

스트레인게이지 센서용 데이터획득시스템의 개발

Development of Data Acquisition System for Strain Gauge Sensor

조 시 형* 박 찬 원**
Cho, Si-Hyeong Park, Chan-Won

Abstract

This research suggested a development of a Data Acquisition System for strain gauge sensor which enables the usage of portable device in the various engineering field that includes, a strain indicator which is frequently used in civil and mechanical engineering, and a GUI function of data acquisition device. The developed system can record 16 channels of strain gauges at a time and its resolution is over 16 bits which can be used effectively in the actual field.

키워드 : 데이터획득시스템, A/D 변환 시스템, 스트레인게이지
Keywords : Data acquisition system, A/D conversion system, Strain gauge

1. 서론

스트레인게이지는 금속저항체박막의 플렉시블한 센서로서 역학적인 변형률의 측정에 널리 사용되고 있는 저항감응식센서이다. 최근 건축구조물이나 교량등 역학적인 변형에 대한 비파괴측정센서로서 많이 사용되어[1] 다중채널로 동시에 여러부분의 측정장치를 필요로 한다.[2][3][4] 오늘날 대부분의 측정 장비는 디지털화되고 있으며 이에 따라 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸는 A/D 변환장치와 디지털로 변환된 정보에 대한 변화의 추이를 동시에 파악할 수 있도록 그래픽으로 표시하는 기능들이 새로이 추가되고 있다.[5][6]

본 연구에서는 이러한 기술변화의 요구에 부응

하여 현재 토목, 기계기술 분야에서 많이 사용하고 있는 스트레인 인디케이터를 다중채널 반자동측정기능과 데이터획득장치의 GUI기능을 포함하도록 하여 현장에서 사용이 가능한 휴대형측정장치로 개발하였다.[7][8]

개발된 데이터획득시스템은 스트레인 게이지를 16채널까지 동시에 측정이 가능하며 분해능은 16비트이상으로 현장에서 실용적으로 사용이 가능하도록 하였다. 아날로그신호처리 부분에서는 아날로그신호에 대한 가장 중요한 요소인 온도특성과 노이즈에 대한 내성을 극복 할 수 있도록 온도보상과 필터회로를 구현한 하드웨어를 설계하였으며 [9][10][11]소프트웨어적으로 이들 데이터를 더욱 신뢰성 있게 안정화하는 알고리즘을 부가하였다. 마지막으로 12인치 컬러모니터로 기본적으로 표시할 수 있는 GUI그래픽기능을 부가하여 사용의 편의성을 최대한 도모하였다.

* 강원대학교 대학원 전기전자과 박사과정
** 강원대학교 IT대학 교수, 공학박사(교신저자)

2. 하드웨어 구성

2.1 전체시스템 구성

전체하드웨어 구성은 입력부, 전원부, 제어(CPU), 표시부, 증폭부 및 필터부로 구성되어 있다.

