PXI 버스를 이용한 강인한 범용계측시스템 개발

Development of Robust Embedded Measurement System by Using PXI Bus

유 제 택*
(Jae Taeg Yu)

Abstract : Many instrumentations have been used to acquire the performance data of military systems for many years. But they could not satisfy environmental specifications(vibration, shock, temperature) and processing speed to apply for the performance test of military systems because of having developed as common vehicles/fixed installation equipments. Thus a new rugged embedded measurement system is required to process large data in high processing speed(Maximum sample rate:1.25MHz/ch) with rugged environmental specifications. We have developed embedded measurement systems by using PXI(PCI eXtension for Instrumentation)bus interface composed of a stand alone controller and versatile data acquisition boards(analog, digital, vision, temperature and small signal conditioner) on PC-based environment to solve these problems. Operation programs have been developed using Lab_View and the performanus have been validated experimentally.

Keywords : PCI extension for instrumentation, embedded measurement systems, lab_view application program

I. 서 론

PC based 환경에서 Embedded 계측시스템 구성을 위한 메인 콘트롤러와 주변 장치의 데이터 전송 및 제어신호에 필요한 버스형태는 여러 가지가 지원되고 있다. 기존에 사용되고 있던 ISA버스는 거의 사양에 접어들었고, 현재는 PCI 버스를 주로 사용하고 있으며, 특히 상용이 아닌 산업용 목적으로 Embedded 시스템을 설계시 PCI버스의 환경적인 구조 및 데이터 전송속도를 향상시킨 Compact PCI를 이용하여 계측시스템을 구현하고 있으며, 특히 PXI시스템은 Compact PCI를 기반으로 여러 부분을 확장시켜 구현하고 있는 PC based에서 최상의 기능을 발휘할 수 있는 구조이다.

PXI버스는 Compact PCI를 기반으로 설계되었으나 기계적인 특성, 전기적인 특성 및 소프트웨어적인 성능이 향상되어 설계가 되었다. 기계적인 구조에서는 IEC 콘넥터, 다양한 I/O모듈을 동시에 8슬롯을 제어 가능하고, EuroCard Packaging을 사용가능하며, 특히 환경적인 부분(Cooling, Shock, Vibration, Humidity 및EMC)을 강화시켰고, 전기적인 부분은 Trigger/Local Bus, Reference Clock 및 Star Trigger를 구성하여 최대 528Mbytes/s(64bits, 66Mhz)까지 데이터를 전송 가능케 하였으며, 소프트웨어적으로 Window NT를 비롯하여 Window95/98/2000의 OS 시스템을 이용 가능케 하여 가능의 컴퓨터 이용자들이 편리하게 접근 가능케 설계되었다. 이상과 같은 성능을 통하여 산업용 전반 및 군용의 부분 많은 부분에서 각종 데이터신호 획득시 데이터 전송속도, 강인한 환경스팩 및 모듈의 콘넥터 구조 등 많은 장점으로 인하여 VME/VXI버스를 이용하여 Embedded 계측시스템 및 제어시스템을 기개발된 것을 대체 가능케 하였다.

* 책임저자(Corresponding Author)
논문접수 : 2003. 4. 24., 채택확정 : 2003. 9. 30.
유제택 : 국방과학연구소(yjtadd@add.re.kr)

군용환경에서는 VME 버스를 이용한 시스템을 구성하여 사용하고 있으나, 운용OS(UNIX)가 복잡하고 어려워 사용의 불편함이 대두되었다. 따라서 PXI버스/Compact PCI시스템은 PCI시스템에 VME의 장점을 적용한 설계기법으로, 급속도로 급진전된 통신시장 및 산업전반에서 많은 부분이 활용되고 있으며, 또한 계속적인 향상시켜 군용으로도 사용할 수 있을 것이다.

PXI버스를 이용하여 개발된 시스템은 강인한 조건(굴곡이 심한 비포장로, 진동 충격시험로)에서 차량에 탑재하여 각종 신호를(아날로그, 디지털, 주파수, 영상, 온도 등 총 127채널) 동시에 획득 가능케 하였으며, 내부에 소형 신호조정모듈(전류→전압, Cut off Filter, 온도, 스트레인)을 구성하였다. 또한 운용프로그램을 직접 Lab View프로그램을 통하여 개발하였으며, 특히 온도신호와 기타 아날로그신호와 계측시 Multi _sample이 가능토록 개발하였으며, 2~3개의 아날로그신호 획득보드를 동시에 제어한 Multi-board 제어용 프로그램도 개발하였고, 실제적인 실험을 통하여 개발장비의 획득데이터의 정밀도 및 강인성을 입증하였다.

II. PXI(PCI eXtensions for Instrumentation)bus 구조

PXI(PCI eXtensions for Instrumentation)[1]의 특성은 강인한 계측 및 자동제어를 위한 PC based에 기초로 하고 있다. PXI 버스는 PCI(Peripheral Component Interconnect)에 그림 1과 같이 VME[2]의 기계적인/전기적인 구조의 장점 과 소프트웨어 편리성을 접목시켜 계측시스템 및 산업용 컴퓨터응용 부분을 위해 개발된 버스 구조이다.

