

Graphical Programming Language : LabVIEW의 공학에의 응용



최 성 주

한국기술교육대학교

기계공학부

Abstracts

The computer technology and internet have the potential to provide a highly interactive and powerful learning environment for engineering disciplines. Many academic courses that teach engineering subjects have already begun incorporating virtual instruments as teaching and learning tools. This paper introduces the concept of the virtual instrument and reports some of the LabVIEW software applications in several universities. Finally the paper contemplates the future trends on the remote laboratory via the internet for engineering education.

Key words : LabVIEW, Virtual Instrument, Measurement, DAQ, Internet.

1. 서론

산업현장이나 실험실에서 물리적인 현상을 계측하여 데이터를 수집하고 분석하기 위하여 일반적으로 고가의 전용 계측기를 구입하여 처리하여 왔으나 최근에는 PC를 기반으로 하는 가상계측기(Virtual Instrument)의 활용이 급격히 증가하고 있다. 이 가상계측기 사용의 이점은 PC를 기반으로 하기 때문에 펜티엄프로세서, 윈도우 NT, 인터넷 정보통신망과 같은 PC의 새로운 기술을 즉시 이용할 수

있다는 것이다. 또한 PC의 성능이 가격에 비하여 빠르게 향상됨에 따라 가상계측기는 유연성이 부족한 고가의 계측기 사용자 들에게 더욱 경제적인 솔루션이 되고 있다. 그러나 고도의 성능을 갖춘 가상계측기를 구축하기 위하여는 테스트 및 측정, 데이터 수집과 제어, 프로세스 모니터링 등 핵심적인 기능을 제공할 수 있는 소프트웨어를 사용하여야 한다. 그래픽 프로그래밍 언어인 LabVIEW는 데이터의 수집 및 제어, 데이터 분석, 데이터의 표현 등을 위한 혁신적인 프로그래밍 시스템으로 효과적인 프로그래밍 방

법을 제공하여 준다. 뿐만 아니라 LabVIEW는 VI라 불리는 소프트웨어 객체를 그래픽 아이콘을 이용하여 작성할 수 있으며, VI를 디자인하기도 하고 여러 개의 VI들을 조합하여 사용자의 요구에 적합한 계측기를 PC상에서 실현시킨다. 많은 공학자와 과학자들이 LabVIEW를 그들의 응용분야에서 데이터 수집 및 분석, 시스템의 제어 등에 활용하고 있으며 또한 여러 대학 및 교육기관에서 LabVIEW를 교육과정에 도입하여 교육효과를 높이고 있는 실정이다. 따라서 이 기술보고를 통하여 본인이 직접 LabVIEW를 공학교육에 적용한 경험과 아울러 앞으로의 전망에 대하여 정리해 보고자 한다.

2. Graphical Programming Language : LabVIEW

LabVIEW는 Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench의 줄인 말로서 이것은 마이크로소프트 윈도우즈, 애플매킨토시, 선 스파크스테이션을 이용하는 PC에서 운영되는 강력하고 유연성 있는 장치이며 해석 소프트웨어 시스템의 일종이다. LabVIEW는 여러 범용의 C언어 또는 BASIC처럼 프로그램 개발 도구이다. 다른 프로그래밍 시스템들이 코드를 생성하기 위하여 텍스트 기반(text-based)의 언어를 사용하는데 반하여 LabVIEW는 여러 가지 문법적인 사항들을 없애고 블록 다이어그램이라 불리는 흐름도를 사용하여 코드를 생성하기 때문에 이 언어를 Graphical Programming Language라 부르며 간단히 G언어라고도 한다. Fig. 1은 Analog Amplifier Simulator의 사용자 인터페이스(User Interface)와 블록다이어그램 상의 코드를 보여준다.

