

계측시스템 GPIB 인터페이스의 H/W 및 S/W 개발

°나 승 유, °최 완 규, °박 민 상, °배 회 중, †조 강 석
°전남대학교 고품질 전기전자 부품 및 시스템 연구센터, 전자공학과
†조선이공대학, 전자과

Tel : +82-62-530-1753; Fax : +82-62-530-1759

H/W, S/W Developments of GPIB Interface for Measurement Systems

° Seung You Na, ° Wan Kyu Choi, ° Min Sang Park, ° Hee Jong Bae, †Gang Seok Cho
° RRC-HECS, Dept. of Electronics Eng., Chonnam National University, Puk-Ku, Kwangju
†Dept. of Electronics Eng., Chosun Science and Technology College, Dong-Ku, Kwangju
E-mail: syna@chonnam.ac.kr

Abstract

GPIB-based measurement applications are common in every field of multi-instrument environment. Also personal computers and workstations play a key role in measurement ability to create cost-effective instrument control solutions. For simple data acquisition systems which are automated by GPIB interface, standard GPIB controllers add a little burden to the budget for DAQ. In this paper, we provide software and hardware construction methods for cost-effective custom-made GPIB controller boards both for controllers and instruments. This way of tailored configuration to suit a particular application of GPIB-based instrument control solution pays dividends in cost and flexibility for data processing management.

I. 서 론

산업기술의 발전에 따라 부품이나 제품의 성능을 측정하는 더욱 자동화된 방법이나 고도의 정밀도가 요구된다. 피측정량의 복잡화, 데이터량의 확대, 측정 시간의 단축 요구 등에 의해 종래 사람 손에 의한 측정으로부터 자동계측시스템으로의 변화는 필연적이다. 또 계측시스템은 그 측정대상이 넓어짐에 따라 넓은 분야에 걸쳐 응용되고 있으며, 그 경제성과 정밀도가 크게

향상되고 있다. 이것은 계측시스템의 설계가 예전에 비해 쉬워졌고, 또 계측기 인터페이스 시스템이 표준화되었기 때문이다. 이것들 중에서 GPIB는 계측기분야에서 표준 인터페이스로 그 자리를 확고히 하고 있으며 산업계의 넓은 분야에서 응용되고 있으며 경제성도 크게 향상되고 있다.

본 논문에서는 PC에 장착하는 컨트롤러용 GPIB 인터페이스 보드와 계측기 내부에 장착되는 프로세서를 포함하는 GPIB 카드를 각각 제작하는 모듈화된 과정을 보인다. 제작한 두 개의 보드를 이용하여 계측기에서 측정된 값을 송수신하여 기존의 제품보다 단순하며 계측기 특성에 적합한 GPIB Interface 보드를 개발하고, 인터페이스 통신을 위한 라이브러리를 작성하여 사용함으로써 간단하게 GPIB 기능을 실현하는 것을 본 개발의 목적으로 한다.

II. GPIB의 개념 및 규격

GPIB는 기본적으로 TTL계를 기준으로 부(-)논리를 사용하며, 데이터는 1 Byte의 ASCII 코드 형태로 전송되고 8 번째 비트는 Parity 체크 비트로 사용한다. 각 장치간의 신호전송은 Parallel형태의 비동기 확인 방식인 Handshake를 사용하고, 접속 형태는 Linear 또는 Star 구조로 접속된다. 접속 할 수 있는 기기들의 최대 개수는 15 기기이고, 각 기기 간의 케이블 길이는 2m 이내로 제한되며, 또한 전체 케이블 길이도 최대 20m 까지로 제한된다. 그리고 전송 속도는 최대 1M Byte/sec 이지만 실제로는 접속하는 기기 중에서 가장

느린 속도를 갖는 기기의 전송 속도에 맞추어서 동작한다. 인터페이스로서의 구조는 표 1 에서 보는 바와 같이 8개의 데이터 라인(DIO1~8)과 3개의 Handshake 라인(DAV, NRFD, NDAC), 그리고 5개의 인터페이스 제어 라인(IFC, ATN, SRQ, REN, EOI), 그라운드 라인 8개 등 총 24개의 신호 선으로 되어 있다.

