

PC 기반 웨이팅 시스템의 설계에 관한 연구

이종혁, 김기환, 전은호*

세명대학교 전자공학과, *제천기능대 메카트로닉스과

A Study on Design of PC Based Weighting System

J.H. Lee, K.H. Kim, and E.H. Jeon*

Dept. of Electronic Engineering, Semyung Univ.

*Dept. of Mechatronics, Jecheon Polytechnic College

ABSTRACT

In this paper are described design of hardware and GUI(Graphical User Interface) for a PC based Weighting System. Conventional Weighting System is adapted microprocessor system for measuring and controlling. This system should have big memory for the management of measured data and is difficult to operate. For such reason a new Weighting System based on PC is proposed. In this contribution is handled these problems.

1. 서 론

오늘날 흔히 볼 수 있는 웨이팅 시스템(WS: Weighting System)은 차체 마이크로 프로세서 또는 컨트롤러에 의한 스탠드어론(Standalone) 형태가 주를 이룬다. 이러한 스탠드어론 형태의 WS는 단순히 무게 측정과 측정된 결과의 출력만으로 동작이 구성됨으로 체계적인 측정 데이터의 관리, 처리 등의 기능이 어려운 상태이다. 물론 단순한 기능만이 필요한 분야에서의 WS는 데이터의 관리, 처리 등의 기능이 필요하지는 않다. 그러나, 자동화 공장, 병원 등의 분야에서는 측정된 데이터의 관리 및 처리 등의 기능이 필요하게 된다. 또한 복수의 WS를 제어하거나 다양한 시스템과 함께 동작하고 자할 때에는 스탠드어론 형태의 시스템으로 구현하기에는 하드웨어적인 부담이 너무 크며, 그에 대한 시스템의 구입, 유지, 보수에 많은 비용이 필요하게 된다.

그러나, 현재 자동화 생산 관련 산업현장에서 도입하고 있으며, 본 논문에서 제안한 PC 기반 시스템을 이 WS에 적용함으로써 보다 정밀하고 다양한

측정 및 체계적인 데이터 처리·관리가 쉽게 구현될 수 있으며, 하드웨어적인 부담이 대폭 감소함으로써 그에 대한 비용절감의 효과도 얻을 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 PC와 WS의 하드웨어적인 인터페이스 설계부분과 GUI상에서의 데이터 처리 및 관리, PC 기반 WS의 사용 사례에 대해 기술한다.

2. 하드웨어 설계

2.1 로드셀

로드셀(Load cell)은 외부에서 인가되는 힘이나 하중 등의 물리적인 양을 전기적 신호로 변환하는 센서이다. 로드셀은 힘이나 하중에 대하여 구조적으로 안정된 변형을 발생하는 탄성 변형체(Elastic strain member)의 수감부에서 발생하는 물리적 변형을 스트레인 게이지(Strainage)를 이용하여 전기저항의 변화로 변환시키고 휘스톤 브릿지(Wheatstone bridge)라는 전기회로를 구성하여 정밀한 전기적 신호로 변환시키는 원리이다.

응력(Stress)과 변형률(Strain)를 간단한 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{응력}(\sigma) = \frac{\text{작용하중}}{\text{단면적}} \quad (1)$$

$$\text{변형률}(\epsilon) = \frac{\text{하중작용후변화된길이}(\Delta L)}{\text{하중작용전길이}(L)} \quad (2)$$

스트레인 게이지의 저항변화와 변형률 사이의 관계는 대부분의 재료에서 선형적으로 나타난다.

$$\frac{\Delta R}{R} = K \frac{\Delta L}{L} = K \times \epsilon = K \frac{\sigma}{E} \quad (3)$$

여기서, ΔR = 스트레인 게이지 저항 변화 값

R = 스트레인 게이지의 저항 값
 K = 스트레인 게이지의 Gage factor
 E = 물체의 탄성계수

그림 1은 로드셀의 등가 회로를 나타낸다.

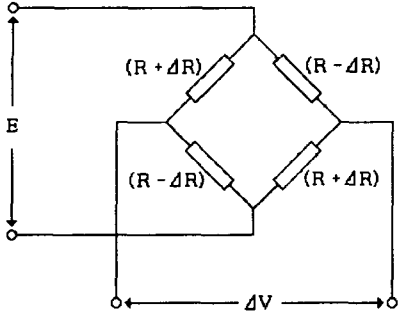


그림 1. 로드셀의 등가 회로

2.2 증폭 회로

본 연구에서 사용한 로드셀(BCA-100L, CAS)은 1Kg의 하중 변화 당 2mV/V의 전압변화율을 갖으며, 이 미세한 전압 변동을 그림 2와 같이 단위 이득 증폭, 차동 증폭, 2차 증폭 등 단계적으로 증폭하였다.