1. 기계적인 특징

PXI모듈 계측시스템은 다루기 편리할 뿐만이 아니라 산업용에 적합한 기계적인 특징을 적용하고 있다. 그림 2에서와 같이 단단한 Eurocard packaging시스템, 고성능의 IEC (International Electrotechnical Commission) 콘넥터 및 특수한

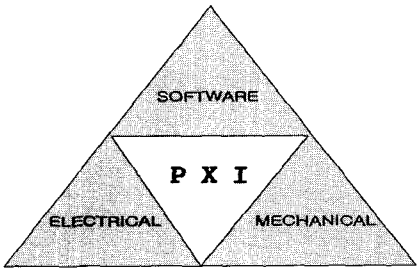


그림 1. PXI 버스 구조.
Fig. 1. PXI bus structure.

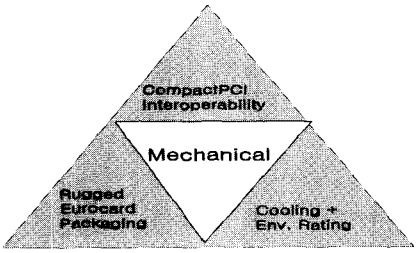


그림 2. 기계적 특징.
Fig. 2. Mechanical character.

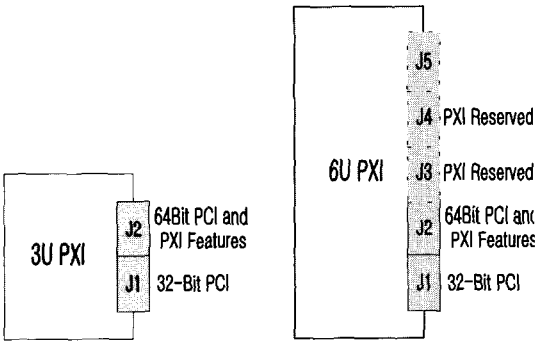


그림 3. PXI 버스 콘넥터구조.
Fig. 3. The connecter structure of PXI bus.

냉각 및 환경조건을 요구 등을 적용하였으며, CompactPCI 표준과 서로 상호 호완이 가능토록 설계되었다. 특히 IEC 콘넥터는 핀인소켓(pin-in-socket)형태로서 임피던스가 매칭되어 편리하며, 우수한 전기적인 성능이 지원 가능하여, 원거리통신분야와 같이 고성능 응용분야에서 많이 사용하고있는 콘넥터 구조이다. 또한 산업전반에 응용되었던 Eurocard Specification(ANSI 310-C, IEC 297, 및 IEEE1101.1 0~1101.11)을 적용하여, 그림 3과 같이 3U(100mm by 160mm) 및 6U(233.35mm by 160mm)두사이즈를 채택하여 설계하였다. 3U는 계측 및 자동제어 I/O 모듈에 가장 대중적인 형태이며 Single slot에 Dual circuit(J1, J2)구조를 가지며, 그림 3에서 6U의 J1과J2는 3U와 같다. J1은 PCI버스 구조와 같이 32bit 성능을 지원, J2는 64bit 성능의 CompactPCI에 구조에 일부 Pin을 PXI용으로 사용자가 Timing 및 Triggering을 위해 사용 가능케 되어있고, J3과 J4는 PXI사용

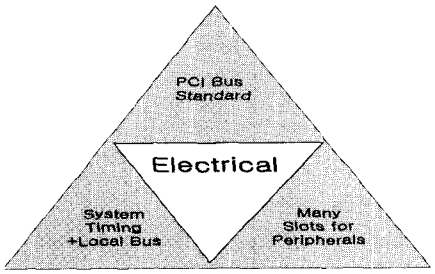


그림 4. 전기적 특성.
Fig. 4. Electric character.

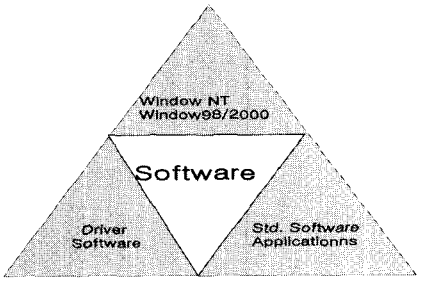


그림 5. 소프트웨어 특성.
Fig. 5. Software character.

자가 정의하여 사용 가능케 설계되어 있다. 끝으로 전자파 장애 문제에 있어서 어느 한 모듈이 인접모듈에 얼마만큼 EMI를 방사할 수 있는가와 파워라인을 통한 전도성 노이즈가 얼마인지 규정되어진 스펙에 따라 수행하여야 하며, 온도(운용 및 저장) 및 각종 환경스펙(습도, 진동, 충격 등)의 시험결과를 제시하게 하였다.

