

LabVIEW 기반의 USB방식 DAQ장비를 활용한 효과적인 수업 방안

An Effective Teaching Plan based on the LabVIEW by utilizing the USB type DAQ device

배 준 영*, 김 남 성**

Joon-Young Bae*, Nam-Sung Kim**

요 약

본 논문에서는 LabVIEW를 기반으로 USB방식의 DAQ 하드웨어를 활용한 효과적인 수업 방안에 대해서 살펴 보았다. 전기, 전자, 정보통신 및 컴퓨터분야 뿐만 아니라 자동화분야에 이르기 까지 제어 계측에 대한 개념을 다양한 공학 분야에서 이론 및 실습 수업을 통하여 학습하고 있다. 더욱이 보다 효율적으로 개념을 이해하고 실습을 진행하는 데 있어서 고가의 장비에 의존하기 보다는 LabVIEW 기반의 USB방식의 DAQ 하드웨어 활용방 법을 제안하고자 한다. 결과적으로, 이러한 활용방법을 누구라도 쉽게 접근하고 이해하며, 응용이 뛰어난 학습효과 를 기대할 수 있으리라 사료된다.

Key Words : LabVIEW, USB type DAQ, Teaching plan, GUI based language

ABSTRACT

In this paper, we looked around an effective teaching plan base on the LabVIEW by utilizing the USB type DAQ device. Moreover, we have been learning the concept of control and instrumentation engineering through theory and practice classwork in the various field of engineering, come to automation engineering as well as electricity, electronic, telecommunication and computer science. In case of the best learning to understand the concept and operate the practice, we'd like to propose the application technique to make use of the PC based on LabVIEW software with USB type DAQ devices, better than to depend upon the expensive equipment as before. As a result, we hope that this technique to be considered easily accessible to understand anyone and expect distinguished applications.

* 한국폴리텍 I 대학 서울정수캠퍼스 LCD반도체시스템과 (jybae@kopo.ac.kr.)

** 한국폴리텍VI대학 구미캠퍼스 디지털디스플레이전자과 (siluet@kopo.ac.kr)

제1저자 (First Author) : 배준영

교신저자 : 김남성

접수일자 : 2010년 11월 16일

수정일자 : 2010년 12월 3일

확정일자 : 2010년 12월 16일

I. 서론

PC 기반의 아날로그 및 디지털 전자회로 그리고 제어 계측에 대한 운영을 위해서는 고가의 하드웨어 환경 및 많은 장비들을 필요로 한다. 전기[1], 전자[2,3], 정보통신[4] 및 컴퓨터[5]분야 뿐만 아니라 자동화분야[6,7]에 이르기 까지 제어 계측에 대한 개념은 다양한 공학 분야에 걸쳐 전반적으로 이론 및 실습을 통해서 학습하고 있다. 이에 본 연구에서는 LabVIEW[8]와 USB방식의 DAQ[9]를 활용한 효과적인 수업 방안을 PC 환경에서 쉽게 접근할 수 있도록 하는 그래픽 기반의 프로그램으로 비교적 저가의 USB방식의 DAQ 하드웨어를 활용하는 세부적인 실습 방법에 대해 논의하고자 한다[10].

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 LabVIEW 개요 및 응용 분야를 살펴보고, III장에서는 DAQ 하드웨어의 특징을 살펴본다. IV장에서는 LabVIEW와 USB방식의 DAQ모듈의 활용 방법을 모색하고, V장에서 본 논문의 결론에 대해 설명한다.

II. LabVIEW 개요 및 응용 분야

1. LabVIEW 개요

LabVIEW는 1986년 미국 NI社에서 개발한 그래픽기반의 제어 계측용 프로그램으로 직관적인 그래픽 아이콘 및 흐름 차트를 연상하게 하는 신호흐름도를 사용하여 고급 측정, 테스트 및 컨트롤 시스템을 개발하기 위해 수많은 엔지니어 및 과학자들이 활용하고 있다. LabVIEW는 수 천개의 하드웨어 디바이스와 최상의 통합을 제공하며 고급 분석 및 데이터 시각화를 위해, 내장된 수 백가지의 라이브러리를 제공한다. LabVIEW 플랫폼은 여러가지 타겟 및 운영 시스템에 확장 가능하며, 여러종류의 그래픽 기반 프로그램 중 최근, 가장 많이 활용되는 제품이다. 그림 1은 LabVIEW 프로그래밍 작업을 위한 화면으로, LabVIEW의 특징은 다음과 같다[10].

