

원격 센싱용 A/D 변환 모듈과 그 통신 프로그램의 개발

박찬원*, 안광희*, 강형구*, 최규석**

*강원대학교 전기공학과 ** (주) 데스크 기술 연구소

Development of the A/D Conversion Module and Communication for Remote Sensing Use.

C.W.Park*, K.H.An*, H.G.Kang*, G.S.Choi**

*Kangwon National University **Descom Co.Ltd. R&D Center

Abstracts - This paper presents a new method to obtain more stable and precise A/D conversion for remote sensing use. Hardware is designed to compensate offset voltage and drift & temperature characteristics, as well as to perform dual slope A/D converter by using single chip microprocessor. Serial communication program which is based on ASCII code commands is also developed to add initial setup & calibration functions as well as to perform A/D data communication. Proposed method will give a good applications to the industrial field where a high precision remote sensing is required.

요로 하는 산업계에서의 활용이 기대된다.

2. 중량 및 압력 측정의 원격 센싱 방법의 개선

진기 저항선식 스트레인 게이지를 이용하는 중량 및 압력 센서의 경우 그 출력 값은 최대 span에서 대략 2mV/V의 출력 특성이 대부분이다. 분해능이 3000분의 1이상인 정밀 측정에 이용될 때 그 지시값인 1 digit당 수 μV 의 수준이 되므로 주위 noise와 센서의 신호를 구별하여 A/D변환하고 전송하는 것은 쉽지 않은 문제이다. Fig.1은 기존의 방법과 본 연구에서 제시하는 방법들을 보여준다.

1. 서 론

최근 물류자동화와 생산현장의 FA화에 동반하여 중앙통제장치에서 각종 센서들의 정보를 읽어들이고 이에의한 제어 시스템의 구축이 급속히 확산되고 있다. 그중 특히 중량, 압력 센서는 대부분 스트레인게이지에 의한 브릿지 회로로 구성되어 수감변위에 대한 출력값의 변화가 수 μV 레벨의 아주 미약한 신호여서 원격센싱에는 noise를 비롯한 각종 불안정요소의 수반에 따라 정밀값을 측정 하기에 어려움이 많다. 이를 해결하기 위한 방법으로 아날로그 증폭회로를 사용하여 수V대의 전압출력을 이용하거나 V-I변환에 의한 current loop를 이용하는 방식이 많이 사용되고 있으나 보다 정밀한 계측에는 아직도 문제점이 많다. 또한 경년 변화에 의한 drift 특성과 calibration을 보정하기 위해 여러 가지 성가신 사후관리 요소가 발생 되기도 한다.

본 연구에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위해 센서의 인접 부위에 single chip CPU로 구성되는 A/D변환 모듈을 부착하고 RS-485방식의 쌍방향 직렬 통신에 의한 방법으로 앞서 열거한 여러 문제점들을 제거 하고자 시도하였다. 제작된 A/D변환 모듈과 개발된 통신프로그램은 PC 혹은 controller에 접속되어 정밀한 원격센싱이 가능토록하였으며, ASCII 명령어로 구성되는 통신 프로토콜은 폭넓은 범용성을 갖게 설계하였으므로 원격센싱을 필

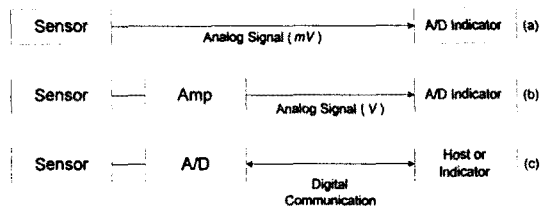


Fig.1 Schematics of remote sensing method.

Fig.1의 (a)는 단순히 센서의 신호를 시일드 케이블로 전송하는 방법으로 당연히 정밀도와 원격 거리에 한계가 따른다. (b)는 현재 압력 센서 등에 가장 많이 사용하는 방법으로 센서와 함께 op앰프로 의한 증폭부와 1~5V 정도의 아날로그 전압 혹은 4~20mA current loop로 아날로그 신호를 전송하는 방식으로 어느 정도 효과는 있으나 온도에 의한 TR의 k_F 의 변화등으로 정밀한 신호 전송에는 다소 불리한 점이 있다. 본 연구에서는 (c)와 같은 방법으로 아날로그 증폭부와 one chip CPU로 제어되는 A/D변환부를 센서의 최인접 위치에 장착하고, 변환된 디지털 데이터를 RS-485형식으로 쌍방향 직렬 통신을 구축함으로써 host 측으로부터의 명령어에 의하여 구동될 수 있도록 하였다.