2. 전기적인 특성

많은 계측시스템 응용에서 시스템의 Timing 기능을 요구하고 있다. 그러나 기존의 ISA, PCI 및 CompactPCI의 Backplane에서 직접 수행하지 못하였으나 PXI에서는 Reference Clock, Bused Trigger Lines, Star triggers 및 Slot to Slot Local buses와 같은 전용시스템을 이용하여 우수한 Timing, Synchro_nization을 보유하고 있다. 특히 System Reference Clock은 모든 주변구성 모듈에 독립적으로 10Mhz의 시스템 클럭을 분배하여 Multiple cards의 신호의 동기에 사용되고 있으며, 이러한 결과로 트리거 버스의 각각의 우수한 클럭 에지를 만든다. Trigger bus는 모든 PXI 슬롯에 8라인으로 링크되어 Multiple cards가 서로 하드웨어를 통하여 서로 다른 이벤트제어 및 동기에 사용되며, 스타 트리커(Star Trigger)는 초고성능 동기(low skew: 1nanosecond 미만)를 위하여 적용한 특수한 형태로써 그림 6과 같이 시스템 제어기 바로 다음 모듈에 위치하며, 최대 13슬롯에 독립적으로 지원하다. 또한 스타 버스를 통하여 시스템 제어용 보드에서 생성된 신호를 주변구성 모듈에 전송시 사용하고 각 슬롯에 도달전에 백프레인상에 클럭신호를 독립적으로 버퍼링 시킴으로서 한스롯의 부하특성을 무시할 수 있고, 모든 모듈에 분배될 때 최소의 위상지터(Phase Jitter)만을 야기하는 아주 안정된 기준 주파수를 제공 가능하다. Local Bus는 인접채널 사이에만 연결하여 인접채널간의 다른 모듈의 간섭이나 성능

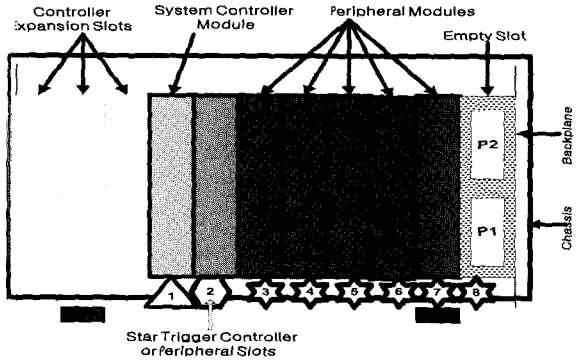


그림 6. PXI버스 시스템 구조.

Fig. 6. The system structure of PXI bus.

저 하의 영향없이 인접모듈간에 직접적으로 통신을 할 수 있고 인접모듈들을 다른 모듈과 격리시켜 인접모듈과 밀접한 연 을 제공하고, Local bus를 통하여 아날로그와 디지털등 다 한 신호를 통신이 가능하도록 설계되어 있다.

XI 시스템은 8(1 Slot system + 7 Peripheral Slots)슬롯으로 구성되었으며 시스템의 슬롯의 위치를 그림 6과 같이 1번 슬롯은 시스템 제어용, 2번스롯은 스타 트리거(단 스타 트 거 제어기 사용시)제어 스롯 및 2~8번 슬롯은 기타 I/C 스롯을 구성 가능케 설계하였다. 특히 MXI-3와 같은 PCI to CI 브리지를 통하여 최대 256Slot까지 확장가능하며, 주변 계측장비와도 200m이내에서 1.5Gbits/s의 전송속도로 데 터 전송이 가능하며, 처리속도는 32Mhz에서(132Mbyte/s: 32b t) 최대 66Mhz(528Mbytes/s : 64bits)데이터 전송율을 가지 있다.

2.3 소프트웨적 특징

기본적으로는 다른 버스(ISA, PCI, CompactPCI)의 형태와 유사하나 좀더 미래에 쉽게 확장 가능케 추가적인 요구사항들이 반영되어 많은 장점을 포함하고 있다. 적용 가능한 표준운영체는 Window NT, Window 95, Window 98, Window2000 (WIN32) VXIplug&play시스템 협회에 의해 개발된 계측소프웨어 와 구성모듈의 Device driver응용 소프웨어가 있다. 또한 산업용 계측기 구성에 필요한 표준응용프로그램(Microsoft, Borland C++, Visual Basic, Lab View, Lab Windows/CVI)을 사용할 수 있으며, 구성 모듈에 대한 device driver는 필히 사용자에게 공급 하도록 하여 개발자의 시간과 비용의 절감을 위하여 많은 배려를 하였다.

III. 계측시스템의 개발

데이터 획득은 전압, 전류등과 같은 신호를 측정 또는 제어하는 과정이며, 측정값을 분석/저장 또는 데이터 처리를 위하 컴퓨터로 입출력하는 것을 의미한다. 측정하려는 물리적인 현상은 속도/엔진속도, 가속도, 진동/충격, 힘(응력, 압력, 급력), 유량(연비), 변위, 온도, 습도, 조도 등에 사용되는 센서/트렌스듀서를 통하여 물리적인량을 측정한다. 다양한 물리적인량은 신호 조정기를 통하여 전기적인 신호로 변환하여 데이터 획득장치에 입력되면 전기적인 아날로그 신호는 Op AMP, Multiplexer, Sample/Hold를 거쳐는 A/D(Analog