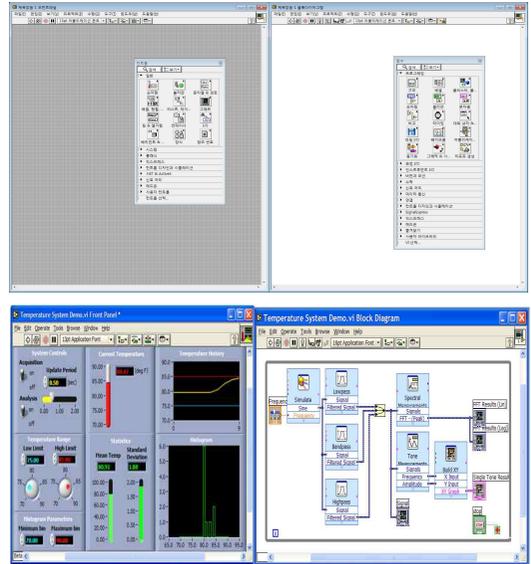


그림 1. LabVIEW 프로그래밍 화면
Fig. 1. Screen of LabVIEW programming

(1) 더욱 신속한 프로그래밍

텍스트 라인 작성이 아닌 드래그 앤 드롭 방식으로 운영되는 그래픽 함수 블록의 그래픽 프로그래밍으로써 직관적인 흐름차트 표현방식을 통해 수행코드를 편리하게 개발, 유지 및 이해할 수 있도록 구성되어 있다.

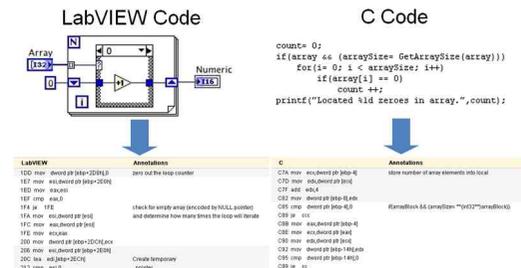


그림 2. 그래픽 기반의 LabVIEW 프로그래밍
Fig. 2. LabVIEW programming based-on a graphic

(2) LabVIEW로의 하드웨어 통합

내장된 라이브러리와 수 많은 인스트루먼트 드라이버로 인스트루먼트 또는 센서에 연결할 수 있으며, USB, PCI, PXI, Wi-Fi, 인터넷, GPIB용 NI社 플러그 앤 플레이 디바이스와 긴밀한 통합이 가능하다.

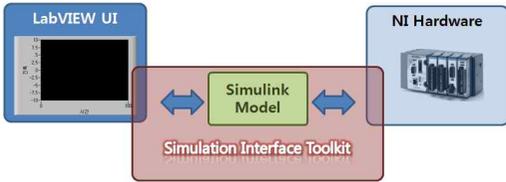


그림 3. 하드웨어 기반의 LabVIEW 구성
Fig. 3. LabVIEW composition based-on a Hardware

(3) 내장된 고급 분석 및 신호 프로세싱

주파수 분석, 커브 피팅 등의 다양한 엔지니어링 전용 함수를 사용할 수 있고 측정과 인터랙션, 수집된 신호에 대한 리얼타임 온라인 분석이 가능하다.

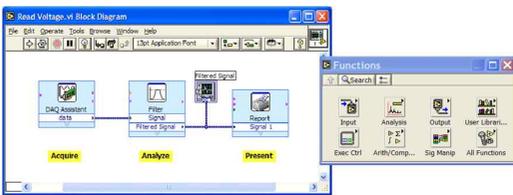


그림 4. 신호 분석 및 프로세싱을 위한 LabVIEW 구성
Fig. 4. LabVIEW composition based-on a Hardware

(4) 데이터 디스플레이 및 사용자 인터페이스

다양한 드래그 앤 드롭 컨트롤, 그래프 및 3D 시각 도구를 통해, 데이터와 인터랙션이 가능하며 내장된 컨트롤의 크기, 위치 및 색상을 편리하게 맞추거나 고유의 컨트롤을 손쉽게 생성할 수 있다.

