

샘플링 시간의 제약이 있는 환경에서의 근접센서 데이터 취득

류형선*, 오세호, 김 현, 박정균, 최현영, 김양모
 충남대학교 전기공학과

Data aquisition of a proximity sensor in the milited sampling time

Ryu Hyoung-Sun*, Oh Se-Ho, Kim Hyun, Park Jung-Kyun, Choi Hyun-Young, Kim Yang-Mo
 Chungnam National University

Abstract - In this paper, a problem of limited sampling time that occurs essentially in digital data acquisition system is discussed. Low sampling frequency and a lot of processed data in micro-controller interferes normal operation of the controller from acquiring information in some case. To settle this problem, we design the sub-system which consists of a new simple micro-controller, which is managed the particular sensor making the trouble to main-controller system.

1. 서 론

컴퓨터를 포함해서 각종 가전기들이 디지털 처리 기술을 포함하고 있으며 그 내면을 살펴보면 대부분, 디지털 정보를 처리할 수 있는 프로세서를 중심으로 시스템이 구성 되어있음을 알 수 있다. 디지털 프로세서를 중심으로 구성된 시스템의 장점은 단순화 된 시스템의 구축이 용이하고 효율적인 시스템 알고리즘을 프로그램을 통하여 쉽게 시스템에 이식, 구현 할 수 있다는 것이다. 이러한 점으로 인해 시스템의 유연성을 확보 할 수 있고 때로는 시스템의 하드웨어적인 한계성을 알고리즘으로 극복 할 수 있는 기회가 제공된다. 뿐만 아니라 시스템 구성을 직관적으로 파악하여 시스템 구성을 쉽게 하여준다. 이러한 여러 가지 장점 때문에 그리고 편리성을 이유로 많은 분야에서 마이크로 프로세서를 이용한 제어 시스템 개발이나 데이터 수집 처리 시스템을 개발, 사용하고 있다. 더욱이 근래에는 빠른 처리속도와 각 제어 시스템의 특성을 고려한 마이크로 컨트롤러들이 많이 개발되어 지고 있는 실정이다. 예를 들면 인텔사의 범용 컨트롤러인 80c196kc, 다양한 DSP 프로세서 그리고 소형이면서 저전력을 자랑하는 PIC컨트롤러 등을 들 수 있다. 하지만 모든 프로세서의 처리 방식은 폰노이만 처리방식 즉 순차 처리 방식을 거스를 수 없는 이유로 적어도 프로그램 명령어의 처리에 소요되는 시간에서 발생하는 시간적인 손실로 인해 이상적인 실시간 처리가 불가능하다. 즉 컨트롤러 외부의 I/O포트로 원하는 신호를 출력 한다든지 입력을 받는 데 일정 소요시간을 필요로 한다는 것이다. 이러한 문제는 빠른 연산 처리속도로 어느 정도의 극복이 가능하지만 역시 이상적인 실시간 처리는 불가능하며 때로는 시스템 구성의 제약이 되기도 한다. 본 논문에서는 이러한 처리시간의 손실로 인해 발생하는 문제를 실제 데이터 취득 시스템의 구성 예를 통하여 해결하여 보고자 한다.

2. 레도 마모 측정 시스템

2.1 설계된 데이터 취득 시스템

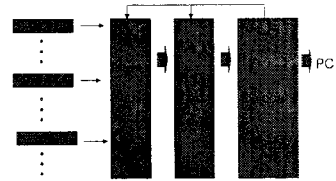


그림1 데이터 취득 시스템 구성도

그림1은 80c196kc를 사용하여 여러 센서로부터 데이터를 취득하는 시스템 구성을 보이고 있다. 취득해야 할 데이터가 여러 가지이므로 micom에서 analog mux를 통해 순차적으로 각 센서를 디코딩하여 데이터를 취득, 처리하고 있다

2.1.1 시스템의 샘플링 주기의 발생

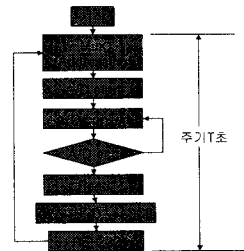


그림2 샘플링 주기를 발생하는 시퀀스 요소

그림2에서 보듯이 각 센서의 신호를 받아 처리하는 시간은 대략 mux를 디코딩하는 시간 A/D변환기의 동작에 소요되는 시간 그리고 변환된 데이터를 micom이 읽어 들여 처리하는 시간과 각 제어신호를 발생하고 제어신호의 유효성을 보장하기 위해 각 소자의 최소 요구 시간을 포함한다. 이러한 시간을 모두 감안하여 시스템을 동작시킬 때 동일 센서에 micom이 접근하는 주기T가 발생하고 micom과 각 소자의 성능을 주요 요인으로 하는 샘플링 주기가 발생하게 된다.

