

μ 컨트롤러를 이용한 범용 아날로그 데이터 취득시스템 설계

류형선* 김현 이시연 양경록 김양모
충남대학교 전기공학과

Design of General Analog Data Acquistion System Using μ -Controller

Hyoung-Sun Ryu*, Hyun Kim, Si-Yeun Lee, Kyeong-Rok Yang, Yang-Mo Kim
Dept. of Electrical Engineering, Chungnam National University

Abstract - In this paper, we designed and made an experiment on a general analog data acquisition system, which used μ -controller. Using the general purpose μ -controller and simple algorithm, we could easily acquire the state of physical system and convert analog to digital data which is possible digital processing. Finally, we realized the RS232 serial communication system for more complex data processing from PC

1. 서 론

현대 자동화 시대에 들어서 컨트롤러의 사용은 점점 그 쓰이는 빈도가 높아지고 사용 영역도 확대되어지고 있다. 규모 면에서 산업현장의 제어시스템을 비롯하여 작은 가정용 기기 들에 이르기까지 사용 용도 면에서 단순한 시퀀스를 필요로 하는 시스템에서 복잡한 로직과 제어 알고리즘을 필요로 하는 시스템에까지 컨트롤러의 사용은 이미 일반화되어지고 있다. 이러한 각 현장에서 컨트롤러의 사용은 온도의 측정, 거리, 압력, 습도, 개수의 카운팅 등 많은 주변 데이터를 취득하여 처리, 이를 기반으로 원하는 제어 작업을 수행하게 하는 일련의 작업이 이루어지고 있다. 일정 시스템이 제어작업을 수행하기 위해서는 플랜트에 해당하는 시스템의 상태를 알 수 있는 방안이 요구된다. 대개의 경우 플랜트에 해당하는 시스템의 상태는 물리적인 경우가 많고, 물리적인 상태의 데이터가 제어시스템의 자료로 활용되어지고 있다. 마이크로 컨트롤러를 이용한 시스템에서 제어기에 해당하는 컨트롤러로의 플랜트 자료 유입은 필연적으로 이루어져야 하고 이 과정은 대개 물리적 플랜트 시스템의 상태를 감시 할 수 있는 센서의 활용으로 이루어진다. 이 과정에서 물리적인 상태의 자료가 컨트롤러의 연산 데이터로 변환되어 진다. 센서를 활용해서 데이터를 수집하는 시스템은 센서의 신호가 일정부분 표준화된 아날로그 신호인 점을 감안하여 이를 컨트롤러에서 처리가 가능한 디지털 신호로 변환하여 컨트롤러내의 데이터로 사용한다. 이와 같이 컨트롤러의 사용은 컨트롤러의 디지털 연산을 거치기 이전에 아날로그 신호와의 연계가 이루어지는 것이 일반적이다. 이 과정은 아날로그 신호를 컨트롤러 자체 또는 별도의 A/D컨버터를 통하여 컨트롤러에서 처리가 가능한 디지털 신호로의 가공함으로써 가능하다.

2. 본 론

본 논문에서 구성한 아날로그 데이터의 취득시스템은 실제 응용시스템에서 다수의 거리와 온도 데이터를 수집하고 수집된 데이터를 직렬통신을 이용하여 PC로 전송하는 시스템 구성에 관한 전반적인 내용으로 구성되었

다.

2.1 전체 시스템의 설계

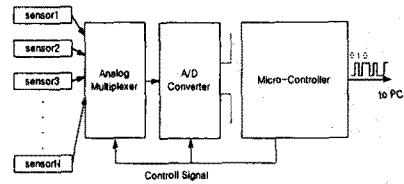


그림1 전체 시스템

그림1에서 보는 시스템은 본 논문에서 구성한 전체 시스템의 블럭도이다. 다수의 센서에서 취득된 물리 시스템의 데이터를 A/D변환하여 PC로 전송하는 시스템을 보이고 있다. 컨트롤러를 중심으로 시스템이 구성되었으며 컨트롤러에서 주변 회로의 제어 신호를 가공 출력하여 시스템의 동작을 수행한다. 본 시스템은 일반적인 센서의 신호(4~20mA, 20~4mA, 0~20mA, 20~0mA의 전류, 0~5V, 5~0V, 0~10V, 10~0V의 전압)를 발생시키는 센서들을 대상으로 신호를 취득하고 처리하여 PC로 전달하는 시스템을 구성하여보았으며 이를 신호 중 4~20mA의 전류를 기준으로 시스템을 구성하였다.