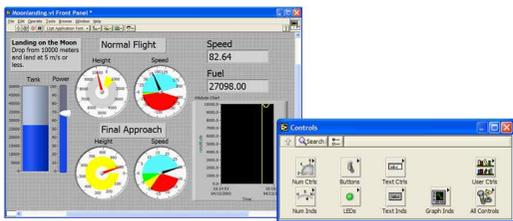


그림 5. LabVIEW의 사용자 인터페이스
Fig. 5. LabVIEW composition based-on a Hardware

(5) 여러가지 타겟 및 O/S

Windows, Mac, Linux 및 리얼타임 O/S (VxWorks 등)에서 코드를 개발하고 재사용이 가능하며, 동일한 그래픽 방식으로 ARM 마이크로컨트롤러 및 FPGA 등 다양한 임베디드 아키텍처 타겟으로 구성된다.

(6) 여러 프로그래밍과의 혼용

텍스트 기반 코드 및 DLL 통합 또는 네이티브 및 타사 xxx.m 파일을 편리하게 통합하여 코드를 재사용할 수 있으며, 다이내믹 시뮬레이션 다이어그램 및

상태차트와 같은 추가 연산 모델을 통합할 수 있다.

(7) 멀티코어 프로그래밍

LabVIEW가 내재적으로 여러 스레드에서 실행되므로 대형 데이터 세트 및 복합 알고리즘을 더욱 신속하게 처리하고, 내장된 디버깅 및 시각화 도구를 사용하여 병렬 실행을 위해 코드를 편리하게 최적화할 수 있다.

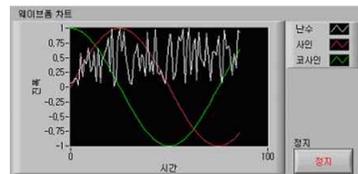
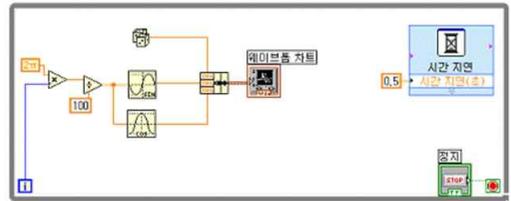


그림 6. 그래픽 기반의 LabVIEW 시각화 인터페이스
Fig. 6. LabVIEW composition based-on a Hardware

(8) 데이터 저장 및 리포트

취득된 데이터의 정보에 따라 다양한 종류의 파일 유형이 내장되어 있어 포맷을 전환하지 않아도 되며, 수집된 데이터에서 리포트를 생성하여 결과를 공유할 수 있다.

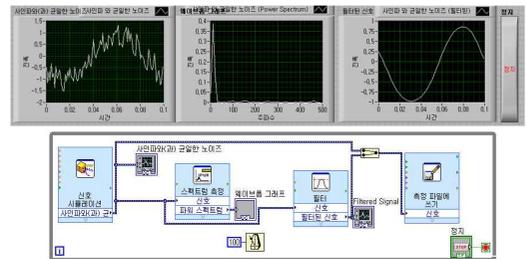


그림 7. 자료저장을 위한 LabVIEW 프로그램 구성
Fig. 7. LabVIEW composition based-on a Hardware

(9) 소프트웨어 서비스, 교육 및 지원

소프트웨어 업그레이드 제공, 세계 수준급 지원, 온-디맨드 교육 리소스 확인이 가능하고, 광범위한 교육 및 인증 프로그램으로 LabVIEW 기술 향상 및 검증이 가능하다.

(10) 전 세계 LabVIEW 사용자와 파일 공유 및 협력

필요한 기술 지원을 위해, 수많은 온라인 사용자와 협력이 가능하고 LabVIEW 사용자 그룹, 제품 협력업체, 통합업체로 구성된 전 세계 커뮤니티 활용이 가능하다.