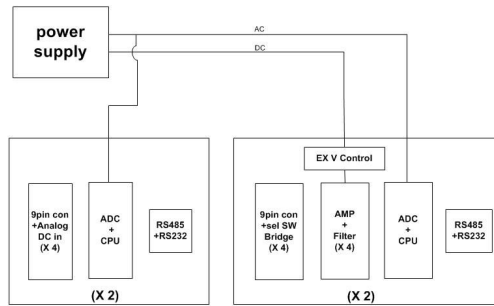


그림 1. 데이터획득장치 전체시스템 구성도

2.2 변환기 각 기능의 구성

2.2.1 증폭부 및 필터부

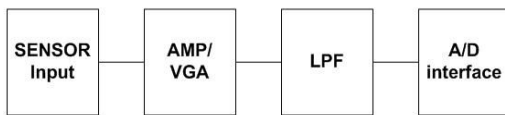


그림 2. 증폭부 및 필터부의 구성도

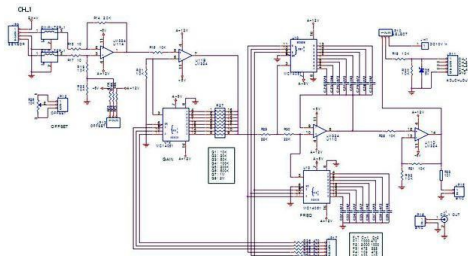


그림 3. 증폭부 및 필터부 회로도

그림 2는 증폭 및 필터부의 구성도이며 그림 3은 증폭 및 필터부의 실제회로도이다. 증폭부는 고정 이득을 갖는 초단 증폭기와 가변이득증폭기(VGA; Variable Gain Amplifier)로 구성되며 아날로그스위치와 조합으로 8개의 이득저항을 소프트웨어제어로 조정할수 있도록 하였다.[12] 저역통과기 또한 2차 butterworth형의 필터로서 아래위의 각각 8개의 커패시터를 조정연결이 가능하도록 하여 원하는 신호 주파수의 응답이 이루어질 수 있도록 설계하였다.

그림 4는 개발된 아날로그/디지털회로 기관의 사진이며 사진의 좌측부가 A/D 변환기판이며 우측이 다중채널의 증폭기 및 필터부이다.

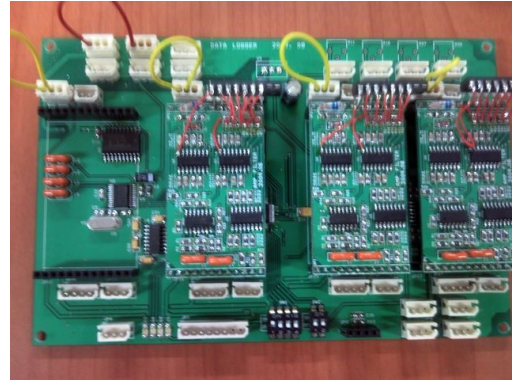


그림 4. 개발된 아날로그/디지털변환 기관

2.2.2 A/D변환 및 CPU제어부

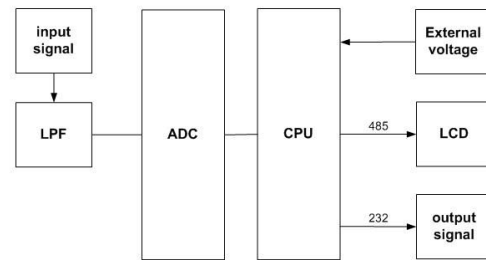


그림 5. ADC 및 CPU 제어부의 구성도

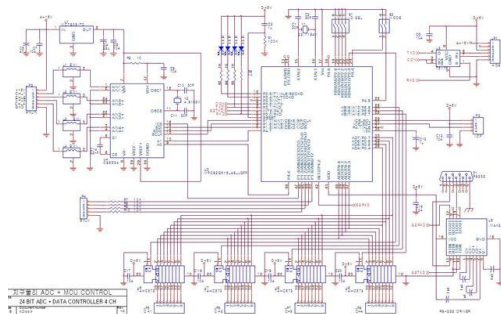


그림 6. ADC 및 CPU 제어부의 회로도

그림 5와 6은 각각 AD변환부와 CPU제어부의 구성도와 회로도이다. ADC 및 CPU 제어부에서는 A/D변환기의 아날로그신호의 디지털변환과 CPU의 신호처리동작이 이루어 지는데, 먼저 증폭부와

필터부를 거친 아날로그 신호가 입력되어 EMI필터를 거친다음 ADC를 통해 디지털 신호로 변환하게 되고 이를 CPU신호처리알고리즘으로 안정된 표시정보와 통신전송정보로 변환하여 디스플레이와 통신부를 제어한다. 디지털 신호는 RS485통신을 이용하여 LCD 패널로 전송되어 디지털 값이 컬러 그래픽으로 표시된다. 또한 Serial port나 USB를 통하여 외부 컴퓨터에서도 출력된 값을 받아 볼 수 있도록 설계하였다.[13]