2.2 센서회로의 설계

센서의 신호는 4~20mA의 전류를 발생하는 거리센서 2기 온도센서 2기를 대상으로 설계되었으며 이 회로의 주요한 점은 일정 저항을 이용하여 이를 전압으로 변환한다는 것이다. 아날로그 멀티프렉서라든가 A/D변환기가 처리하는 신호의 대부분이 전압의 형태로 다루어지기 때문에 신호의 전압으로의 변환은 자연스러운 일이다. 그러면 외 전압을 발생하는 센서를 선정하여 별도의 전압 변환회로의 필요성을 줄여주지 못하는 게 대해서는 다음과 같은 이유에서이다. 센서의 발생전압은 대부분 10V 미만의 낮은 전압이다. 시스템이 설치되는 장소는 다수의 센서로부터 데이터를 취득하는 것이기 때문에 센서로부터 데이터를 취득하는 컨트롤러의 위치가 센서와 상당한 거리에 있을 수 있고 이 거리를 데이터의 손실이 없이 컨트롤러보드까지 전송하는 방법은 전압보다는 전류의 형태가 더욱 유리하기 때문이다.

2.3 아날로그 멀티플렉서 설계

본 시스템은 다수의 아날로그 신호를 수집하여 연산하는 것이 목적이므로 다수의 아날로그 신호를 단일 A/D 변환기를 사용하여 처리하는 경우 아날로그 멀티플렉서의 사용이 필요하다. 아날로그 멀티플렉서는 16채널이 지원되는 소자를 사용하여 16개의 아날로그 입력을 받을 수 있는 시스템의 구성이 가능하게 하였다. 아날로그 멀티플렉서의 운용에 있어 가장 중요한 점은 각 채널의 지정에 있다 할 수 있다. 본 시스템의 채널 지정은 컨트

롤러의 제어신호를 사용하여 지정하는데 16채널의 모든 신호를 수집한다는 가정 하에 순차적인 지정 방식을 사용하였으며 이를 위해 컨트롤러에서는 4bit의 신호선이 사용되었다.

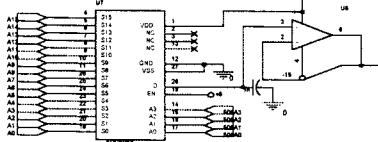


그림2 아날로그 멀티플렉서

그림2는 아날로그 멀티플렉서의 실제 회로를 보이고 있다. 가장 좌측의 16채널을 통한 아날로그 신호의 입력을 보이고 좌측 하단에 4bit의 채널 선택 신호가 보이고 있다. 출력단의 OP Amp는 A/D변환기의 입력 단으로 가기 전의 신호를 매우 높은 임피던스를 구성하는 Voltage Follow를 삽입함으로써 서로의 간섭을 줄여줄 수 있게 하고 있다. 실제의 회로에 있어서 OP Amp의 사용은 매우 궁정적인 역할을 하고 있음을 알 수 있는데 사용하지 않았을 때의 멀티플렉서를 통과한 전압이 매우 큰 전압강하를 보이는 반면 이를 사용하고 난 다음부터는 전압강하를 보이지 않았다.

2.4 A/D변환회로의 설계

A/D변환기는 16bit의 분해능을 보이는 변환기를 사용하여 5Vmax의 전압이 인가 될 경우 LSB의 1bit 변화당 $76\mu V$ 의 전압 변화를 감지 할 수 있는 회로를 구성하였다. A/D변환기의 사용은 적절한 타이밍에 의한 제어신호의 구현이 관건이 되는데 이는 A/D변환기의 샘플링 주파수에 밀접한 관련이 있다. 즉 적당한 시간에 해당하는 A/D변환 개시 신호라든가 A/D변환 개시신호 혹은 다음 일정 시간 변환 시간이 지나고 나서 데이터의 취득을 할 수 있는 타이밍을 놓치지 않고 데이터의 취득을 하는 일련의 과정이 A/D변환기의 제어신호를 통해 이루어진다.

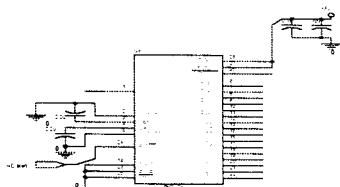


그림3 A/D변환기

그림3은 A/D변환기의 실제 회로인데 1번의 아날로그 신호의 입력과 A/D start신호 그리고 변환된 16bit의 디지털 데이터의 출력 라인을 볼 수 있다.