LabVIEW는 과학자들과 공학자들에게 익숙한 개념 및 용어들을 사용하며, 프로그래밍을 하기 위하여 문자화된 언어를 사용하는 대신에 그림기호(graphical symbol)에 의존한다. 따라서 프로그래밍 경험이 전혀 없는 사용자도 쉽게 배울 수 있다는 것이 큰 장점의 하나라고 볼 수 있다. LabVIEW는 사용자들이 수행하려는 대부분의 프로그래밍 업무에 도움이 되는 서브루틴과 광범위한 함수들의 라이브러리를 제공하고 있다. 또한 데이터수집, GPIB, 시리얼 계

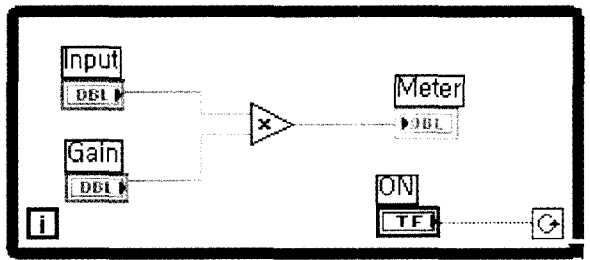
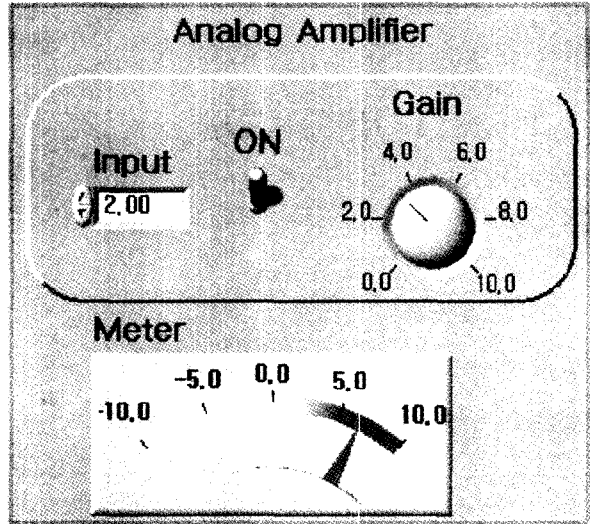
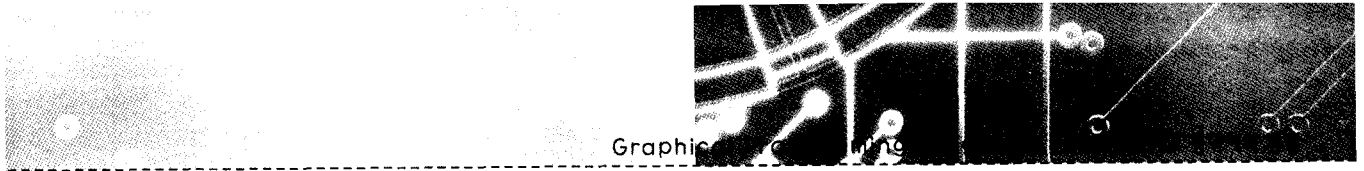


Fig. 1 Analog Amplifier의 사용자 인터페이스와 블록다이어그램

측기 제어, 데이터 해석, 데이터 표현 및 저장 등을 위한 라이브러리도 포함하고 있다. LabVIEW는 프로그램을 통해서 라인 단위의 실행이나 디버깅을 할 수 있는 기존의 프로그램 도구들도 포함하고 있으며 실행과정에서 데이터의 흐름을 다이내믹 하게 관찰할 수 있도록 되어 있다. LabVIEW의 그래픽적인 특성으로 인하여 데이터의 표현을 위한 패키지로 사용될 수 있도록 다양한 도구들을 갖추고 있으며 사용자들이 원하는 어떠한 형태로도 나타낼 수 있다.

3. 가상계측기(Virtual Instrument)

LabVIEW는 그 모양이나 작동이 실제의 계측장치들과 매우 유사하기 때문에 가상계측기(Virtual Instrument)라



Graphic

불린다. 그러나 화면 뒤에서는 C나 BASIC과 같은 일반적인 프로그래밍 언어가 사용하는 메인프로그램, 함수, 부프로그램 등을 사용한다. VI는 대화식의 사용자 인터페이스와 소스코드를 나타내는 블록다이어그램으로 구성되며 그들 사이에 데이터를 주고 받을 수 있다. VI는 다음과 같은 주요한 세 부분을 가지고 있다.

