

DSP와 CPCI 기반의 금속파편감시를 위한 DAM 보드 개발

*황희정¹, 손창호¹, 류재규¹, 백광렬²
삼창기업(주)¹, 부산대학교 전자공학과²
e-mail : hhj1313@samchang.com

Development of the DAM board for loose parts monitoring
based on DSP & CPCI

*Hee-Jung Hwang
Graduate School of Electronic Engineering
Pusan National University

Abstract

본 논문은 원자력 발전소의 금속파편감시계통(LPMS)에서 충격신호의 탐지를 위해 사용되는 하드웨어 구현에 관한 것이다. 본 논문에서 구현한 것은 LPMS의 하드웨어 중에서 입력된 신호를 디지털로 변환하여 충격신호의 트리거 판단기능을 하는 DAM(Data acquisition module)보드이다. 본 논문에서 구현한 DAM은 디지털 필터와 트리거 판단을 위한 알고리즘이 DSP에서 실시간으로 처리되어 LPMS의 기능을 업그레이드 하였다.

I. 서론

원자력 발전소에 있는 원자로 냉각재계통 기기들은 원자력 발전소 운전 중에 발생할 수 있는 정적 동적 하중에 견딜 수 있도록 설계되어 있다. 이 기기들은 원자력 발전소 수명기간 동안 주기적 또는 수시로 검사를 수행하여 기기의 건전성 유지 여부를 확인받고 있다. 금속파편 감시 계통(Loose parts monitoring system, LPMS)은 원자로 냉각재계통 주요 기기의 압력경계 외부에 충격탐지센서를 부착시켜 압력경계 내부에서 금속파편 또는 이물질의 존재를 조기에 탐지하고, 또 충격신호를 원자로 격납건물 밖의 제어실에 전송, 분석함으로써 금속 이물질의 충격 위치 및 질량 등을 추정하여 원자로 냉각재계통 주요 기기의 손상을 방지하기 위하여 설치하는 계통이다.

본 논문은 원자력 발전소의 금속파편 감시 계통에서 충격신호의 탐지를 위해 사용되는 시스템 개발에 필요한

하드웨어 구현에 관한 것이다. 현재 국내 발전소에 있는 LPMS는 대부분이 고가로 외국에서 수입하여 사용하고 있다. 본 논문에서 구현한 시스템은 5us마다 센서로부터 입력받는 신호를 고속의 DSP(Digital signal processing) 칩을 이용하여 LPMS에서 필요로 하는 연산 기능을 구현하였으며, 고속데이터 전송을 하기 위해서 CPCI(Compact peripheral component interconnect) 버스를 이용하였다. 본 논문에서 구현한 시스템은 디지털 필터와 트리거 판단을 위한 알고리즘이 DSP에서 실시간으로 처리되어 LPMS의 기능을 한층 업그레이드 하였다. 개발된 시스템은 기존 외국 장비에 비하여 하드웨어 성능이 대폭 향상되었으며 하드웨어의 완전 국산화 개발이라는 특징이 있다.

II. 본론

본 논문에서 개발한 시스템은 LPMS의 하드웨어 중에서 입력된 신호를 디지털로 변환하여 충격신호의 트리거 여부를 판단하기 위한 DAM(Data acquisition module) 보드이다. DAM 보드는 센서신호를 샘플링하여 매 샘플링마다 트리거링을 검출하고 이벤트 발생시 저장된 신호를 호스트 컴퓨터로 전송하는 기능을 가지고 있다. 다음 그림은 DAM보드의 구성도이다. DAM 보드는 센서로부터의 신호를 입력받아 샘플링 주파수가 200kHz이고, 분해능이 16bit인 ADC에 전달한다. DSP에서는 ADC에서 변환된 신호를 가지고 디지털 필터링과 트리거링 연산 등을 실시간으로 처리한다. DAM보드에서는 호스트 컴퓨터로 빠른 시간 내에 데이터를 전송하기 위하여 CPCI

버스를 이용한다. DAM 보드에 있는 CPLD는 DSP 버스 제어, CPCI Local Bus 제어, ADC 제어, Digital Input/Output 제어 등의 역할을 한다.

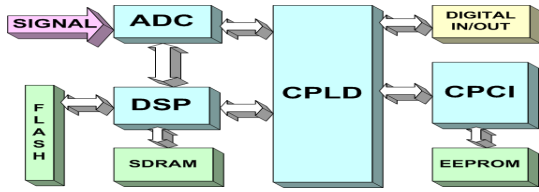


그림 1. DAM의 구성도

다음은 LPMS에서 트리거를 검출하기 위해 사용하는 알고리즘이다. DAM보드에서는 트리거 이벤트 판단을 위하여 Fixed point Alarm과 Floating point Alarm을 이용한다.