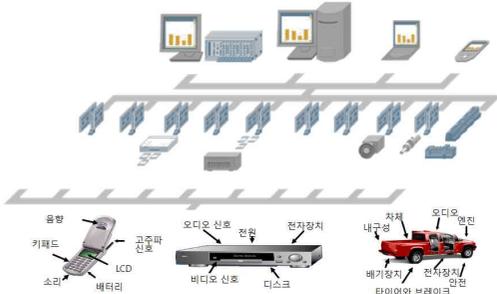


그림 8. LabVIEW 프로그램의 공유
Fig. 8. Share of LabVIEW program

2. LabVIEW 응용 분야

(1) 데이터 수집 및 신호 처리

LabVIEW는 모든 버스의 모든 센서로부터 편리하게 측정을 수행할 수 있는 그래픽 기반의 프로그래밍 언어(GUI Based Language)이다. 각종 디바이스의 측정을 자동화하고, 데이터를 동시 분석하며, 산업 표준 도구를 사용하여 몇 분 내에 맞춤 리포트를 생성할 수 있다. 또한 단순한 단일 측정 수집에서부터 복잡한 10,000 채널 시스템 데이터 캡처에 이르기까지 LabVIEW를 사용하면 더욱 신속하게 데이터를 수집, 분석 및 로깅할 수 있다.

(2) 인스트루먼트 컨트롤

LabVIEW는 모든 종류의 버스과 계측기로부터 데이터를 편리하게 컨트롤하고 수집이 가능한 것으로 다양한 디바이스로부터 측정을 자동화하고, 데이터가 수집되는 동안 분석을 진행하며, 몇 분 만에 리포트를 직접 생성할 수 있다. 특정 디바이스에서 측정을 수행하는 방법을 익히기 위해 시간을 투자할 필요가 없고 LabVIEW를 사용하면 결과를 도출하는 과정이 아닌 결과 그 자체에 더욱 집중할 수 있다.

(3) 테스트 및 검증 시스템 자동화

LabVIEW는 강력한 테스트 소프트웨어의 신속한 개발을 도와주는 직관적인 그래픽 프로그래밍 환경이다. 수 천 종류의 계측기 뿐 아니라 멀티코어, FPGA와 같은 기술 지원으로 고성능의 테스트 자동화 시스템을 개발할 수 있다. 테스트 자동화 소프트웨어인 LabVIEW 플랫폼은 전 세계 수 천 명의 개발자, 통합업체, 협력업체가 활발하게 참여하는 커뮤니티

니티도 제공한다.

(4) 산업용 측정 및 컨트롤

LabVIEW는 전문적인 사용자 인터페이스로 측정, 분석 및 컨트롤 어플리케이션을 개발하기 위한 구성 기반 도구와 강력한 프로그래밍 기능을 갖추고 있다. 더욱이, LabVIEW와 NI社 PAC를 사용하면 FPGA 기술로 편리하게 접근할 수 있으므로 사용자 고유의 컨트롤 회로를 정의하는 동시에 기존 맞춤 하드웨어와 관련된 복잡성과 비용을 절감할 수 있다.

(5) 임베디드 시스템 디자인

LabVIEW는 임베디드 어플리케이션을 효율적으로 설계, 프로토타이핑 및 배포하기 위해 수 천 여명의 엔지니어와 과학자들이 사용하는 그래픽 기반 개발 환경이다. LabVIEW는 미리 작성된 수 백 개의 라이브러리, 상용 하드웨어와 긴밀한 통합, 그래픽 개발, xxx.m 파일 스크립과 같은 다양한 프로그래밍 방식을 기존 C 및 HDL 코드와의 연결을 통합할 수 있다. 의료기기 또는 복합 로봇을 설계하는 등 모든 사용자는 LabVIEW와 NI社 임베디드 하드웨어를 사용하여 시장 출시 기간을 단축하고 임베디드 디자인의 전체 비용을 절감할 수 있다.

(6) 강의 및 연구

LabVIEW는 현장 강의에 있어서 실습능력을 획기적으로 개선하고 유연한 학습방법을 제안하고 있으며 다양한 연구 어플리케이션을 지원하고 있고 차세대 혁신을 이끌 인재를 양성하기 위해, 전 세계 대학에서 폭 넓게 사용되고 있다. 한편, 그래픽 시스템 디자인의 직관적인 특성을 통해 교육자와 연구원들은 어플리케이션을 설계, 프로토타이핑 및 배포할 수 있다.