2.1.2 근접 센서를 이용한 마모의 측정

위 시스템은 다양한 센서를 통해 물리적 상태를 파악하는 구성을 보이고 있는데 그 중 간접적 마모 측정에 근접 센서를 사용하고 있다.

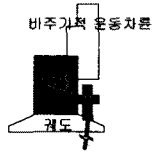


그림3 근접 센서를 이용한 마모 측정

그림3은 근접센서를 이용하여 궤도의 마모를 간접 측정하는 방법을 보이고 있다. 레일의 마모 시 차륜의 하강 현상이 발생하고, 차륜의 하강은 근접센서의 동작 영역으로 차륜이 진입하는 것을 뜻한다.

2.1.3 샘플링 시간의 제약을 받는 근접센서

본 시스템에는 근접 센서 외에도 다양한 센서를 사용하고 있으며 센서의 동작은 대부분 보편적이고 통일된 출력 신호를 가지고 있다. 대부분의 센서 신호들이 디지털 프로세서를 통하여 처리되어야 하기 때문에 0~5V의 전압 신호를 발생한다든지 거리 제약을 극복하기 위해 4~20mA 범위의 전류를 발생하기도 한다. 하지만 이러한 전류 신호도 결국 A/D변환을 위해 전압으로 바꾸어 사용한다. 그리고 이러한 센서들은 마이컴이 센서에 접근하는 시점의 물리적 상태를 앞서 말한 전압이나 전류의 형태로 출력 유지하고 있어 마이컴이 데이터를 취득하는데 별 어려움이 없다. 하지만 근접센서의 경우는 조금 다르다. 근접센서의 출력이 전압이나 전류나 관계없이 마이컴 운용의 샘플링 시간에 제약을 받게 된다. 근접센서의 동작은 측정 대상이 되는 물체가 근접센서의 동작 한계 범위로 근접됨으로 이루어지는데 측정 대상의 비주기적인 접근으로 인해 마이컴이 근접 센서를 access할 때 왜곡 없이 근접센서 동작을 감지하기 어렵게 된다.

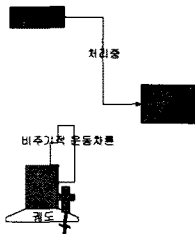


그림4 근접센서의 오류 발생

그림4는 근접센서가 오류를 발생의 원인이 되는 시점의 마이컴과 센서간의 처리 그림이다. 차륜이 접근하여 근접센서가 동작 할 때 마이컴은 센서A의 데이터를 처리하고 있고 나머지 센서의 데이터를 처리한 후 근접센서를 access할 때는 차륜이 통과하여 근접센서의 동작이 마무리 된 시점이 되어 마이컴이 취득하는 데이터는 옳지 못한 데이터가 된다. 이러한 시스템의 근본적인 한계는 마이컴 처리 속도에 있다 할 수 있다. 마이컴의 처리 속도가 매우 높아서 샘플링 주기가 아주 작아진다면 근접센서의 데이터를 왜곡 없이 받아들일 수 있다. 하지만 마이컴이 처리하는 동작이 복잡해지고 센서의 개수가 많아지면 이러한 근접센서 취득 한계는 불가피 하게 된다.