3.1 프론트 패널(Front Panel)

프론트 패널은 VI의 사용자 인터페이스이며 이것은 실제의 계측장치 패널을 묘사하고 있다. 프론트 패널은 스위치,

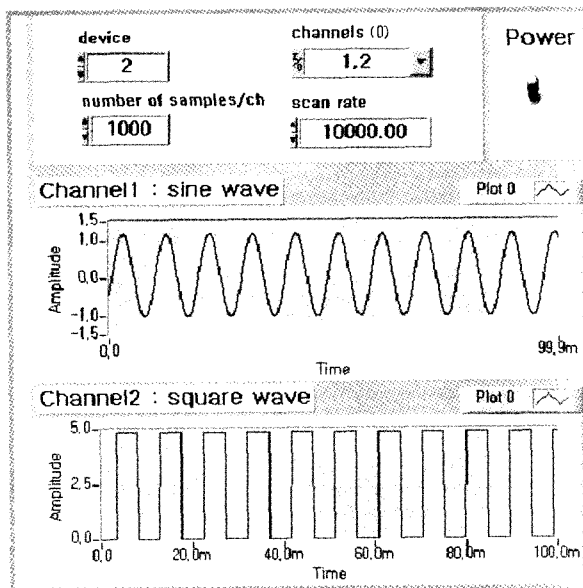


Fig. 2 프론트 패널의 예

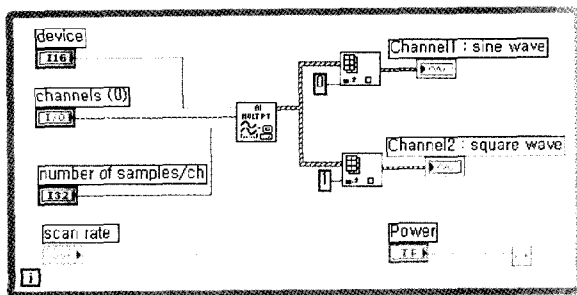


Fig. 3 블록다이어그램의 예

버튼, 노브(knob), 그리고 여러 가지 컨트롤(사용자 입력)과 인디케이터(프로그램 출력)를 포함하고 있다. 사용자들은 키보드나 마우스를 이용하여 데이터를 입력하고 프로그램이 생성한 결과를 스크린을 통하여 볼 수 있다. Fig. 2는 2채널 오실로스코프의 프론트 패널을 보여 주고 있다.

3.2 블록다이어그램(Block Diagram)

블록다이어그램은 VI의 소스코드이며 이 블록다이어그램은 단순한 기호들의 집합체로 보이지만 실제로 실행 가능한 프로그램이다. 블록다이어그램을 구성하는 아이콘들은 저수준(low-level) VI 즉 LabVIEW에서 미리 만들어져 있는 함수들과 프로그램 제어를 위한 스트럭처(Structure)들을 나타낸다. 예를들어 Fig. 3의 블록다이어그램에서는 AI Acquire Waveform.vi라는 저수준 VI를 사용하였고 수집된 파형을 나타내기 위하여 그래프와 그 밖의 상수들을 와이어(wire)로 연결한 것이다.

3.3 아이콘과 커넥터(Icon and Connector)

일반적으로 하나의 함수 또는 단일 프로그램은 입력을 받아서 결과를 출력하는 형식으로 이루어진다. LabVIEW의 함수와 VI들도 입력과 출력을 수행할 수 있다. LabVIEW상에서 아이콘은 하나의 함수 또는 단일 VI를 나타내며 아이콘은 커넥터라는 것을 사용하여 입력과 출력 단자를 표시해 준다. 각 VI와 함수들은 이 커넥터를 통하여 데이터를 전달하며 자신의 데이터 형태를 이 커넥터를 통하여 표시하기도 한다. 적절한 함수를 사용하는 것은 프로그램의 모듈화에 도움이 되며 사용자는 모듈화를 통하여 프로그램을 쉽고 간결하게 작성할 수 있다. 프로그램을 모듈화하기 위하여는 하나의 응용문제를 여러 개의 부프로그램으로 나누어야 한다. 그리고 각 부프로그램을 수행하는 VI들을 구성한 다음 전체의 프로그램을 완성하도록 메인 프로그램의 블록다이어그램에서 그 VI들을 서로 연결한다. Fig. 4에 Fig. 2와 Fig. 3 VI의 아이콘과 커넥터를 나타내었다.