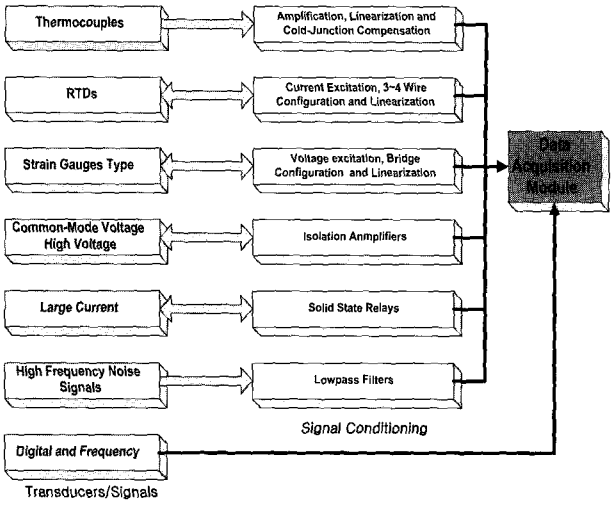


그림 7. 계측시스템 구성 개념도.

Fig. 7. The general design concept of Instrument system.

to Digital)하여 디지털로 변환하고 데이터를 처리/분석하는 전 과정을 말한다[3].

계측시스템 개발에 있어 많은 개발관련 요소들을 고려하여야 한다. 아날로그 신호획득시는 데이터 획득보드 분해능, 입출력범위, 이득(Gain) 및 최대 표본율/채널당 고려하여야 하며, 디지털 신호는 신호의 최대 카운터(Counter)/측정범위, 입력 데이터의 획득방법결정, 분해능 및 신호원의 유용성등을 고려하여야 완벽한 시스템 설계가 가능하다.

1. 개발시스템 구성

개발시스템은 차량의 시험특성상 모든 데이터를 획득 가능케 아날로그신호 96채널 디지털16채널, 온도14채널, 영상1채널 등 총127채널 동시에 계측 가능케 설계되었다. 특히 주파수→전압변환기, 전류→전압변환기 및 Low pass Filters(25hz, 50hz, 100hz)와 같은 소형신호조정 모듈을 활용하여 계측도 가능케 하였다.

2. PXI Embedded Controller

PXI 8170 Controller는 PCI버스와 ISA를 바탕으로도된 3U PXI/CompactPCI Embedded Computer이며, PXI 시스템의 기계적/전기적/소프트웨어적인 장점들을 추구하였으며, 모듈의 인터페이스가 Plug in 형태로 편리하며, 환경적인요구(진동, 충격 및 습도)를 기존의 산업용 보다 강화시켜 더욱 강인한 시스템 Controller로서 역할을 충분히 하고 있다. 또한 구성모듈 동기에 대한 Trigger bus, Reference Clock 및 Star trigger bus에 대한 기능을 소유하고 있다. 그리고 132Mbytes/s 고성능의 데이터 전송속도를 가지고 있으며, 750Mhz의 팬티엄III CPU가 내장되어 있고, 4Gbytes의 하드디스크를 내장하고 다량의 데이터를 기록저장 가능하고, Serial/Parallel port, USB(Universal Serial Bus), Watch Dog Timer등을 포함하고 있다. 상기 모든 주변구성품은 PXI1025 Main 새시를 이용하여 구성하였다.

3. 아날로그 데이터획득 모듈

아날로그보드는 NI(National Instruments)사의 6071E 모듈을 사용하였다. 아날로그신호의 전기적인 출력을 32채널을 동시

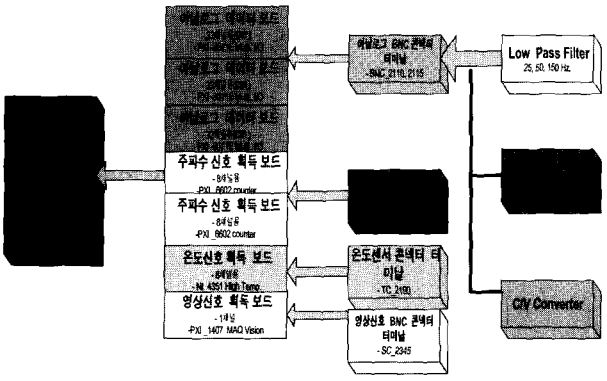


그림 8. 개발계측시스템 구성도.
Fig. 8. The diagram of development system.

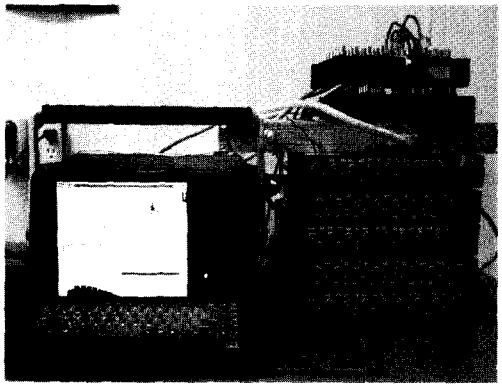


그림 9. 개발 계측시스템 실물(전면).
Fig. 9. The development system(front).