2.2.3 전원부

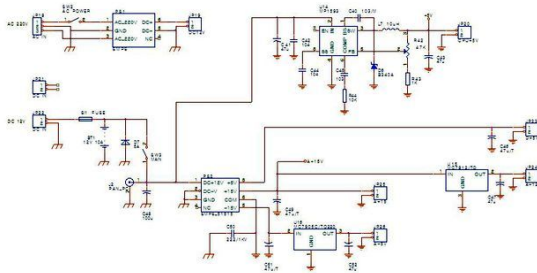


그림 7. 전원부 회로도

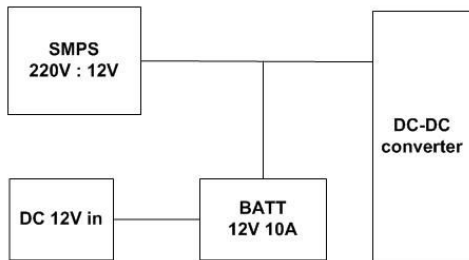


그림 8. 전원부 구성도

전원부는 SMPS, 외부전압, 배터리, DC-DC 컨버터로 구성되어 있다. 주전원은 외부에서 전원을 공급하게 설계되었으나, 충전 배터리를 장착해 외부 전원이 인가되었을 때 충전하였다가 타 외부 전원이 없을때 충전했던 전원으로 가동 할 수 있도록 하였다. DC-DC 컨버터를 사용하여 인가된 전원을 AC +12V, AC +5V, AC -5V, DC +5V로 각각 변환하여 적재적소에 전원을 공급하도록 하였다.

3. 소프트웨어 구성

3.1 전체 시스템 소프트웨어의 구성

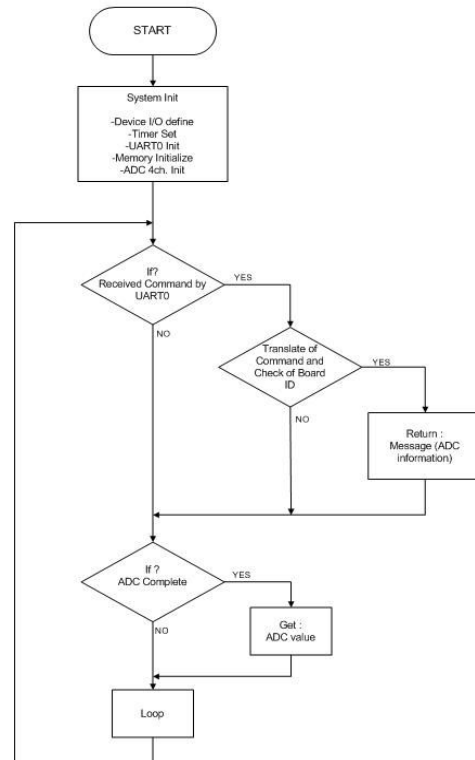


그림 9. 전체 시스템 흐름도

본 시스템은 전원을 켰을 때 Device I/O define, 타이머 셋팅, UART0 Init, 메모리 초기화, ADC 4ch 초기화의 시스템 Init가 시작되고 아날로그 외부입력신호 여부를 묻게 된다. 아날로그 외부입력신호가 확인되었을 땐 ID를 확인하게 되고 ADC 입력정보를 확인하게 된다. 최종적인 입력정보의 확인시 ADC 실행이 시작되고 변환값은 RS485 통신을 통해 컬러 LCD창에 그래프로 나타내어지거나 RS232통신을 통해 외부 컴퓨터로 정보가 전송되어진다. 그리고 루프를 통해 실시간으로 아날로그 입력신호가 있는지를 체크한다. 아날로그 신호가 없을때 루프를 통해 전원이 OFF될 때까지 신호를 탐색하게 된다.