III. DAQ 하드웨어

PC기반 데이터 수집(DAQ) 분야의 리더인 NI는 데스크탑, 휴대용 및 PCI, PCI Express, PXI, PCMCIA, USB, CompactFlash, 이더넷과 Firewire(IEEE1394) 같은 버스 및 Windows, Linux, Mac OS X, Pocket PC/Windows CE와 RTX 같은 O/S에서의 네트워크 어플리케이션을 위한 데이터 수집 제품군을 제공한다.

1. 모듈형 계측기의 종류별 특징

모듈형 계측기의 종류별 특징은 그림 9와 같다.

그림9에서 나타난 바와 같이, PCI/PXI 기반의 시스템 특성이 우수한 반면 비용이 고가임을 알 수 있다.

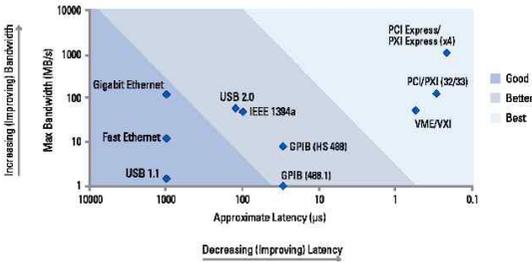


그림 9. 모듈형 계측기의 종류별 특징
Fig. 9. The characteristics of Modular instruments

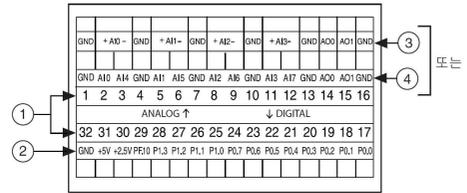
2. USB방식 DAQ의 특징

USB방식의 데이터 수집 장비 (DAQ)는 USB의 간결함과 휴대성을 활용하여 진정한 고성능 측정을 가능하게 한다. 단일 기능의 저가형 장비로부터 고성능의 모듈형 시스템에 이르는 NI社의 USB 데이터 수집 장비는 단순 데이터 로깅에서부터 임베디드 OEM 시스템까지 다양한 어플리케이션에 최적화 되어 있다.

본 논문에서는 기초 교육용으로 전반적인 활용성이 높은 저가 형태의 USB방식의 DAQ인 USB-6008 / 6009 모델을 기준으로 구성하였다.

표 1. NI社 USB-6008와 USB-6009의 차이점
Table 1. The difference between NI USB-6008 & USB-6009

특징	USB-6008	USB-6009
A/D 분해능 및 채널	12bit 4CH(차동형)/ 8CH(단일종단형)	14bit 4CH(차동형)/ 8CH(단일종단형)
최대 A/D 샘플 속도(전압범위)	10 kS/s (-10~+10V)	48 kS/s (-10~+10V)
최대 D/A 샘플 속도(전압범위)	150 S/s (0~+5V)	150 S/s (0~+5V)
Digital I/O 설정	12CH/TTL (100mA)	12CH/TTL (100mA)
Count/Timer	1CH (32bit)	1CH (32bit)



- ① 터미널 번호 라벨 (둘 모두 사용)
- ② 디지털 I/O 라벨
- ③ 차동 이름 라벨 (둘 중 하나 사용)
- ④ 단일 종단형 신호 이름 라벨 (둘 중 하나 사용)

그림 10. NI社 USB-6008/6009 DAQ의 단자
Fig. 10. Terminal of NI USB-6008/6009 DAQ

IV. LabVIEW와 USB DAQ 모듈의 활용

USB-6008/6009 모델을 기준으로 활용할 수 있는 방안이다.

1. 아날로그 입력(A/D)

아날로그 입력을 확인하는 가장 기초적인 방법은 그림 10에 나타난 31번 단자의 5[V] 전압을 50[kΩ] 정도의 가변저항에 인가한 후, 가변저항을 변화시키면서 5[V] 전압의 가변 상태를 아날로그 입력을 통해 확인할 수 있다.