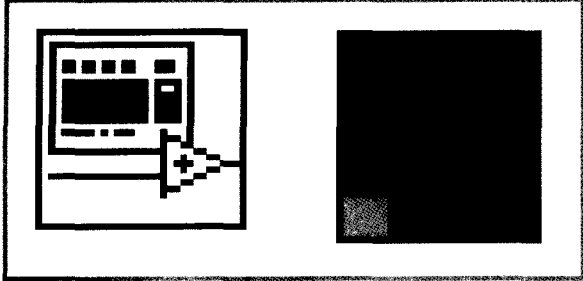


Fig. 4 아이콘과 커넥터

4. 공학교육에의 응용사례

공학기술의 급격한 변화는 교육과정의 내용과 방법에 대한 지속적인 보완과 개선이 요구되고 있으며 특히 실험과 실습이 필수적인 공학교육 분야에서 주된 관심으로 대두되고 있다. 현재 많은 교육기관에서는 제한된 실험실의 장비와 부족한 인프라스트럭처로 인하여 학생들에게 의미 있고 실제적인 경험을 부여하기가 어려운 실정이다. 이에 대한 하나의 해결책은 학생들에게 최신기술을 이해할 수 있는 적절한 제품 설계와 연결되는 컴퓨터 기반 기술을 사용하는 것이다. 공학을 교육하는 여러 교육기관들은 이미 컴퓨터 기반의 공학 툴을 강의 또는 실험실에서의 실험실습에 통합하여 사용해 오고 있다. 많은 컴퓨터 기반의 공학교육 과정과 테스트 시스템은 지금까지 전통적인 교육과정을 대체하여 오고 있으나 그들은 비용과다, 하드웨어의 제한, 융통성의 부족 등과 같은 제한요소를 가지고 있다. 그러나 컴퓨터와 소프트웨어의 기술 발전에 따라 비용이 비싼 소프트웨어나 도구를 사용하지 않더라도 더욱 진보되고, 유용한, 보다 상호작용적인 사용하기 좋은 시스템을 구현할 수 있게 되었다.

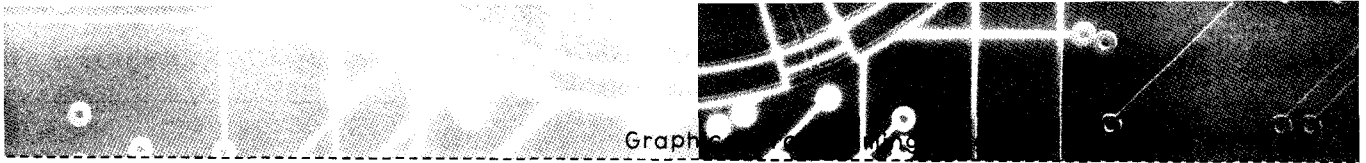
4.1 Tufts 대학교의 예

Tufts대학은 기계공학분야에서 기초공학, 실험 그리고 졸업설계 과목에서 LabVIEW를 활용한 교육을 하고 있다. 이 대학은 LEGO블록을 같이 활용하고 있는데 공학을 배우는 1학년 학생들에게 공학개념을 심어주고 공학에 대한

흥미를 유발 시키는데 매우 효과적이라고 보고하고 있다. 기계공학과 3학년 학생들은 필수과목으로 실험방법이란 과목을 수강하는데 여기서 LabVIEW프로그래밍의 기초를 배우고 LEGO블록과 센서들을 조립하여 움직이는 제품 예를 들어 조이스틱으로 조종되는 자동차를 제작하고 컴퓨터와 인터페이스 하는 방법들을 익힌다. 여러 가지 간단한 실험을 통하여 데이터 수집 및 해석 기술을 배우고 특히 보고서 작성 및 발표하는 기술을 습득하게 된다. 특히 4학년 학생들이 수행하는 졸업연구는 학생들이 제품을 직접 설계하고 제작하고 성능을 평가하게 되는데 이때 LabVIEW가 중요한 역할을 담당하고 있다.