Table 1 Line Description of GPIB Bus

버스 라인명	용도
Data Bus	DIO 1~8 Command 및 Data Message 전송 (ASCII 코드)
Data Handshake Bus	DAV Data Bus 라인상의 데이터 유효를 표시
	NRFD Data 수신 준비 신호
	NDAC Data 수신 완료 신호
Interface Control Bus	ATN Data Bus의 Message가 Command or Data인지 표시
	IFC 시스템 컨트롤러에 의하여 모든 기기를 초기화
	REN 시스템 컨트롤러가 모든 기기를 Remote 상태로 한다
	SRQ 접속 기기 중의 하나가 어떤 서비스를 요구한다
	EOI Data의 끝을 표시하고, Parallel Poll을 수행한다

이 버스 라인들 중에서 복수의 기기에서 데이터의 교환을 확실히 하기 위해서 Handshake Bus 라인이 있는데, 이는 데이터, 어드레스, 커맨드 등의 모든 1 Byte에 대하여 행해진다. 커맨드가 전송되는 동안에는 컨트롤러가, 데이터가 전송되는 동안에는 Talker가 각각 DIO와 DAV 라인을 구동하는 것을 Source Handshake라하고, 수신측의 나머지 기기와 Listener들은 NRFD와 NDAC 라인을 구동하는 것을 Acceptor Handshake라 한다.

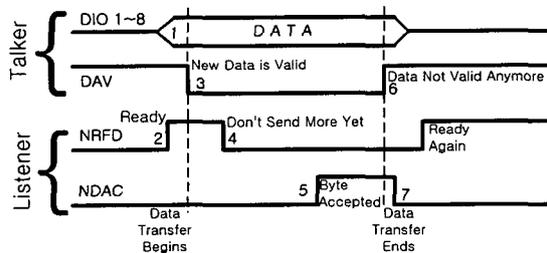


Fig. 1 Three-Wire Handshake Process

그림 1 과 2 는 3-선식 Handshake의 타이밍과 플로

차트를 나타내며 Handshake 과정에서 수행하는 세부 과정은 다음과 같다.

- ① Talker는 DIO 라인 상에 보내고자하는 데이터를 올려놓고 T1 Delay동안 대기.
- ② Listener가 NRFD를 High로 할 때까지 기다림. (NRFD는 Listener가 데이터를 받을 준비가 되었음을 가리킴.)
- ③ Talker는 DIO 라인상의 새로운 데이터가 지금 유효하다는 표시로 DAV를 Low로 함.
- ④ Listener는 NRFD를 Low로 하여 더 이상 데이터를 보내지 말라는 신호를 보냄.
- ⑤ Listener는 데이터의 수신이 끝나면 NDAC을 High로 하여 이를 Talker에게 알림.
- ⑥ Talker는 DAV를 High로 하여 더 이상 데이터가 유효하지 않음을 Listener에게 알림.
- ⑦ Listener는 NDAC를 Low로 하고, Talker는 다음 바이트의 전송을 시작하기 위해 1 단계부터 다시 실행함.