(1) 차동 전압 신호 연결하기

차동 신호의 경우, 신호의 양극 도선을 AI(A/D)+ 터미널에, 음극 도선을 AI(A/D) - 터미널에 연결한다. 차동 입력 모드는 ±20[V] 범위에서 ±20[V] 신호를 측정할 수 있다. 그러나, 한 편에서 최대 전압은 GND를 기준으로 ±10[V] 이다. 예를 들어, AI 1이 +10[V]이고 AI 5가 -10[V]이면, 디바이스에서 측정되는 값은 +20[V]이다. 즉, ±10[V] 보다 큰 신호를 편 중 하나에 연결하면 출력이 제한될 수 있다.

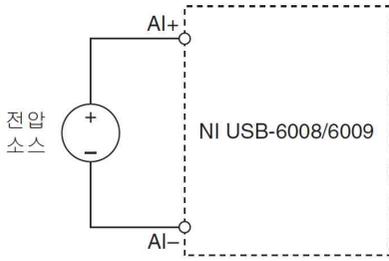


그림 11. 차동 전압 신호 연결하기
Fig. 11. Connection of differential voltage signal

(2) 참조된 단일 종단형 전압 신호 연결하기
참조된 단일 종단형 전압 신호 (RSE)를 NI USB-6008/6009에 연결하려면, 그림 6과 같이 양(+)의 전압 신호를 원하는 AI 터미널에, 접지 신호를 GND 터미널에 연결한다.

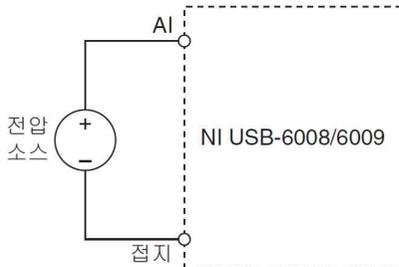


그림 12. 참조된 단일 종단형 전압 신호 연결하기
Fig. 12. Connection of single ended voltage signal

2. 아날로그 출력(D/A)

0~5[V]에서 출력을 생성할 수 있는 2개의 독립적인 AO(D/A)채널이 있다. AO(D/A)라인의 모든 업데이트는 소프트웨어 타이밍에 의존한다. 아날로그 출력을 사용하기 위해 NI社 USB-6008/6009에 연결하려면, 부하의 양극 도선을 AO(D/A) 터미널에, 부하의 접지를 GND 터미널에 연결한다.

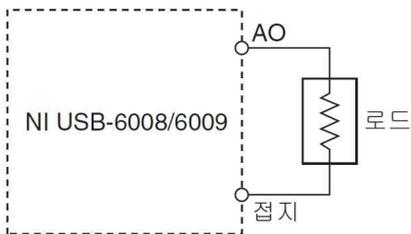


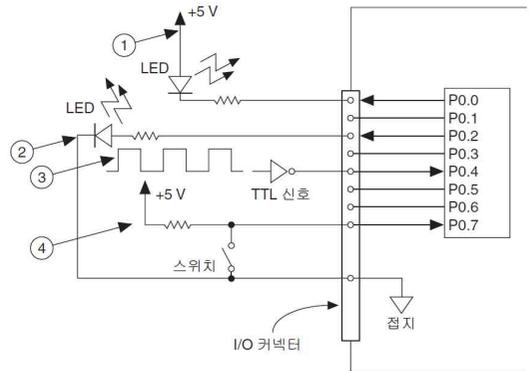
그림 13. 아날로그 출력을 위한 부하 연결하기
Fig. 13. Connection of load for analog output

아날로그 출력을 확인하기 위해서는 그림 10에 나

타낸 아날로그 출력 단자인 14번 또는 15번 단자를 앞에서 언급한 아날로그 입력단자에 연결하여 확인을 하거나, DC 전압 출력과 같은 경우에는 멀티 테스터기를 이용한 전압 측정을 통해 확인할 수 있다.

3. 디지털 I/O(DIO)

NI社 USB-6008/6009에는 DIO(디지털 입출력) 포트를 구성하는 12개의 디지털 라인 (P0.[0.7] 및 P1.[0.3])이 있다. GND는 DIO 포트에 대한 접지 참조 신호이다. 모든 라인을 개별적으로 입력이나 출력으로 프로그램 할 수 있다. 그림 8은 디지털 입력과 디지털 출력으로 설정된 예제 신호와 연결된 P0.[0.7] 을 보여주며, 이와 비슷하게 P1.[0.3]을 설정할 수 있다.