4.2 Colorado대학교의 예

공학개념들은 실 세계와 직접 연결되어야 한다는 인식과 공학교육의 변화를 주도하기 위하여 Integrated Teaching and Learning(ITL) 프로그램을 개발하여 수행하고 있는데 이것은 이론을 강화하고 아울러 경험학습을 하기 위한 노력을 뒷받침하려는 것이다. 이 프로그램은 학생들이 팀을 구성하여 작업하는 것을 장려하며 문제해결 과정을 통한 경험과 이해를 증진 시키고 학생들이 졸업 후 현장 적응능력을 키우는데 초점을 맞추고 있다. 이를 위하여 ITL 실험실을 확보하여 최신 장비를 갖추고 학제간 실험실습이 운영되도록 하고 있다. 이 실험실은 응용수학, 수치해석, 전자, 마이크로프로세서, 측정, 제어, 유체역학, 열 전달, 제조공학 등의 개념을 교육하는데 공동으로 활용된다. ITTL의 핵심은 데이터 수집과 해석을 위한 LabStation인데 PC, 데이터 수집보드, GPIB인터페이스 카드, 시그널 컨디셔닝 모듈로 구성되어 있다. 데이터 수집을 위하여 LabVIEW가 선택되었는데 그 이유는 NI의 하드웨어와의 호환성 때문이고 다른 하나는 LabVIEW를 이용하여 쉽게 사용자 인터페이스를 개발하고 사용하는데 융통성이 있기 때문이다. 다른 장점중의 하나는 데이터 수집과 해석을 위한 광범위한 built-in 라이브러리를 제공하고 있기 때문에 프로그래머들의 개발 시간을 획기적으로 단축시켜줄 수 있다는 것이다. FFT와 디지털필터와 같은 복잡한 VI도 LabVIEW에 포함되어 있는 built-in sub-VI를



이해함으로써 쉽게 구성할 수 있게 된다.

4.3 Tennessee 대학교의 예

산업현장에서 요구하는 졸업생들이 갖추어야 할 기술 중 최신 계측기와 컴퓨터를 이용한 데이터 수집 및 해석기술이 중요한 비중을 차지하고 있으며 이에 대처하기 위하여 교육과정을 개편하여 열전달 실험과목을 개설하였다. 이 실험과목을 효과적으로 지원하기 위하여 기존의 장비를 개보수하여 사용하고 LabVIEW를 이용하여 데이터 수집과 해석을 위한 프로그램을 개발하였다. 새로운 과정의 목표는 다음과 같다.

- 1) 학생들에게 기계공학의 열역학에 나오는 이론을 적용할 기회를 부여한다.
- 2) 산업현장에서 사용되는 최신 계측기를 이용하여 계측 기술을 숙달시킨다.
- 3) 컴퓨터를 이용한 데이터 수집, 해석, 표현 기술을 익힌다.
- 4) 발표와 리포트를 통하여 의사교환 능력을 배양한다.

실험의 내용은 다음과 같다.

- 냉동 트레이너
- 열전달
- 열교환기
- 연소 및 배기가스 제어
- 응력 스트레인
- 진동
- 회전체 밸런싱

4.4 한국기술교육대학교의 예

한국기술교육대학교는 기계공학부에 개설되어 있는 센서 및 신호처리 과정의 실험에 LabVIEW를 도입하여 교육하고 있다. 이 과정의 목표는 현장에서 사용되고 있는 각종 센서의 특성과 작동원리를 배우고 컴퓨터를 이용한 데이터 수집 및 해석기술을 습득하는데 있다. 초기 단계에서는 LabVIEW 프로그래밍 기법을 익히며 시그널 악세서리를 이용한 간단한 데이터 수집 실험이 진행된다. 모든 실험은

이미 개발되어 있는 VI들을 이용하여 학생들이 필요에 따라 부분적으로 수정 보완하여 그들 자신의 프로그램을 개발하기도 한다. 최종 단계에서는 학생들이 Term Project를 수행하면서 시스템 설계, 데이터 수집 및 제어를 위한 VI 개발하여 실제 경험을 한다.