3.2 출력부 시스템 구성

본 기기의 출력부 셋팅 수행은 전체 시스템과 같은 루프 형식이 아닌 이벤트 형식을 채택하였다.

LCD창의 그래프 버튼을 터치하였을 때, 그래프 A, B 컨트롤 패널창이 나타나 환경에 맞는 셋팅을 하게 된다. 마찬가지로 모듈버튼을 터치했을때 모듈 A, B, C, D 컨트롤 패널이 나타나 환경에 맞게 설정할 수 있도록 하였다.

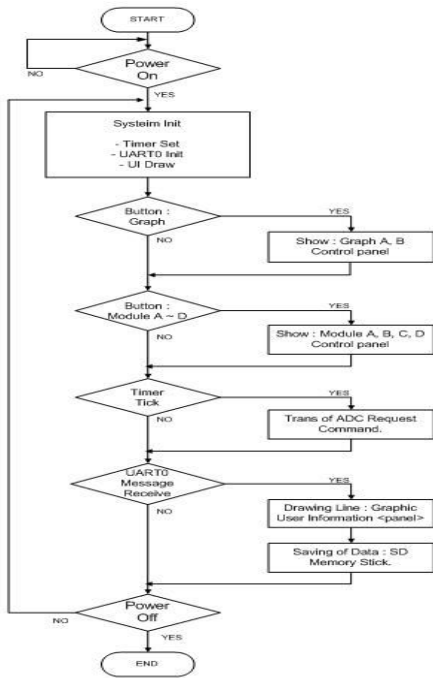


그림 10. 출력부 흐름도

4. 시스템의 제작과 성능



그림 11. 개발된 데이터획득장치의 외형사진

그림 11은 개발된 장치의 외형 사진이다. 본 논문에서 언급한 바와 같이 입력은 A, B, C, D 4개의 모듈의 각각 4개의 채널로 구성되고, 입력 되어진 값은 A/D 변환을 통하여 LCD 출력부에서 그래프로 나타내어 지거나 USB나 serial 통신을 통하여 디지털정보를 외부 컴퓨터에서 받아 볼 수 있도록 설계되었다. 그림 12는 본장치의 전면 패널 아래 케이스내에 장치된 대부분의 하드웨어장치를 보여주고 있다. 사진의 좌측부는 A/D변환처리부이고 우측은 DC-DC 컨버터를 포함하는 전원 회

로부분을 보여준다. 특히 아날로그 신호처리부와 A/D변환부는 사양변화에 대응하고 사후관리에 편리하도록 모두 모듈식으로 구성하였다.



그림 12. 개발된 A/D처리부 및 전원장치

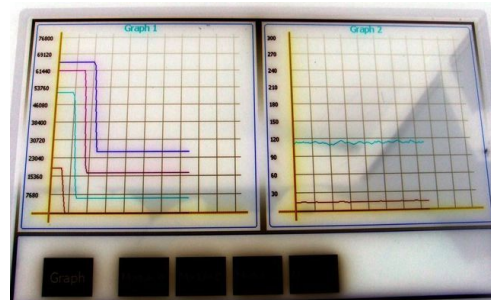


그림 13. GUI화면 모니터에 나타난 그래픽 표시예

표 1. 성능사양 및 특성

사양	특성
입력전압	220VAC/DC12V
센서	strain gauge
센서활성전압	+10VDC
분해능	16bit/ch
이득범위	10x~1000x
통신사양	RS485, RS232/9600bps
입력채널	8ch/4x2 mux
LPF특성	5~100Hz 가변8step
동작온도	-10°C ~ 50°C
조작방법	디지털 방식(터치스크린)
표시방법	7" TFT LCD color monitor
battery사양	DC12V/ 7.5A

표 1은 본 연구에서 개발된 장치의 성능평가에 대한 제원이다. 포터블용도로 사용할 수 있도록 하기 위해서 전원은 상용전원 220VAC와 자동차전원 또는 외부 직류12V로 겸용이 가능하도록 하였으며 기본적인 정보는 자체의 7인치 컬러모니터로 표시되어 데이터의 양상을 쉽게 관찰할 수 있다. 또한 획득된 정보는 USB또는 RS485/232통신으로 PC로도 전송하였을 때 보다 강력한 스프레드시트로 분석할 수 있도록 하였다. 성능분석 결과 통상적인 스트레인게이지 신호분석용으로 현장에서 사용하기에 충분한 입출력 특성과 동작 안정화특성을 갖추었다.