2.5 μ컨트롤러 회로의 설계

마이크로컨트롤러를 이용하여 시스템을 설계한다는 것은 필요에 부합하는 적절한 하드웨어의 구성과 경제적인 프로그램의 개발에 달려있다고 할 수 있다. 컨트롤러에서 하드웨어의 개발이, 곧 경제적인 프로그램으로 이어지고 또한 일정 작업에 대한 프로그램의 알고리즘 개발이 하드웨어 개발에 직접적인 영향을 미치게 된다. 가장 경제적인 프로그램을 개발 할 수 있는 하드웨어의 구성 가장 경제적인 하드웨어를 뒷받침하게 하는 알고리즘의 개발이 관건이 된다는 말이다. 본 시스템의 컨트롤러는 인텔사의 80c196kc의 제어전용 16bit 마이크로컨트롤러를 사용하여 구성하였다. 시스템 클록은 20MHz를 사용하였다.

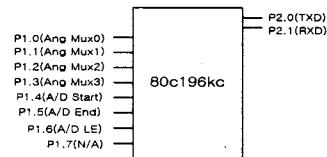


그림4 컨트롤러의 제어신호

그림5는 본 시스템의 메모리 맵을 보이고 있는데 별도의 메모리 디코딩 회로의 구성을 피하기 위하여 메모리 맵을 단순화하여 사용하고 컨트롤러 자체에서 기본으로 제공되는 메모리 제어신호와 추가로 P1.6의 신호를 사용하였다. P1.6를 메모리 제어신호로 사용하는 것은 A/D변환 결과를 읽어들이기 위한 래치회로의 메모리 접근을 위해 사용하였다.



그림5 메모리 맵

그림5는 본 시스템의 메모리 맵을 보이고 있는데 별도의 메모리 디코딩 회로의 구성을 피하기 위하여 메모리 맵을 단순화하여 사용하고 컨트롤러 자체에서 기본으로 제공되는 메모리 제어신호와 추가로 P1.6의 신호를 사용하였다. P1.6를 메모리 제어신호로 사용하는 것은 A/D변환 결과를 읽어들이기 위한 래치회로의 메모리 접근을 위해 사용하였다.

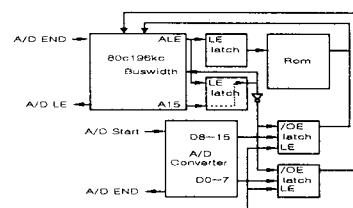


그림5 제어, 데이터신호의 흐름

모리 접근 방식을 구성함으로써 16bit의 A/D변환된 결과를 한번에 직관적으로 읽어오고 직렬방식을 이용하는 것보다는 별도의 시간 지연이 필요하지 않게 된다.

2.6 제어 알고리즘

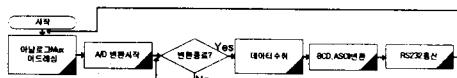


그림6 제어 알고리즘

그림6의 본 시스템의 순서도를 보이고 있는데 하나의 아날로그 신호를 받아들여 A/D변환하고 이를 읽어 연산을 하고 PC로 RS232직렬 통신을 이용하여 전송을 하고 있다. 아날로그 Mux의 어드레싱, 변환시작의 제어신호, 변환종료의 감시 신호를 모두 P1을 이용하고 있다. 변환된 데이터의 연산은 BCD코드변환과 ASCII코드로의 전환을 하고 있는데 이는 직렬통신의 제어문자를 이용함으로써 통신의 용이함을 취하기 위해서이다.

2.7 실험결과

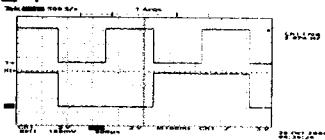


그림7 아날로그Mux 디코딩 신호

그림7은 P1.0~P1.1의 아날로그Mux의 디코딩 신호이다. P1.2~P.3의 신호와 합쳐 함께 4bit의 디코딩 신호가 되는데 그림에서 보듯이 0000-1111의 변화의 하위 bit 두자리 변화를 볼 수 있다.