Table 1에 각 주마다의 실험 주제와 거기에 필요한 VI를 열거하였다.

4.4.1 실험실의 시스템 구성요소

학생들이 실험을 원활하게 수행하기 위하여 실험실은 다음과 같은 하드웨어들을 갖추고 있다.

- Pentium 4 Desktop PC
- NI LabVIEW Software
- NI Signal Accessory
- NI DAQ board AT-MIO-16
- NI B-50 Connection Block
- NI DAQ Card AI-16XE-50
- NI Bread Board SC-2075
- Festo Sensor Practice System

4.4.2 VI를 활용하는 실험

스트레인게이지를 이용하여 무게를 측정하는 시스템의 예를 들어 보자. 이 시스템은 길이 10cm의 알루미늄 판의 양면에 스트레인게이지가 부착되어 있고 한쪽 끝에 추를 매달 수 있도록 되어 있다. 스트레인게이지로 부터 나오는 단자는 휘이스톤 브리지를 구성하는 Festo 브리지 박스에 연결된다. 추는 20g 부터 500g까지 5종이 준비되어 있으며 이 추를 이용하여 측정 시스템의 보정을 수행한다. 무게 측정시스템의 VI는 크게 다음과 같은 3부분으로 구분이 된다.

- 알려진 추의 무게를 달아 차트에 표시
- 계측된 데이터의 커브피팅과 보정
- 모르는 무게를 달아 무게 측정

이 실험을 통하여 학생들은 스트레인 게이지의 특성과 휘이스톤브리지에 대하여 학습한다. 또한 LabVIEW 프로그램에서 아나로그 입력, while loop, case structure,

Table 1. Lab topics and accompanying virtual instruments

| Week | Lab topics | Virtual Instruments |
|------|---------------------------|---|
| 1 | LabVIEW fundamentals | Hall effect sensor simulator |
| 2 | LabVIEW structures | D/A Converter, Binary counter |
| 3 | Serial port | Stepping Motor Simulator |
| 4 | Clusters, Local variables | Digital Clock |
| 5 | Temperature sensing | Data Logger, Temperature Monitor |
| 6 | Pressure sensor | Barometer |
| 7 | Strain gauge | Weight Measurement |
| 8 | Digital electronics | Gate, Counter |
| 9 | Analog electronics | Op-Amp Circuit |
| 10 | Signal analysis | Digital Filter |
| 11 | DAQ | Ramp generator, Programmable power supply |
| 12 | Advanced DAQ | Oscilloscope, FFT |