5. 결론

본 연구는 토목, 기계기술 분야에서 많이 사용하고 있는 스트레인 인디케이터를 다중채널 반자동측정 기능과 데이터획득장치의 GUI기능을 포함하도록 하여 현장에서 사용이 가능한 휴대형 측정장치로 사용할 수 있는 스트레인게이지용 데이터 획득장치에 관한 것이다. 본 연구에 관한 기존의 연구는 일부 전문회사의 유사한 제품이 있으나 가격이 고가이며 대부분 PC와 연결하여 분석할 수 있는 장비로서, 본 개발결과와 같은 휴대형으로 GUI화면을 구성한 예는 아직 없다. 또한 기존제품과의 성능 비교면에서 가격이 비쌀수록 당연히 고정밀 고성능이므로 같은 가격의 장치로 비교한다면 본 개발장치가 기능과 성능이 충분히 우수하다고 판단된다.

개발된 데이터획득시스템은 스트레인게이지를 16채널까지 동시에 측정이 가능하며 분해능은 16비트이상으로 현장에서 실용적으로 사용이 가능하도록 하였다. 본 연구에서 개발된 장치는 건축 토목 및 기계분야의 응력해석이나 역학구조해석에 필요한 스트레인데이터를 실시간으로 측정하고 이를 바로 그래프로 분석하여 그 추이를 관찰할 수 있어 측정현장에서 다른 복잡한 주변 장치없이 바로 실행할 수 있는 all-in-one 장치로서의 활용이 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 박찬원, 민남기, “능동 회로에 의해 온도 보상된 이중 빔 로드 셀의 개발”, *대한전기학회 논문지*, Vol 44, No. 8, pp. 1057-1062, 1995.
- [2] Stephen D., “Interfacing : A Laboratory Approach Using the Microcomputer for Instrumentation, Data Analysis and Control”, *University of California*, Berkeley, Prentice Hall, 1990.
- [3] National Semiconductor Corporation, *Linear*

Data Book 2, Rev. 1, 1988.

- [4] Roland E. Thomas, Albert J. Rosa, *The Analysis and Design of Linear Circuits*, Prentice Hall, 1997.
- [5] Robert F. Coughlin, Robert S. Villanucci, *Introductory Operational Amplifiers and Linear ICs*, Prentice Hall, pp. 249-285, 1990.
- [6] Berlin, H. M., *OP-amp. Circuits and Principles*, SAMS, 1991.
- [7] Ono, T, “Dynamic Weighing of Mass”, *Instrumentation and Automation*, Vol. 12, No. 2, 1984.
- [8] J. G. Webster, *The Measurement instrumentation and sensors handbook*, CRC press, 1999.
- [9] Joseph J. Carr, *Sensor and Circuits*, Prentice-hall. inc, 1992.
- [10] Ramon Pallas-Areny & John G. Webster, *Sensors and Signal Conditioning* John Willey & Sons, Inc.Ch.7, pp.383, 2002.
- [11] Jon S. Wilson *et al*, *Sensor Technology Handbook-Strain gauges*, ch.19, pp.517, 2006.
- [12] Jon S. Wilson *et al*, *Sensor Technology Handbook-Sensor Signal Conditioning*, ch.4, pp.31, 2006.
- [13] 박찬원, 김일환, “센서신호처리를 위한 다중채널 데이터획득/로깅시스템”, *한국센서학회지*, vol.16, No.3, pp.187-191, 2007.