2.2 오류 극복을 위한 보조 컨트롤러의 제안

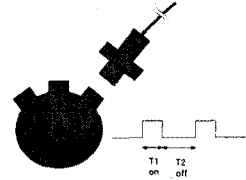


그림5 근접센서 동작 사양

그림5는 근접센서(Baulf사, BES516-343-E4-C)의 동작 사양을 보이고 있다. 최대 동작 주파수는 1500Hz이며 감지 물체가 센서에 머물러 센서를 동작시키는 시간 T1은 최소 50 μ s 이상이 보장되어야 한다. 근접센서를 통과하는 차륜의 속도가 300km/h라고 한다면 매 초당 차륜의 진행 거리는 8333cm가 된다. 근접센서의 직경이 3cm이면 근접센서의 동작 범위 안에 차륜이 머무는 시간은 360 μ s가 된다. 이는 근접센서의 동작을 보장하기 위한 최소 시간인 50 μ s 보다 긴 시간이 된다. 이로써 근접센서의 차륜하강을 측정하기 위한 근접센서의 최소 사양이 만족됨을 알 수 있다. 20MHz의 클럭 주파수를 사용하여 80c196kc를 구동할 경우 1machine의 사이클은 1/2 분주된 10MHz 즉 1machine 사이클은 0.1 μ s이되고 명령어가 200라인이라면 가장 경제적인 언어와 효율적인 번지 지정을 하더라도 수십 μ s 이상이 된다. 본 마이컴에 상용된 프로그램은 어셈블 220라인 정도가 된다. 이러한 경우 두 개의 센서로부터 데이터를 취득하는 경우 360 μ s의 시간을 보장받기 어려워 정확한 근접센서의 데이터를 얻기 어렵다.

2.2.2 근접센서 감시를 위한 보조 마이컴의 제안

지금까지 살펴본 바와 같이 일반 범용 컨트롤러인 80c196kc를 사용하여 다수의 컨트롤러를 운용하면서 매우 빠른 비주기적인 운동체를 근접센서로 감지한다는 것은 어려운 점이 있다. 이에 근접센서를 전담하여 감시하고 그 결과를 주 마이컴 시스템의 입력으로 하는 시스템을 제안 하고자 한다. 이러한 시스템을 구성함으로써 주 마이컴의 샘플링 제약을 개선하며 근접센서의 올바른 데이터 취득을 가능케 하는 것이다. 보조 시스템은 주 마이컴의 다양한 장점을 고려하고 주 마이컴의 약점만을 보완 할 수 있는 간단한 시스템이라야 의미가 있을 것이다. 근래에 다양한 마이컴 시리즈가 여러 메이커로부터 제공되어지고 있으며 또한 이들의 특징을 잘 이용하여 가장 경제적인 시스템들이 제안되어 지고 있다. 본 논문에서는 마이크로칩사의 PIC컨트롤러(PIC16F84)를 사용하여 보조시스템을 구성하여 보고자 한다. 이 마이컴은 18개의 핀아웃을 갖는 비교적 단순한 구조를 보이고 있지만 속도 향상을 위해 파이프라인 구조를 채택하고 있으며 대부분의 명령어가 1machine 사이클에 이루어지는 RISC형이어서 하나의 명령을 수행하는데 소요되는 시간은 10MHz의 클럭을 사용할 경우 400ns정도의 시간이 소요된다.

2.2.2 보조 마이컴의 설계

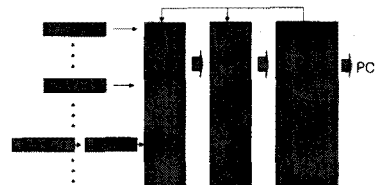


그림6 개선된 시스템

그림6은 근접센서의 출력 단에 보조 마이컴을 추가하여 근접센서의 출력을 보다 빠른 주파수로 감시하게 하였다. 또한 보조 마이컴을 부가함으로써 얻어지는 이득이 있다. 본 시스템에서 사용되는 마모 측정용 근접센서의 운용은 간접적인 케도의 마모를 측정하는 것으로 직접적인 케도의 마모를 측정하는 것에 비해 정확성의 손실을 감수 할 수밖에 없다. 근접센서의 동작은 케도의 마모 뿐 아니라 차륜의 마모에도 그 동작을 보인다는 것이다. 이의 개선을 위해 보조 마이컴에 계수기 기능을 더한다면 확률적으로 케도의 마모를 더욱 정확하게 알 수 있게 된다. 사용되는 계수의 수치는 실제 상황의 특성을 고려한 실험을 통하여 정하여 질 수 있다.

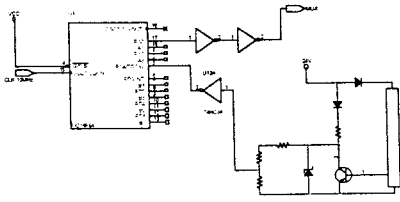


그림7 PIC16F84보조 마이컴

그림7에는 PIC를 이용한 근접센서 감시 회로를 보이고 있다. PIC의 포트A의 0번을 이용하여 근접센서의 상태를 80c196kc로 운용되어지는 MUX단으로 출력을 내고 있다. 근접센서의 상태를 입력받는 곳은 PIC을 카운터 기능을 사용하고 있다. 카운터의 값을 100회로 세팅하여 차륜의 하강으로 근접센서가 100회 카운팅 되면 케도의 마모로 간주하여 주 마이컴으로 그 출력을 보내는 시스템을 구성하였다. PIC의 입력을 감시하는 방법을 폴링 방법을 사용하지 않고 카운터를 사용하는 인터럽트 방식을 사용하였다. 폴링 방법으로 근접센서를 감시할 때 샘플링의 주파수가 매우 높아 동일 차륜에 대하여 두 번 샘플링 한다든지 또다시 샘플링 주기의 한계를 받을 수 있기 때문이다.