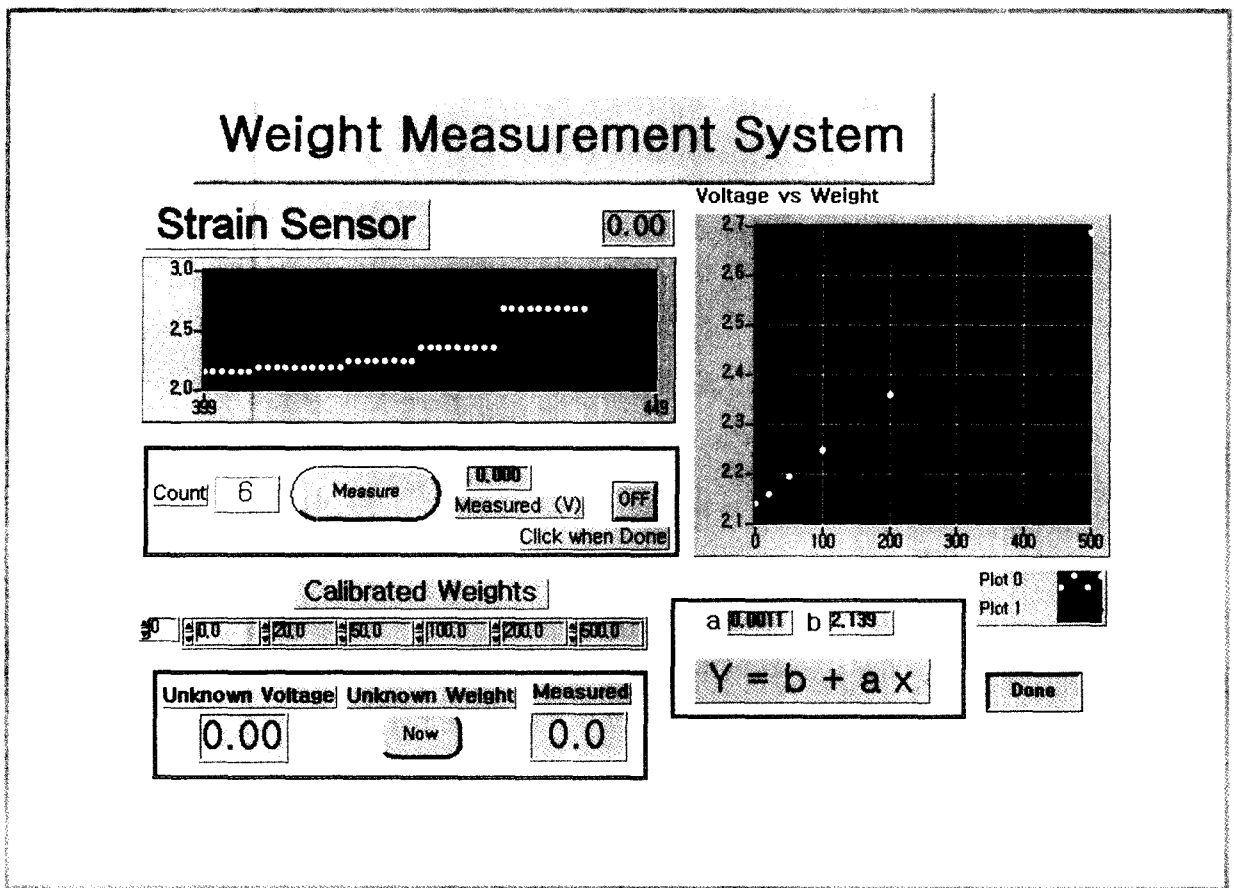
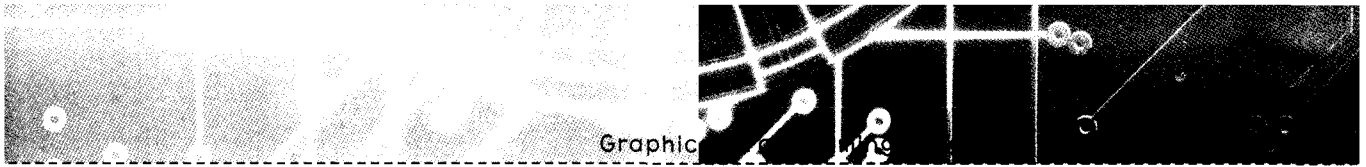


Fig. 5 Front Panel of Weight Measurement System VI



register, curve fitting 등의 기술을 익히게 된다. Fig. 5에 무게측정 시스템의 프론트패널을 나타 내었다.

5. 앞으로의 전망

지금까지 LabVIEW가 공학교육에서 어떻게 사용 되는가 하는 적용에 초점을 맞추었으나 이 장에서는 앞으로의 방향에 대하여 전망해 보겠다

LabVIEW 프로그램 개발은 우주기술부터 자동차 및 생명공학분야까지 광범위한 공학 솔루션을 포괄하고 있다. 게다가 소프트웨어의 모듈화된 구조 때문에 이 공학 응용들은 모두 공학교육에 통합될 수가 있다. 따라서 LabVIEW를 활용하는 공학교육 사례는 더욱 늘어날 전망이다.

