외국산 EVA-625 장비를 대체할 수 있는 3축 가속도 센서 모듈을 설계하고 LabVIEW를 이용한 소프트웨어 구현방법을 보였다.

3축 가속도 가속도센서로부터 취득된 데이터를 분석하기 위하여 LabVIEW의 그래픽 언어를 사용하

여 프론트 패널과 블록다이어그램을 설계하고 구현하였다.

구현된 시스템은 엘리베이터의 진동을 실시간으로 측정하여 무선 인터넷 환경에서 자료를 수집할 수 있는 기능이 있다. 또한 소형으로 설계되어 엘리베이터의 진동을 다양한 방법으로 측정하여 분석해 볼 수 있다는 장점이 있다.

시스템의 평가를 위하여 실제 운행 중인 9층 엘리베이터를 이용하여 설계된 모듈과 EVA-625모듈의 측정 데이터를 수집하여 성능을 비교분석하였다. 엘리베이터의 상승과 상승 시 비상정지 상황을 테스트하였다. LabVIEW의 그래프 컨트롤을 이용하여 엑셀파일로 송출된 데이터를 이용하여 감속과 가속이 일어난 구간을 분석할 수 있었다.

향후 설계된 모듈의 지속적인 성능 최적화를 통하여 외산 측정 장비를 대체하여 무역 수지를 개선할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 임희섭, 정은비, 오철, 강경표, “자이로센서를 이용한 사행운전 감지 및 경고정보 제공 알고리즘 개발,” 한국ITS학회논문지, 제10권, 제2호, pp. 42-54, 2011.
- [2] 최동원, “진동 측정을 통한 권상기 기어 결함 분석,” 서울과학기술대학교 산업대학원 석사논문, pp. 20-27, 2011.
- [3] 염정남, 이금분, 박정진, 조범준, “GPS와 가속도계를 이용한 이동 물체의 위치 추정 시스템,” 멀티미디어학회논문지, 제12권, 제4호, pp. 600-607, 2009. 4.
- [4] 송태진, 오철, 오주택, “실시간 교통안전 경고 정보 제공을 위한 이용자 선호도 분석 연구,” 대한교통학회지, 제27권, 제4호, pp. 7-16, 2009.
- [5] 광두영, LabVIEW 데이터 수집 및 CompactRIO, 도서출판 Ohm, 서울시 용산구, 2011.
- [6] 이지용, 류대현, 신승중, 나종화, 김정태, 최만림, “무선 환경에서의 진동 소음 분석 시스템의 개발,” 한국정보통신학회 춘계학술대회지, 제8권, 제1호, pp. 259-262, 2004.
- [7] 이운선, 박만곤, “NI PXI-7352를 활용한 PC 기반의 고성능 2축 스텝 모션 제어시스템 개발,” 멀티미디어학회논문지, 제13권, 제2호, pp. 179-184, 2010.
- [8] 강준환, 김선형, “LabView를 이용한 자동차 제동시험 S/W 구현,” 한국정보통신학회, 제12권, 제4호, pp. 752-757, 2008.
- [9] 황성주, 이경현, “가상 모의 실험을 통한 개별학습 프로그램 개발,” 멀티미디어학회 춘계학술발표논문집, pp. 386-389, 2001.
- [10] 박상국, “휴대폰과 Labview를 활용한 원격제어,” 한국정보통신학회 춘계학술대회지, pp. 797-801, 2008.



최 성 현

1994~2009년 한국승강기안전 관리원 책임검사원
2010년 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학전공 공학박사
2009년~현재 한국승강기대학교 승강기시스템관리과 교수

관심분야: 승강기, IT 융합, 정보시스템



김 태 석

1981년 경북대학교 전자공학과 공학사 졸업
1989년 일본 KEIO대학 이공학부 계산기과학전공 공학석사
1993년 일본 KEIO대학 이공학부 계산기과학전공(공학 박사)

1993년 일본 국제전신전화연구소(KDD) 기술고문
1993년 일본 KEIO대학 이공학부 객원연구원
1994년~현재 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수
관심분야: 정보시스템, 기계번역, 인터넷비즈니스



김 종 수

1992년 부경대학교 냉동공학 전공 공학사 졸업
2003년 부산외국어대학교 컴퓨터공학전공 공학석사
2006년 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학전공 공학박사
2012~현재 동의대학교 산업기술

개발연구소 P.D 연구원

관심분야: 소프트웨어 설계, 게임



유 윤 식

1978년 부산대 대학원 물리학과 (이학석사)
1990년 부산대 대학원 물리학과 (이학박사)
2008.6년~현재 동의대 부산IT융합부품연구소 소장

2010.03~현재 동의대학교 방사선학과 교수
관심분야: IT융합, 광통신