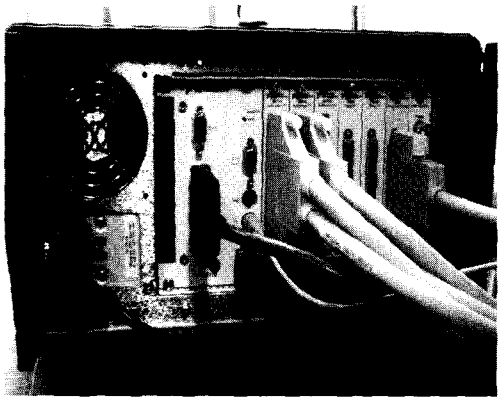


그림 10. 개발계측시스템 실물(후면).
Fig. 10. The development system(rear).

에 차동으로 계측 가능하도록 되어있고, 시스템 구성은 그림 5와 같이 MUX(Multiplex)가 입력단에 있으며, 프로그램머블 이득(Gain) 증폭단을 지나, S/H(Sample and Hold)에서 각각 신호의 디지털 변환에 필요한 시간을 유지 후 A/D 변환기에서 디지털로 변환 후 처리한다. 본 데이터 획득장비의 A/D의 분해능은 12bit이며, 신호의 입력 허용 범위가 ±10V이고, 최대 Sampling Rate는 1.25MHz까지 가능하며, 각 채널당 Multi Sample도 가능하다. 획득 신호의 입력의

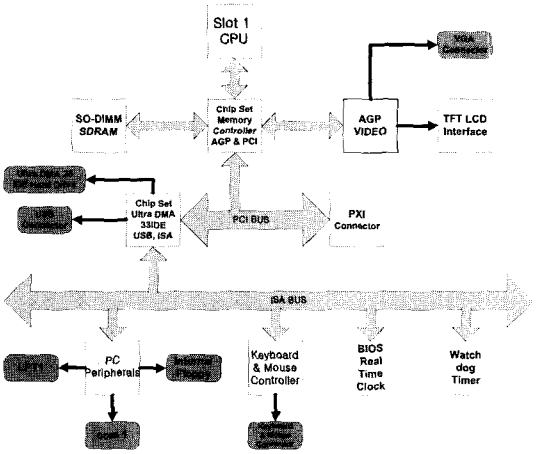


그림 11. PXI 8170 Controller 회로도.
Fig. 11. The Circuit of PXI 8170 Controller.

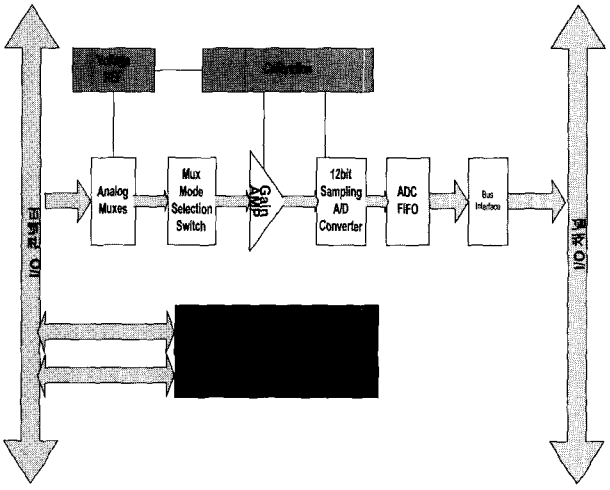


그림 12. 아날로그 신호 획득모듈 회로도.
Fig. 12. The circuit of analog signal acquisition module.

1bit 양자화 오차는 (1)과 같이 4.8mV 이내에 존재한다.

$$\text{분해능} = \frac{\text{입력}FullRange}{2^{n}} = \frac{\pm 10\,V}{2^{12}} = 4.8mV/bit \qquad (1)$$

여기서, n은 A/D 변환기의 분해능을 나타낸다.

또한 아날로그/디지털 트리거링이 가능하며, 아날로그 출력 2채널/ 8채널의 디지털(5V TTL)을 발생시킬 수 있다.

4. 디지털신호 획득모듈

디지털신호 획득시 시스템 개발 구성도와 같이 2가지형태로 시스템을 설계하였다. 첫번째는 주파수를 전 기적인 신호로 변환가능한 F/V(Frequency to Voltage) Converter 와 아날로그획득 보드 6071E를 이용하여 최대 100khz 까지 측정가능케 하였으며, 두 번째는 32Bit Counter/Timer Modules 6602를 이용하여 TTL/CMOS형의 신호를 80MHz신호까지 획득 가능하였다. 또한 주기, 펄스폭, 펄스발생, 엔코더형태의 신호등을 측정 가능하다.