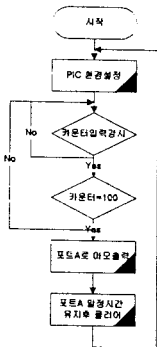


그림8 PIC 제어 시퀀스

그림8은 PIC의 동작 순서를 보이고 있다. PIC의 동작이 시작되면서 PIC 카운터 동작을 위한 환경 설정을 하고 카운터 입력편은 계속 근접센서의 입력을 기다리고 근접센서의 입력이 감지되면 인터럽트 루틴으로 점프하여 카운팅에 대한 처리를 한다. 인터럽트 처리 루틴에서는 카운터의 계수가 100인지 비교를 하고 100이 되었으면 케도의 마모로 간주 할 수 있기 때문에 이 사실을 주 마이컴인 80c196kc로 전달하여 준다. 케도의 마모 상태를 출력하는 시간은 주 마이컴의 샘플링 시간 제한에 저촉되지 않도록 충분한 시간 동안 출력을 하여 준다. 일정 시간 동안 출력을 한 PIC는 케도의 유지 보수

가 끝난 것으로 간주하고 다시 출력을 회수는 동작을 한다. 모든 동작이 끝나고 나면 PIC는 다시 근접센서를 감시하는 시퀀스를 시작한다.

2.2.2 실험 결과

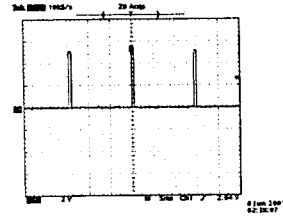


그림9 차륜의 모의 실험파형

그림9는 DC전동기를 이용하여 근접센서에 접근하는 차륜의 모의 파형을 보이고 있다. 차륜이 근접센서 위에 머무는 시간 $360\mu s$ 와 같은 파형을 제공하는 DC전동기 장치를 꾸몄다. 꾸며진 장치의 상태를 근접센서가 센싱하여 100회를 카운트하고 100회가 되면 PIC의 포트로 출력을 하여 80c196kc로 보내게 된다

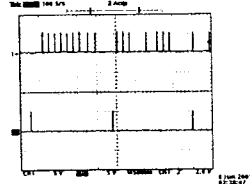


그림10 근접센서의 센싱 신호와 PIC의 출력신호

그림10은 근접센서에서 DC전동기의 회전이 근접센서에 접근하는 것을 파악한 신호(위)와 PIC의 100회 카운팅 되었을 때 발생하는 출력신호(아래)를 보이고 있다. 전동기의 근접센서 접근 주기가 15ms인 것을 감안하고 100회당 PIC의 출력 신호가 나오는 것을 계산하여 보면 1.5초 정도가 PIC출력 신호의 주기가 된다. 측정된 PIC의 출력 주기는 2초 정도로 차이를 보이고 있는데 이는 거의 근접한 주기를 얻었다. 발생하는 오차는 세밀하지 않은 DC전동기의 회전 주기로 인해 발생한 것으로 생각된다.

3. 결 론

본 논문에서는 범용 마이컴을 사용하여 물리적 데이터를 취득, 처리하는 시스템을 설계하는 과정에서 시스템의 샘플링 주파수 한계로 인하여 발생하는 문제를 제시하고 해결 방법을 강구하였다. 근래의 많은 시스템들은 고속의 디지털 처리 장치를 중심으로 꾸며지고 있으며 앞으로도 이러한 추세는 가속화하리라 본다. 그리고 많은 예상치 못한 문제점과 또 그 해결 방안들이 제시될 것이며, 본 논문도 디지털 데이터 취득 시스템이 쉽게 직면할 수 문제를 해결 할 수 있는 하나의 방법을 제시하였다.

(참 고 문 헌)

- [1] Microchips Technology, "PIC16F84 User Manual"
- [2] Intel, "80c196Kc User Manual"
- [3] 류형선의, "μ컨트롤러를 이용한 범용 아날로그 데이터 취득 시스템 설계", 대한전기학회 추계학술대회, D권, pp.732~734,2000