- ① LED를 작동시키는 오픈 컬렉터 디지털 출력으로 P0.0 설정
- ② LED를 작동시키는 활성 드라이브 디지털 출력으로 P0.2 설정
- ③ 게이트식 인버터를 통해 TTL 신호를 수신하는 디지털 입력으로 P0.4 설정
- ④ 스위치에서 0[V] 또는 5[V] 신호를 수신하는 디지털 입력으로 P0.7 설정

그림 14. 디지털 I/O(DIO) 회로 연결하기.
Fig. 14. Connection of digital I/O(DIO) circuit

NI USB-6008/6009 DIO 포트의 기본 설정은 오픈 컬렉터(Open Collector)로, 내장되어 있는 4.7[kΩ] 풀업 저항을 이용하여 5[V]로 동작할 수 있다. 사용자가 제공하는 외부 풀업 저항을 추가하여 소스 전류를 라인별로 8.5[mA]까지 유도할 수도 있다.

그림 14에 나타난 바와 같이 디지털 입력을 위한 테스트 방법으로는 스위치 입력이나 외부의 펄스 신호를 입력 단자에 연결하여 확인을 할 수 있으며, 디지털 출력을 위한 방법으로는 가장 대표적인 테스트 방법이 LED를 연결하는 방식이다.

추가적으로 디지털 입·출력을 활용할 수 있는 방

법으로는 마이크로프로세서 주변회로 설계에서 활용하고 있는 7-Segment, Key Matrix, Character LCD, 릴레이 및 스테핑 모터 등의 제어에 활용할 수 있다.

4. 이벤트 카운터

PFI 0을 에지 카운트 태스크를 위한 게이트식 인버터가 적용된 입력 소스로 설정할 수 있다. 이 모드에서 하강 에지 이벤트는 32비트 카운터를 사용하여 카운트된다.

카운터의 경우에는 그림 10에 나타난 29번 단자에 5[V] 수준의 펄스를 인가함으로써 동작에 대한 확인이 가능하다.

5. 센서 제어

(1) 서미스터(Thermistor) 제어

서미스터는 온도의 변화에 의해서 전기저항이 크게 변화하는 일종의 반도체 온도측정 저항체이다. 비교적 오래 전부터 실용화되고 현재에도 많이 사용되고 있다. 기본 특성에 따라 분류하면 온도가 상승함에 따라 전기 저항이 지수 함수적으로 감소하는 부(負(-))의 온도계수를 갖는 것을 NTC(Negative Temperature Coefficient) 서미스터라 한다. 반대로 현저하게 저항이 증가하고 전체로서 정(正(+))의 온도계수를 갖는 PTC(Positive Temperature Coefficient) 서미스터는 어떤 온도를 경계로 하여 큰 정(正)의 값으로 변하여 저항이 증가한다. 끝으로, CTC(Critical Temperature Coefficient) 서미스터는 특정온도 범위에서만 저항 값의 변화가 있고 그 외의 영역에서는 일정 값을 유지한다.

(2) 열전대(Thermocouple) 제어

열전대로 개발되어 사용 중인 것은 용도, 목적에 따라 특성이 매우 다르고 그 종류도 다양하다. 주로 공업계측용으로 개발되어 이용되고 있는 것은 K형, R형, J형, T형 열전대 등이 있다. 다른 열전대는 R, K, J, T 형의 특성을 기준으로 조금씩 변형시킨 것이다. 열전대를 사용할 때는 측정대상에 적합한 종류의 것을 정해진 온도 범위 내에서 사용해야 하며 선정 시 측정 환경, 온도 범위, 감도 및 정밀도 그리고 주변 환경을 고려해야 한다.

(3) 자기(磁氣) 센서 제어

자기 센서는 주로 전자석 변환 원리를 기초로 한 것을 말하며, 전자석 변환소자는 자속의 변화에 의해 도체 내에서 유기되는 기전력의 변화를 변환시키는

것으로서 자기를 이용하여 다른 감응에 의한 물리적 변화를 신호로서 송출하는 소자이다.