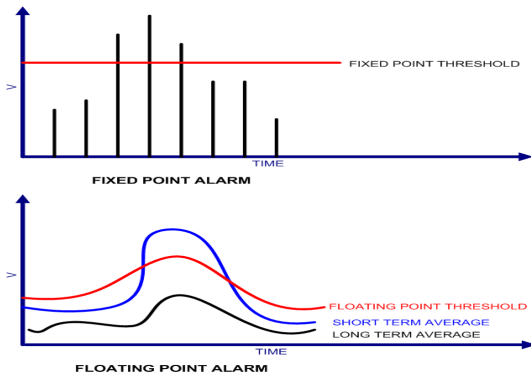


그림 2 트리거 검출 알고리즘

Fixed Point Alarm은 현재 입력된 신호의 크기(절대값)가 Fixed Point Threshold를 초과할 때 알람을 발생한다. Floating Point Alarm은 Short Term Average의 값이 Floating Point Threshold를 초과할 때 알람을 발생한다. Short Term Average는 매 샘플링(T_s) 간격으로 취득한 N_s 개의 데이터를 평균한 값이다. Short Term Average는 $N_s * T_s$ 간격으로 갱신된다. Long Term Average(LTA)는 Long Term Constant * T_s 의 시간 간격으로 샘플링한 신호 M_s 개를 평균한 값이고, Floating Point Offset은 사용자가 각 채널별로 설정하는 값이다. Long Term Constant는 연속적(200kHz)으로 들어오는 신호 파형 데이터에서 LTA에 사용될 데이터를 취득하는 샘플링 간격을 결정하는 상수다. Floating Point Threshold는 다음 식과 같다.

Floating Point Threshold
 = LTA + Floating Point Offset (식1)

다음 그림은 DAM의 소프트웨어 플로우차트이다. DAM은 고속의 DSP를 이용하여 5 μ s마다 디지털 밴드패

스 필터와 트리거 검출 연산 및 트리거 여부 판단을 실시간으로 처리한다. 그리고 실시간으로 트리거 검출에 관련된 파라미터들을 업데이트하여 메모리에 저장한다.

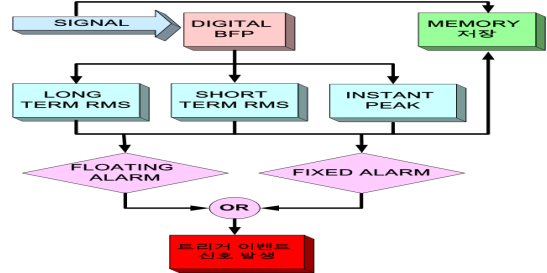


그림 3. DAM의 소프트웨어 Flowchart

III. 결론 및 향후 연구 방향

다음 그림은 DAM 보드를 CPCI 랙에 장착하여 PC에서 CPCI 버스를 이용하여 모니터링하고 있는 화면이다. 그림 5의 모니터링 화면은 실시간으로 ADC로 입력되는 신호를 보여주고 있다. 모니터링 프로그램을 이용하여 ADC에서 입력받은 신호를 DSP에서 디지털 필터링하여 트리거 이벤트를 판단하기 위한 파라미터들과 이벤트 발생 유무 및 발생하였을 당시의 전후 데이터들을 확인할 수 있다.

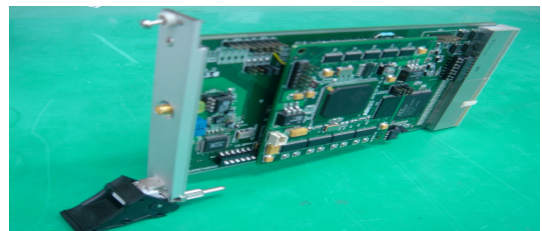


그림 4. DAM 보드

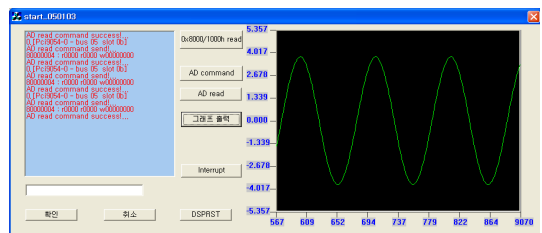


그림 5. CPCI 버스를 이용한 PC에서의 제어화면

개발된 DAM 보드는 현재 금속과편감시 계통을 위한 시스템에 이용되고 있으며, 향후 다른 계측 장비에도 응용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] “원자로감시계통”, 한국전력공사 원자력교육원, 2001
- [2] www.ti.com
- [3] www.plxtech.com
- [4] www.analog.com