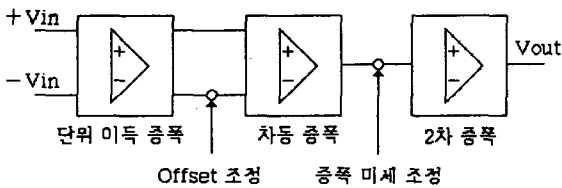


그림 2. 로드셀 출력 신호의 증폭

로드셀에서 출력되는 전압 +Vin과 -Vin은 외부 임피던스에 영향을 받지 않도록 단위이득 증폭기를 통하여 차동 증폭기(1차 증폭기)에 입력된다. 이때, 힘 또는 하중이 인가되지 않은 상태에서 로드셀에서 출력되는 전압 +Vin과 -Vin이 동일하게 출력되도록 Offset 조정기로 조정할 수 있도록 회로를 설계하였다. 차동 증폭회로와 2차 증폭회로에 노이즈 제거를 위해 노이즈 필터를 추가하였다. 또한, 2차 증폭회로의 입력단에 각 소자 및 제작에 따른 미세한 차이로 인한 오차를 제거하고 최종 증폭률을 설정하기 위해 증폭 미세 조정 회로를 추가하여 최대한 정밀성을 추구하였다.

2.2 A/D 컨버터 및 인터페이스

A/D 컨버터는 Burr-Brown사의 12Bit, 4channel의 ADS7824를 사용하였으며, A/D변환 시 정밀도가 높고 (± 0.5 LSB), 입력 범위가 $\pm 10V$ (변환 범위 : $-2^{11} \sim 2^{11}-1$)로 넓은 범위의 입력 신호를 변환할 수 있다.

본 연구에서는 증폭 회로에서 하중이 가해지지 않은 상태에서의 출력을 0V, 100Kg의 하중이 가해진 상태에서의 출력을 10V로 설정하였다. 예로서 50Kg의 하중이 가해진다면 증폭회로의 출력전압은 5V가 되고 A/D 변환 값은 1023이 된다. 따라서 A/D 변환 값에 의한 하중 값은 식(4)로 계산된다.

$$\text{하중 값} = \frac{100\text{Kg} \times \text{측정된 A/D 변환 값}}{2047} \quad (4)$$

전체 시스템은 PC기반에 의한 구동뿐만 아니라, 자체 스탠드어론 구동이 가능하도록 하였다. 이를 위해 PC와 외부장치 사이의 중계 역할을 하는 마이크로 프로세서를 부착하여 PC기반 모드와 스탠드어론 모드의 동작이 병행되도록 하였다. 즉, 마이크로 프로세서는 PC와 연결되어 있을 경우에는 PC에 의해 구동하는 컨트롤러의 역할을 수행하고, PC와 연결되어 있지 않을 경우에는 마이크로 프로세서로서 시스템의 구동 및 출력을 수행하게 된다. 본 시스템에서의 마이크로 프로세서는 RISC 원 칩 마이크로 프로세서인 PIC계열을 사용하였다.

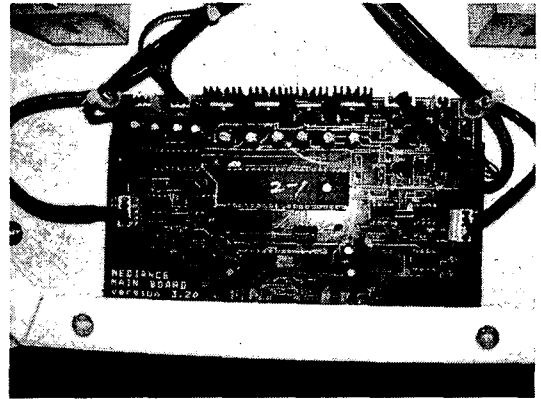


그림 3. 메인 보드

PC와의 데이터 전송 속도는 시스템의 특성상 저속으로도 가능하여 마이크로 프로세서에 내장되어 있는 직렬 통신(9600Baud)을 이용하였다. 그림 4와 그림 5은 시스템의 구성도와 마이크로 프로세서의 알고리즘 순서도를 나타낸다.