5. 온도신호계측

일반적으로 사용되는 온도신호획득 모듈은 주로 K type

열전대(Thermocouple)센서 와 같이 단일 신호를 획득 가능하디 설계되어 있으나, 채택하여 사용된 4531획득보드는 14종으 Thermocouples(J, K, N, E, T, R, S, B 및 RTD 등등)센서으 신호를 프로그램으로 계수를 제어하여 계측하며, 정확도기 ±0.5℃이내이고 Autozero, Cold-Junction Compensation기능보유하고 있으며, 24bit의 ADC(Analog to Digital Con- verter) 분해능을 가지고 있으므로 오차율이 아주 작다. 일반적으로 온도신호 계측 및 제어에서는 열전대 및 RTD센서를 많이 시용하고 있으며 이에 대한 원리, 특성 및 보상법 등이[6] 많이 제시되어 있다.

6. 환경조건 강화

기존의 계측시스템을 가지고 전투차량의 기혹조건에서 시험시 진동/충격 및 온도 등 환경제약 조건들로 인하여 많은 어려움이 있었다. 특히 보조기억장치가 내장된 일반 및 산업용(Dolch Pc)컴퓨터 계측기를 운용시 진동가속도 운용조건이 $1g_{RMS}$ 미만으로 데이터 획득이 불가능한 적도 있었으나, 개발시스템에서는 냉각시스템이 부착된 강인한 Main Frame에 견고한 보조기억 장치(운용조건: 2.5g)가 부착된 시스템 제어기와 환경특성이 개선된 다양한 데이터 획득보드를 PXI 버스의 기계적인 특성(IEC콘넥터, 냉각 및 EMC특성을 적용하였기 때문에 비포장시험로와 같은 가혹조건에서 운용 가능하였다.

IV. Lab View를 이용한 프로그램개발

PXI 버스에 적용 가능한 Lab View 6i는 NI에서 개발한 응용프로그램으로서 외부소스로부터 데이터를 수집할 때 필요한 많은 소스를 제공하는 매우 강력한 툴(Tool)이고, 아날로그/디지털 데이터를 입/출력하는 데이터획득보드를 직접 운용할 수 있으며, 이를 응용시 데이터 처리를 실시간으로 처리 및 제어가 가능하다. 개발한 장비의 구성모듈의 대다수가 NI제품이기 때문에 Lab View 프로그램[4,5]을 이용하여 계측운용프로그램을 두 가지 형태로 개발되었다. 첫 번째는 동시에 아날로그/디지털(Coun- ter, 주파수)을 동시에 획득 가능한 Multi Board Control이 가능한 운용프로그램으로 이 프로그램의 구성은 그림 15와 같으며, 이는 Lab View을 모르는 계측요원도 용이하게 Set up이 가능 할 수 있게 개발되었다. 두 번째는 온도신호 계측시 Low Sampling Rate (수 hz) 취하므로 High Sampling rate(수백hz~수khz)가 필요한 아날로그신호와 동시에 계측이 가능한 Multi Sample 프로그램으로 그림 13과 같이 개발되었다. 실제 개발한 프로그램을 이용하여 PXI 구성모듈을 제어시 아래의 NI에서 제공된 하드웨어 구성툴을 이용하여 아래의 그림 11의 절차와 같이 Set up 및 Calibration을 실시한 후 운용프로그램을 Open시키면 사용이 가능하다. 특히 기존의 Lab view프로그램의 단점인 데이터 입/출력 신호의 공학적 단위 변환툴을 이용하여 Set up후 프로그램에 직접 적용가능 할 수 있게 되어 있어 변환된 데이터가 직접 저장이 가능하다. 운용프로그램의 구성은 각종데이터 획득보드를 Set up Mode(운용 Device 선택, Bufer size 결정, Sample rate, 운용채널 선택, 획득 데이터 개수/시간 등), 데이터 저장형태 (ASCII, Binary)/비저장 모드 및 데이터 표시 채널 선택 모드로 구분

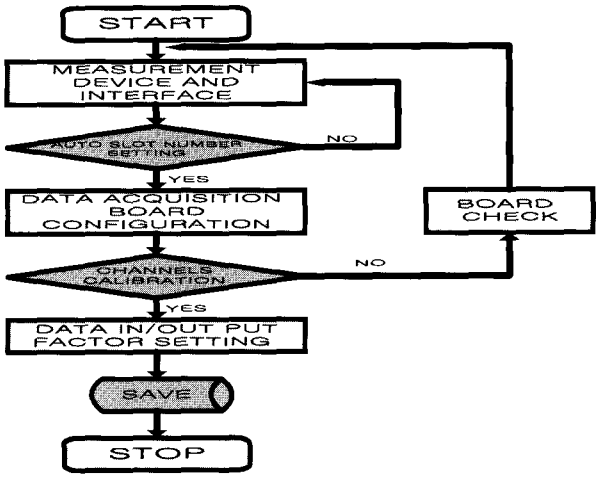


그림 13. PXI구성 모듈 소프트웨적인 Configuration 흐름도.

Fig. 13. The block diagram of software configuration for PXI module.