앞으로 주목 받을 분야는 LabVIEW에서 제공하는 인터넷을 통한 통신과 네트워크 기능의 활용일 것이다. 이 기능을 활용하면 교육현장에서는 원격실험실을 구축할 수 있고 교수들의 연구결과를 강의실에서 학생들에게 생생하게 보여 줄 수가 있다. 학생들은 기숙사나 집에서 원격실험실에 접속하여 시간에 구애 받지 않고 실험을 수행할 수 있게 된다. 이 원격실험실은 교육현장에만 국한하는 것이 아니며 연구실이나 산업체에서 고가의 특수한 연구장비를 공유하기를 원하는 과학자나 공학자들에게 공동연구의 기회를 부여해 준다. 그러므로 대학과 산업체 사이에 고가의 복잡한 실험장치를 공유하거나 이들 사이에 훈련 또는 교육 연구 자료를 공유하는 등의 형태로 발전할 수 있을 것이다.

최근의 기술은 공학을 전공하는 학생들에게 산업체의 훈련시설에 원격으로 접근할 수 있도록 해준다. 공학도를 채용한 회사들은 수습 기간 동안에 실제와 같은 훈련 환경을 제공해 줄 수도 있다.

결론적으로 온라인 학습은 사이버 대학에서 처럼 모든 사람들에게 매우 편리하고 즉각적이다. 인터넷을 통한 원격 실험은 공학교육에서 모든 과정에 적용되지 않더라도 시간과 공간에 대한 융통성과 비용절감의 측면에서 많은 연구자들의 관심의 대상이 될 것이라는 것은 명백하다.^[2,5]

6. 결론

최근의 급속한 기술발전을 따라잡기 위하여 교수들은 보다 효과적인 교수방법에 대한 연구를 계속해 오고 있다. 컴퓨터 기반의 기술교육은 많은 진보를 이루었고 상당한 비용절감의 효과를 거두고 있다. 실험실습이 강조된 공학교육은 기존의 강의 위주의 과정을 대체하고 있으며 LabVIEW를 이용한 가상계측기는 기존의 방법으로는 제공하기 어려운 인터랙티브한 사용자 인터페이스를 제공해주고 고급 해석 기능을 가능하게 한다. 그리고 LabVIEW의 인터넷 기능을 이용한 원격실험은 공학교육에 있어서 획기적인 변화를 가져올 것이다.

참고 문헌

- (1) N. Ertugural, "Towards Virtual Laboratories : a Survey of LabVIEW-based Teaching/Learning Tools and Future Trends", Int. J. Eng. Ed. Vol. 16, No. 3, 2000, pp171-180
- (2) I. Ermolov, A. Levenkov, J. Poduraev and S. J. Choi, "Internet Control of Mobile Robot for Pipe Inspection/Repair", International Workshop on Computer Science and Information Technology, Conference Proceedings, 2002
- (3) S. J. Choi and B. Paton , "LabVIEW application : DAQ & Machine Vision", Course Material of Human Resources Development Institute, Korea University of Technology and Education, 2002. 1
- (4) B. Buckman, "A Course in Computer-based Instrumentation : Learning LabVIEW with Case Studies", Int. J. Eng Ed. Vol. 16, No. 3, 2000, pp228-233
- (5) S. J. Choi, D. Shetty, W. Y. Lee, J. H. Lee and J. Poduraev, "International Collaboration and Improvement of Mechatronics Education based on Simulation and Virtual Instrument", ASEE Mid



특 집

- Atlantic Conference, 2002
- (6) B. Paton, "LabVIEW puts a new spin on teaching Digital Electronics", Virtual Instrumentation in Education, Conference Proceedings, 1997, pp163-172
- (7) B. Paton, "Sensors, Transducers and LabVIEW" Prentice Hall PTR, 1999
- (8) 최성주, "LabVIEW 입문", 동일출판사, 1999
- (9) R. Bishop., "Learning with LabVIEW 6i", Prentice Hall, 2001