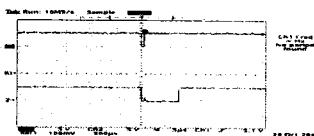


그림8 A/D변환개시, 변환진행 신호

그림8은 P1.4와 P1.5의 A/D변환시작을 개시하는 신호와 A/D변환기의 변환종료를 감시하는 신호를 나타내고 있다. 이를보면 A/D변환 개시 신호의 길이가 1 μ s정도 총 A/D변환 시간이 7 μ s정도임을 알 수 있다.

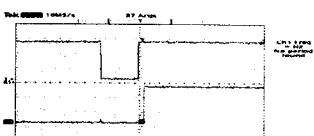


그림9 A/D변환개시 신호와 래치신호

그림9는 A/D변환기의 변환중에 있다는 신호와 변환이 끝나고 나서 A/D변환기의 출력을 래치하는 신호를 보이고 있다. A/D변환이 끝나고 1 μ s의 시간 경과후 변환 16bit 데이터가 래치 됨을 알 수 있다.

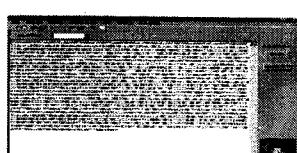


그림10 데이터 전송화면

그림10은 컨트롤러 시스템에서 아날로그 데이터를 측하여 코드변환을 하고 직렬통신을 사용하여 PC로 전송을 하고 있다. 그림은 거리센서의 데이터를 전송하는 것을 보이고 있는데 모든 아날로그 데이터의 채널을 순차적으로 스캔하고 A/D변환을 거쳐 코드변환을 하는데 각 신호마다 알파벳의 태그를 붙여서 각 신호를 구분할 수 있게 하고 PC는 태그를 통해 각 센서의 분류를 하고 있다. 수취된 16bit의 데이터는 컨트롤러의 뛰어난 연산 능력을 이용하여 편리하게 코드 변환을 할 수 있다.



그림11 코드변환 알고리즘

그림11은 코드의 변환순서를 보이고 있는데 컨트롤러의 연산 능력을 최대한 이용하여 코드의 변환을 가장 심플하게 구성하였다. 먼저 취득된 16bit의 데이터를 나누기 위하여 데이터의 저장 레지스터의 크기를 더불 위드로 확장하고 나누기를 하여 상위 레지스터와 하위 레지스터에 각각 몫과 나머지를 저장하고 이중 몫은 BCD 코드 변환 결과의 레지스터로 옮기고 나머지를 같은 방법으로 연산하여 BCD 코드를 생성하였다. BCD코드와 ASCII코드는 사이에는 16진수 30H의 차이가 있으므로 이를 더하여 ASCII코드의 생성을 쉽게 하였다.

3. 결 론

본 논문 통하여 컨트롤러를 이용한 아날로그 데이터의 취득 시스템을 설계 실현하여 보았다. 컨트롤러를 이용하여 아날로그 데이터를 취득한다는 것은 물리적 시스템의 디지털화로 이어지고 이는 곧 빠른 디지털 연산을 통하여 실시간에 가까운 제어 시스템의 도약으로 이어지게 된다. 정확한 데이터의 취득을 통한 시스템의 상태를 감시 제어하는 것은 디지털 제어의 기본이 된다. 본 논문에서는 컨트롤러를 이용 A/D변환을 함으로써 데이터 취득을 하여 보았다. 실험과정에서 드러난 문제점은 같은 레벨의 아날로그 전압에서 변환된 디지털 신호의 진동이 존재한다는 점이다. 거리의 경우 0.5mm정도의 진동을 감지하였고 온도의 경우에는 1~2도 정도의 진동을 보였다. 이는 정확한 데이터 취득의 취지에 벗어나는 것이며 개선의 과제로 남는다. 이를 해결하기 위해서는 하드웨어의 A/D변환의 기준신호를 보다 정확히 한다든가 혹은 필요에 부합하는 범위의 오차를 프로그램적으로 민감도를 떨어뜨려 둔화시키는 방법이 있을 것으로 본다.

(참 고 문 헌)

- [1] Intel, "80196 User Manual"
- [2] Katsuhiko Ogata, "Discrete-Time Control System", PrenticeHall, 1995
- [3] Jonsson, Bengt, "Switched-Current Signal Processing and A/D Conversion Circuits : Design and Implementation", EKluwer Academic Pub, 2000
- [4] 윤덕용, "80c196kc 마스터", Ohm, 1999