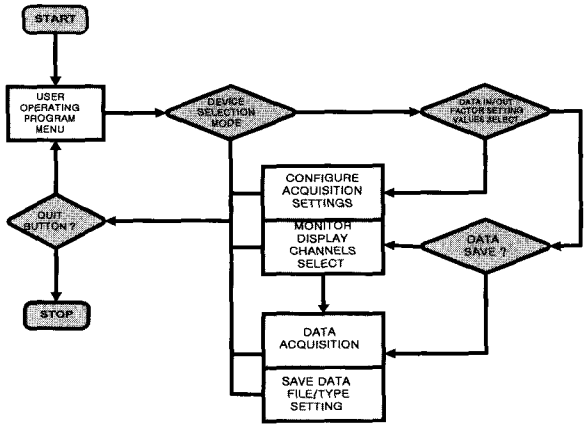


그림 14. 개발 운용프로그램 구조도.

Fig. 14. The structure of developing operation program.

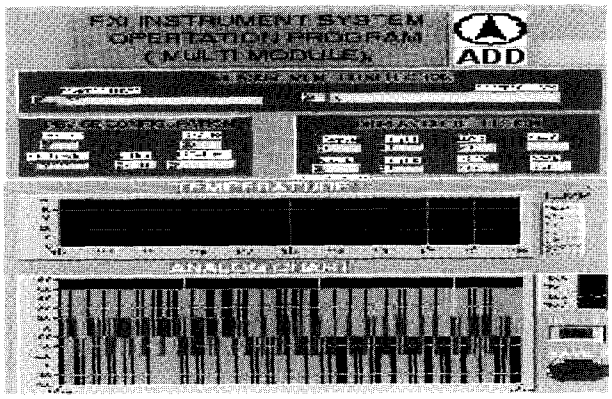


그림 15. Multi Sample을 위한 개발 운용프로그램

Fig. 15. The developing operating program for multismaple.

하여 구성되어 있다. 물론 실시간 데이터 분석에 필요한 기능은 신호처리툴을 사용하면 간단히 구성 할 수 있으므로 개발 프로그램에서는 적용하지 않았다.

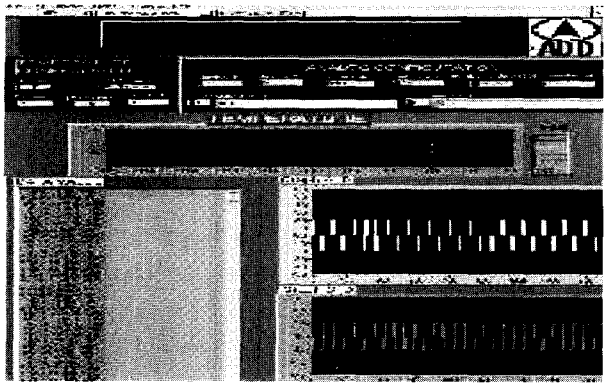


그림 16. Multiboard를 위한 개발운용 프로그램.
Fig. 16. The developing operating program for multiboard.

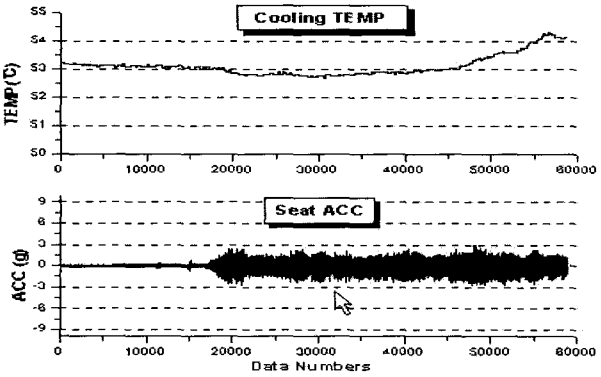


그림 17. Multi sample 프로그램을 이용한 획득 데이터.
Fig. 17. The Acquisited data with multisample program.

V. 시험 결과

본 실험의 목적은 획득신호의 분석이 아니라 개발시스템을 가혹조건(시스템에 진동조건 2.5g 이상 영향받음)에서 개발된 운용프로그램을 이용하여 정상적인 개발 장비의 운용특성 분석에 있다. 따라서 개발 장비의 성능실험은 실제 조건이 발생 가능한 굴곡이 심한 비포장시험로 및 진동파형 시험로에서 개발된 운용프로그램과 여러 종류의 센서신호를 이용하여 고속/ 대용량 데이터를 노이즈 없이 정밀하게 측정되는지 및 개발장비가 외부적인 환경의 영향(진동, 충격, 온도 등)에 민감하게 반응하는지를 반복 실험을 통하여 입증하였다.

실험결과를 나타낸 그림 17과 18은 군용차량 운전석 좌석에 가속도 센서 및 연료소비센서를 부착하여 측정한 결과이고, 강인한 조건의 비포장시험로 및 진동파형 시험로에서 양질의 데이터를 실시간으로 계측 분석 가능함을 반복 실험을 통하여 입증하였다. 실험결과 19는 외부적인 노이즈 인입문제는 함수 발생기를 차량에 탑재후 주행중 데이터를 발생시켜 개발장비에 입력한 후 획득된 데이터와 인가된 데이터를 분석하여 노이즈 인입 상태를 검토하였으며, 1khz 샘플링한 획득데이터이다.