3. 중량 계속시 A/D count값과 display data에서의 고려 사항

압력 계속의 경우는 센서에 가해진 절대압에 따른 A/D 변환된 count 값을 표시치로 환산하여 표시하는 것만으로도 큰 무리가 없으나, 중량 계속의 경우는 계속의 특성상 다음과 같은 특징이 있으므로 소프트웨어 구성시 이들을 고려하여야 한다.

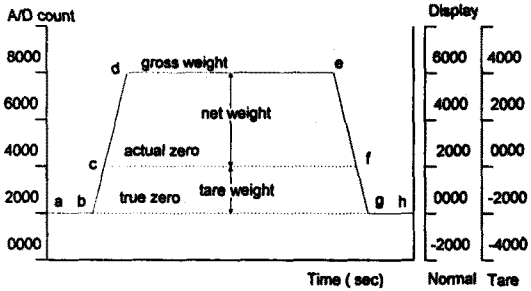


Fig.2 Characteristics of weight signal VS A/D counter and display digit data

Fig.2는 중량 센서에 의한 중량 계속시 센서의 A/D변환 count 값의 변화를 표시한 것으로서 각 성분의 특징은 다음과 같으며 소프트웨어에서 고려되어야 한다.

- (1) a-b, g-h : true zero기간으로 센서의 온도 변화, 아날로그 회로의 drift에 따른 지속적인 자동 영점 회기(auto-zero tracking)기능이 요구된다.
- (2) c-f : actual zero는 용기 중량(tare weight) 포함시의 zero점으로 내부적으로 기억되어야 한다.
- (3) d-e : gross weight는 실제 표시 중량을 나타내며 이때 데이터의 흔들림 방지(anti-flickering)이 구현되어야 한다.

4. 하드웨어의 구성

Fig.3은 본 연구에서 개발된 하드웨어의 개략적 구성도로 그 특징과 동작은 다음과 같다.

(1) 센서의 온도 보상

압력, 중량 센서는 온도의 증가에 따른 수감부의 열팽창 계수와 탄성률의 온도계수가 변화하고, 더욱이 밀폐형 압력 센서의 경우는 수감부측의 내부 팽창에 따른 압력 측정의 오차를 발생하기도 한다. 본 연구에서는 같은 저항을 브릿지 구조에 삽입하여 조정하는 기존의 방식이 아닌, 능동회로에 의한 온도보상 방식을 고안하여 센서 신호 증폭기의 이득 조정 저항이 같은 센서의 역할을 겸하는 작용을 하도록 하였다.

(2) A/D 변환부

센서로부터 출력된 신호는 증폭되고 LPF를 거쳐 적분기와 비교기로 구성되는 2중 적분형 A/D변환기에서 디지털 A/D count값으로 변환된다. 이때 내장된 one chip microprocessor

는 다음과 같은 기능들을 수행한다.

- ① 아날로그 스위치로 제어되는 2중 적분형 A/D 변환
- ② 아날로그 회로의 드리프트 값의 인식과 보상
- ③ auto-zero tracking, anti-flickering 등 각종 데이터 안정화 처리
- ④ 쌍방향 디지털 직렬 통신 기능 수행
- ⑤ auto span의 내부계산 및 multi-range 기능 수행
- ⑥ calibration data의 기억과 갱신
- ⑦ indicator나 host로 부터 전송 받는 명령어의 해독과 수행

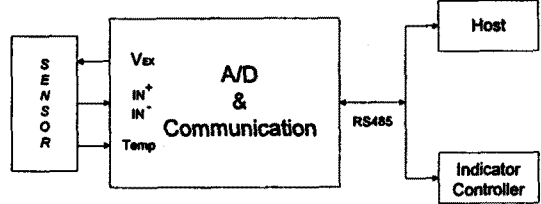


Fig.3 Block diagram of the hardware.

5. 소프트웨어의 개발

Fig.4는 앞서 설명한 중량 및 압력 센서의 안정된 A/D 변환을 처리하기 위한 주프로그램의 개략적 흐름도이다. 최초에 test mode와 normal mode로 구분되어 실행되고 이후 normal mode에서 안정된 A/D 변환 data를 host측의 명령에 따라 전송하는 기능을 수행한다.