(4) 근접(Proximity) 센서 제어

근접 센서는 물체 검출 센서 중의 하나이다. 종류 및 기종에 따라서 동작 방법, 특성, 기능이 다르고 특수한 목적을 위해 개발된 것도 있으며 근접 센서는 전기적으로 물체의 접근을 검출하는 방법이 취해지고, 동작원리에 따라 유도형(고주파 발전형), 정전 용량형, 자기형, 광전형 등으로 분류한다.

일반적으로 근접센서라 하면 유도형(고주파 발전형)과 정전 용량형을 의미하며, 자기형은 리드 스위치를, 광전형은 광전 스위치로 구별하고 있다.

V. 결론

본 논문에서는 LabVIEW와 USB방식의 DAQ 하드웨어를 활용한 효과적인 수업 방법에 대해서 살펴 보았다. 전기, 전자, 정보통신 및 컴퓨터분야 뿐만 아니라 기계분야에 이르기 까지 제어 계측에 대한 개념은 공학 전 분야에서 전반적으로 이론 및 실습을 통해서 학습하고 있다. 이에 PC 기반의 LabVIEW와 USB방식의 DAQ를 활용한 효과적인 수업 방법은 누구라도 쉽게 접근할 수 있는 그래픽 프로그래밍을 기반으로 저가의 USB방식의 DAQ 하드웨어를 활용하는 방법에 대해 논의하였다. 추가적으로 이와 같은 수업 방향은 프로젝트 기반 학습에 활용성이 높을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 김상범 외 2, “LabVIEW 활용 모션제어”, 한국폴리텍대학, 2009.
- [2] 강경일, 최병상, “LabVIEW를 활용한 기초 제어회로 실험”, 도서출판 한산, 2010.
- [3] 광두영, “컴퓨터 기반의 제어와 계측 LabVIEW”, Ohm사, 2006.
- [4] 박철호 외 2, “마이크로컨트롤러와 LabVIEW를 이용한 웹기반 힘관리”, 대한기계학회 60주년 춘계학술대회, pp.1284-1289, 2005.
- [5] 신범철 외 1, “LabVIEW를 이용한 실시간(Real-Time) 운동분석 프로그램 개발”, 한국과학기술교육회, 제46차 하계학술발표회, pp.106- 107, 2004.
- [6] 김창수 외 1, “기계공학을 위한 LabVIEW Basic”, 학문사, 2008.

- [7] 손종덕 외 3, “회전기계소음진동 : LabVIEW 기반의 PDA를 이용한 기계 진단 시스템의 개발”, 한국소음진동공학회, 춘계학술대회, 제1권, pp.945-949, 2005.
- [8] <http://www.ni.com>
- [9] National Instrument, “USB6008/9 Series user manual”, 2009.
- [10] 손혜영, “LabVIEW의 정석 - 기본”, 인피너티 북스, 2009.

배 준 영 (Joon-Young Bae)



1990년 2월 : 영남대학교 기계공학과 (공학사)
1992년 2월 : 경북대학교 기계공학과 (공학석사)
2005년 8월 : 경북대학교 기계공학과 (공학박사)
1992년 1월~2001년 8월 : 현대모

비스(주) 창원공장 기술연구소 선임연구원
2003년 8월~현재 : 한국폴리텍 I대학 서울정수캠퍼스 LCD반도체시스템과 교수
<관심분야> 메카트로닉스, 모바일 로봇제어, 나노계측

김 남 성 (Nam-Sung Kim)

종신회원



1988년 2월 : 한국항공대학교 항공통신공학과 (공학사)
1990년 8월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과 (공학석사)
2007년 2월 : 목원대학교 IT공학과 (공학박사)
1990년 8월~1995년 11월 : S&T

중공업 연구소 주임연구원
1995년 12월~1996년 4월 : 대우전자부품 연구소 주임연구원
1996년 5월~현재 : 한국폴리텍VI대학 구미캠퍼스 디지털디스플레이전자과 교수
<관심분야> USN, 위치인식, SCADA
<자격사항> 전자계산기기사, 멀티미디어기사