이는 인가된 신호에 노이즈가 인입됨이 없이 아주 양질의 데이터를 보여주고 있다. 또한 온도와 진동가속도를 동시에 각기 다른 샘플링 주파수를 이용하여 획득후 획득데이터를 한 File에 동일 갯수로 저장 가능케 하여 신호의 분석을 용이케 함도 실험결과로서 입증하였다.

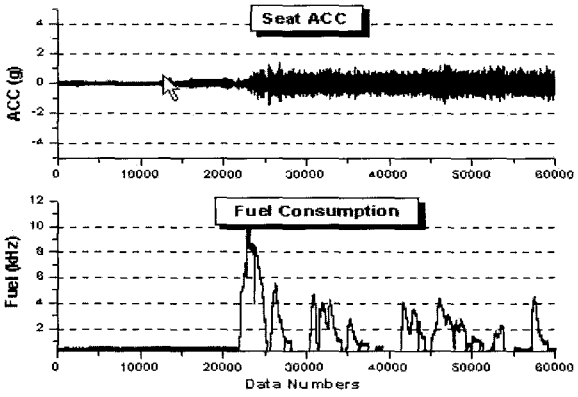


그림 18. Multi Board 프로그램을 이용한 데이터 획득.
Fig. 18. Data acquired with multiboard program.

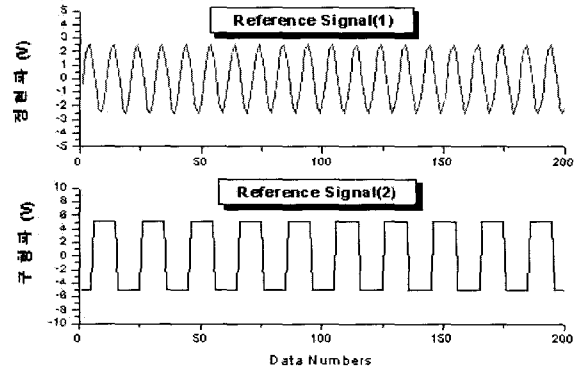


그림 19. 데이터 획득장비 성능 분석 데이터.
Fig. 19. The performance analysis for developed data acquisition instrument.

이상과 같은 실험결과로서 계측시스템의 환경 조건에 강한함을 입증하였다.

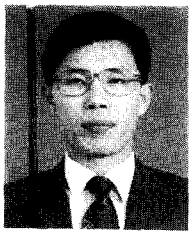
VI. 결 론

PXI 버스를 이용한 계측시스템을 Eurocard packaging 시스템, 고성능의 IEC 콘넥터, 특수한 냉각 및 환경조건 등 기계적인 특성 강화, Reference Clock, Bused Trigger Lines, Star triggers, Slot to Slot Local buses를 이용하여 우수한 Timing, Synchronization인 전기적인 특성을 적용하여 설계하였다. 또한 적용 가능한 운영체를 Window NT, Window 95, Window 98, Window2000(WIN32)와 표준응용 프로그램(Microsoft, Borland C++, Visual Basic, Lab View, Lab Windows/CVI)을 사용 가능케 할 수 있는 계측시스템 기반기술을 바탕으로 개발되었다. 특히 강인한 환경에서 대용량 데이터 획득 및 고속처리를 가능한 Embedded 계측시스템 개발하여 기존의 계측시스템이 외부환경에 취약한 문제점을 보완하였고, 직접 구성모듈을 제어가능하고 데이터획득 가능한 운용프로그램을 다양하게 개발함으로써 아래와 같은 결과를 얻게 되었다.

가혹한 비포장 및 진동파형 시험로(진동 2.5정도)와 같은 환경조건에서도 시험계측을 실시간으로 수행하여 대량의 데이터 획득 및 분석이 가능하였다.
동시에 126채널을 계측시 39khz 샘플링까지 가능하여 대용량의 신호를 계측가능하여 고샘플이 요구된 소음신호 까지도 획득 가능하였다.

다양한 운용프로그램을 직접 개발함으로써 기존의 계측시스템의 운용프로그램보다 set up 과 운용을 간편하게 구성하였다. 또한 반복적인 실험결과 양질의 데이터 획득이 가능한 장비임을 입증하여 데이터의 신뢰도에 기여하였다.

이상과 같은 기술을 바탕으로 계측시스템을 기존의 획득개념에서 탈피하여 직접개발하여 운용함으로서 데이터의 신뢰도확인 및 시스템 운용방법의 효율성이 증대되었다.



유 제 택

1966. 4. 21일생. 1990년 인하대학교 전자공학과 학사. 1999년 부산대학교 공과대학원 석사. 1990~현재 국방과학연구소 선임연구원. 관심분야: Telmetry, 제어계측, 센서/신호처리.

참고문헌

[1] PXI Systems Alliance, "PXI specfication, revision 2.0", 2000.
[2] VXI Systems Alliance, "VMEbus extensions for instrumentation revision 1.3", 1989.
[3] 장현오 "Lab view 그래픽 프로그램의 이해" A.D.C 시스템, 1998.
[4] J. J. Truchard "Measurement and automation" National Instruments, 1999.
[5] National Instruments, "Labview basics II".
[6] 유제택 "온도센서 원리/특성 및 계측방법연구" 국방과학연구소 1996.