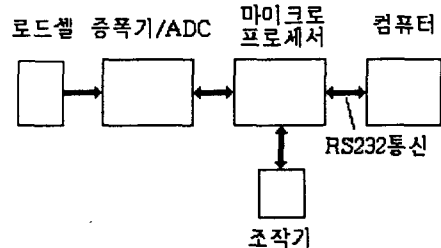


그림 4. 시스템의 구성도

4. 응용

PC 기반 WS의 응용 사례로 전자식 자세 균형 시스템이 있다. 이 전자식 자세 균형 시스템은 신체의 좌·우 하중 편차를 정밀하게 측정하여 그래프로 출력하고, 그에 대한 여러 가지 정보를 제공함과 동시에, 자세가 올바르지 않는 피측정자에 대한 재활 훈련 프로그램을 제공하는 제품이다. 또한 신장, 좌고, 흉부 등의 측정을 통한 종합적인 신체 검사 장비의 기능을 수행한다. 그림 7은 (주)휴먼테크의 전자식 자세 균형 시스템(Mediance Series)의 학교 보건용으로 설계된 GUI 초기 화면을 나타내고 있다.

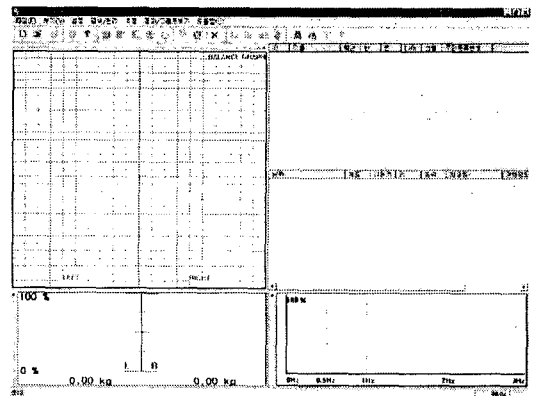


그림 7. GUI의 초기 화면(전자식 자세 균형 시스템)

그림 8~그림 10은 전자식 자세 균형 시스템(Mediance III)의 외형 사진과 Mediance I를 이용한 하중 측정 사진, 그리고 GUI상의 측정 결과 화면을 나타낸다.

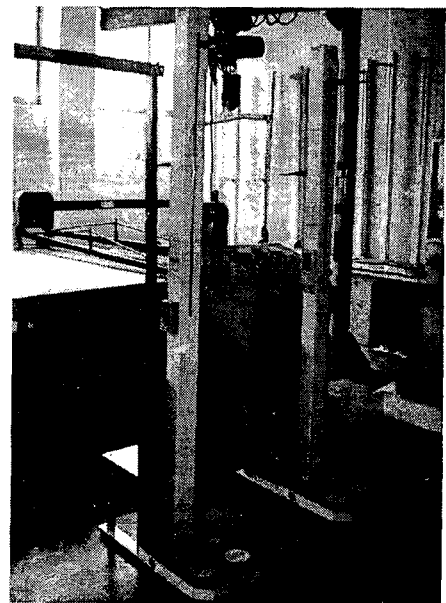


그림 8. 전자식 자세 균형 시스템(Mediance III)의 외형 사진

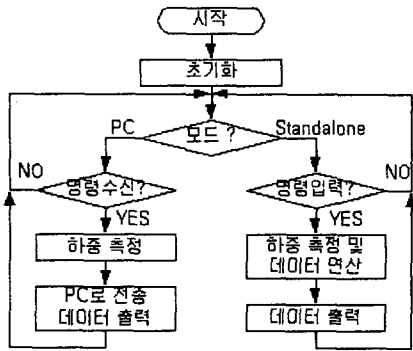


그림 5. 마이크로 프로세서 알고리즘 순서도

3. GUI

본 연구에서 개발한 GUI의 중요한 기능 및 특징을 요약하면 다음과 같다.