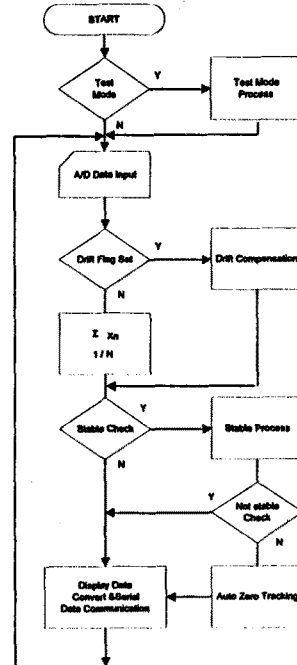


Fig.4 Flow chart of main program.

Fig.5는 본 연구에서 개발된 직렬 통신에서의 표준 명령어 체계로서 ASCII code로 구분되는 명령어에 의해 상호 통신을 수행한다. 이때 명령어는 센서의 A/D 변환 데이터를 요구하고 출력하는 normal mode와 각 데이터의 default 값의 설정 및 auto span 조정 등을 수행하는 test mode로 구분된다.

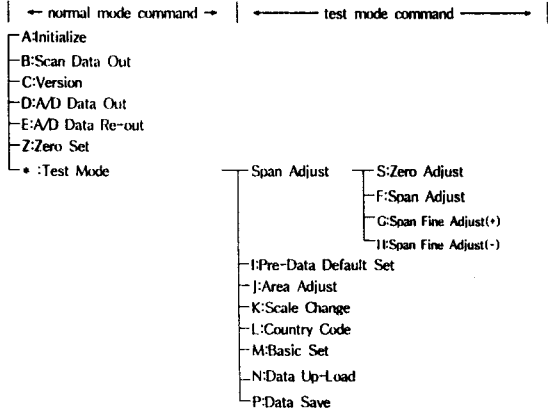


Fig.5 Standard command system.

Fig.6은 Fig.5의 명령어중 A/D data를 요구하고 출력하는 'D' 명령어의 text layout의 한예로서 host측으로부터 A/D 데이터를 요구하는 5byte분의 text와 A/D 변환 모듈로부터 host로 출력하는 11~12byte의 A/D 출력 text, 그리고 통신 오류나 data miss의 경우인 부정 응답 text의 구성 요소를 보여준다.

STX	Board No.	Command 'D'	ETX	BCC
1	1	1	1	1

(a) A/D Request (Host → AD)

STX	Board No.	A/D Type	A/D Data	Status	ETX	BCC
1	1	1	5(6)	1	1	1

(b) A/D Data Out (AD → Host)

STX	Board No.	Err Type	Err Flag	ETX	BCC
1	1	1	1	1	1

(c) Err Message (AD → Host)

Fig.6 An example of the command text layout.

6. 결 론

중량 및 압력 센서의 정밀 측정을 위한 A/D 변환 모듈을 제작하고 관련 통신 프로그램을 개발하였다.

단일칩 CPU로 구성되는 A/D변환 모듈은 2중적분형 A/D 변환 기로서의 동작뿐 아니라 아날로그 회로의 오프셋전압, 드리프트 특성 등을 자체 보상하고 능동형 온도 보상 기능까지 수행하는 것을 특징으로 한다.

ASCII 코드로 구성된 통신 프로그램은 원격 센싱에서 필요한 명령어들로 구성되어 있으며 A/D 변환 데이터의 전송 외에도 initial setup과 calibration 조정 기능들을 추가하였다.

개발된 하드웨어와 프로그램은 폭넓은 범용성을 가지고 있으므로 원격 센싱을 필요로 하는 산업 분야에서의 활용이 기대된다.

참고문헌

1. 박찬원, 민남기, 능동회로에 의해 온도 보상된 이중 범 로드셀의 개발, 대한전기학회 Vol. 44, No.8, pp. 1057-1062, 1995.
2. Macromodeling of Integrated Circuit Operational Amplifiers, IEEE Solid-State-Circuits, Vol. SC-9, No.6, 1974.
3. Muhammad Akbar and Michael A.Shanblatt, "A Fully Integrated Temperature Compensation Technique for Piezoresistive Pressure Sensors", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 42, NO. 3, JUN. 1993.
4. Gordon, B., "Linear Electronic Analog/Digital Conversion Architectures, Origins, Parameters, Limitations, and Applications", IEEE Trans, Circuit and Systems CAS-25(7), pp. 391-418, 1978.
5. Frank M.L. Van Der Goes, Paul C. De Jong and Gerard C.M.Meijer, "Concepts for Accurate A/D Converters for Transducers", The 7th International Conference on Solid-State Sensors and Actuators.