- 측정 시간 및 반복 측정 횟수 설정
- 측정 데이터의 DB 구축
- 측정 데이터의 비교, 분석 그래프

직렬 통신으로 수신된 측정 데이터는 2개의 데이터 베이스(MDB) 테이블에 저장된다. 첫 번째 테이블은 측정 개체의 간단한 정보가 저장되어 있으며, 두 번째 테이블은 측정 시간, 측정 결과 값 등이 저장되어 있다. 이 2개의 테이블은 측정 개체의 고유 일련 번호로 서로 연결되어 있어 다수의 측정 개체를 한꺼번에 GUI상에서 체계적으로 관리할 수 있다. 또한, 측정 데이터들을 비교, 분석하여 다양한 그래프로 출력함으로써 사용자에게 많은 정보를 제공한다.

GUI의 순서도를 그림 6에서 나타내었다.

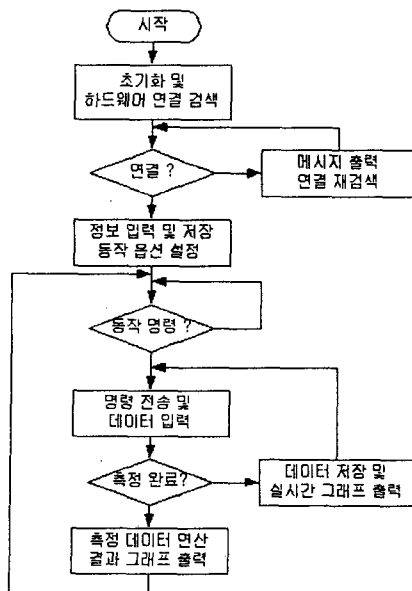


그림 6. GUI의 순서도

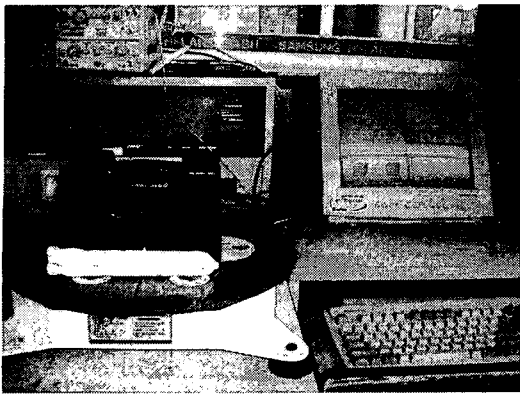


그림 9. 측정 사진(Medinace I)

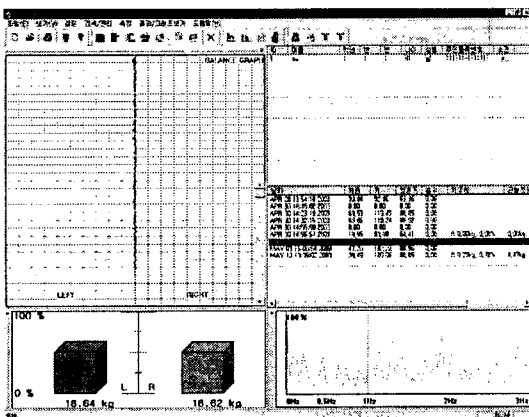


그림 10. 측정 결과 화면

5. 결 론

본 논문에서의 PC 기반 WS는 PC의 기능을 최대한 활용함으로써 하드웨어적 요소의 축소에 의한 유지 및 보수의 용이하며 비용의 절감을 가질 수 있다. 그리고 PC와 외부장치의 중계 역할을 하는 마이크로 프로세서를 부착함으로써 GUI를 이용한 PC기반 모드와 자체 스탠드어론 모드로의 병행이 가능하게 되었다. 또한 데이터 베이스에 의한 데이터의 체계적인 처리 및 관리로 인한 많은 관련 정보를 쉽게 얻을 수 있었다.

PC 기반 WS는 인터넷 및 네트워크 등에 의한 원격 제어, 데이터의 통합 관리, 복수의 시스템 통합 제어 등에 적용함으로써 보다 고성능·고효율의 시스템으로의 발전이 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] Curtis, J., "PC based sensor measurement systems", IEEE, Proceedings of the ISA/IEEE Sensors for Industry Conference , 219-269 , 2002
- [2] P. Hauptmann, "Sensors principles & Application", Prentice Hall, 1991.
- [3] W. Tompkins, J. Webster, "Interfacing Sensors to the

IBM-PC", Prentice Hall, 1988.

- [4] Yang GT, Kim YH, SH Lim, Chang YH, and Mun MS, "Development of Postural Balance Control System", KOSOMBE Conf, Vol. 19, No. 2, pp. 276-279, Nov. 28-29, 1997.

- [5] www.ht2000.co.kr