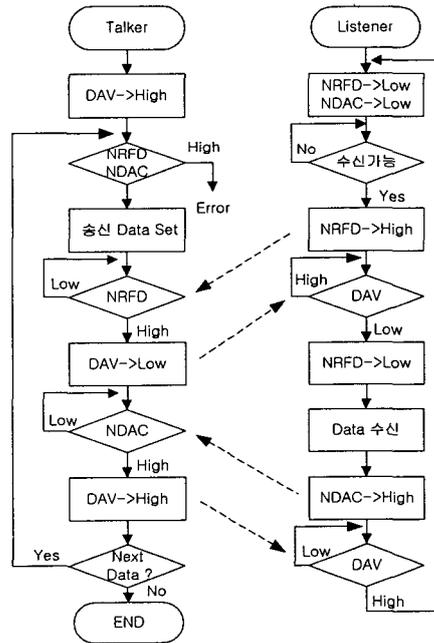


Fig. 2 Three-wire Handshake Flowchart

III. GPIB 시스템의 구성

GPIB 시스템은 일반적으로 PC를 컨트롤러로 사용하고, 계측기와의 연결은 표준 인터페이스 방식인 GPIB

케이블을 이용하여 구성한다. 첫 번째, 컨트롤러는 전체 시스템의 모든 통신, 제어권의 관리, GPIB 명령의 송신, 서비스 요구에 대한 응답, 동작 순서 및 측정결과 값의 처리를 담당하고 하나의 버스 시스템 내에서는 동시에 2개 이상의 컨트롤러를 가질 수 없다. 두 번째로, Talker는 컨트롤러로부터 명령을 받아 데이터를 다른 기기에 보내는 기기로서 한 시스템 내에서 동시에 2개의 Talker가 존재할 수 없다. 마지막으로 Listener는 컨트롤러나 Talker의 데이터를 수신하는 기기로서 하나의 시스템에서는 동시에 복수개의 Listener가 있을 수 있다. 그림 3은 본 논문에서 구성한 GPIB 시스템의 구성도를 나타내었으며, 여기에서 PC를 컨트롤러로 사용할 때에는 접속 기기 중 하나를 Talker로 지정하거나 또는 Listener로 지정하게 되는데, 이와 같은 상태를 Remote Mode라고 하고, 우선 접속 기기 중 하나를 Talker로 지정하고 GPIB 자신은 Listener로 지정하여 데이터를 수신한다. 이때에는 PC가 전체 시스템을 관리하는 시스템 컨트롤러가 되고 이와는 다르게 Local Mode로 동작을 하는 경우에는, PC는 접속 기기 중에서 Talker와 Listener를 지정한 후 자신은 통신에 전혀 관여하지 않고, 통신의 종결만을 감시하고 Talker와 Listener만이 데이터 송수신을 하게 된다. 이와 같은 2가지 Mode의 통신 방법은 사용자가 원하는 경우에 맞추어 프로그램을 작성하여 구현할 수 있다.

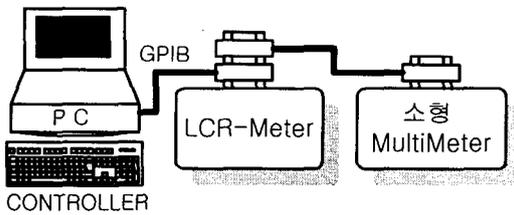


Fig. 3 GPIB System Configuration

IV. GPIB 보드 제작 및 실험

본 논문에서는 PC 내부 확장 슬롯에 들어가는 GPIB 인터페이스 보드와 계측기용 GPIB 보드를 각각 제작하며, 이에 대한 블록도는 그림 4와 그림 5에 나타내었다. GPIB 인터페이스 보드를 제작하는데 사용된 주요 부품의 설명은 다음과 같다.

- ① GPIB 컨트롤러 : IEEE 488 Talker, Listener의 기능을 가지고 있으면서 IEEE Standard 488.1-1987의 모든 인터페이스 기능 및 IEEE Standard 488.2-1992에서 추가된 요구 사항들을 지원하는 National Instruments사의 NAT7210APD를 사용.

- ② 데이터 버스 버퍼 : 한 개의 공통 방향 제어 입력을 가진 8채널 양방향 버스 Transceiver인 Texas Instruments사의 SN75160B를 사용.
- ③ 컨트롤 버스 버퍼 : IEEE 488 버스의 8개 컨트롤 신호 선들을 제어하기 위해 특별히 구상된 8채널 양방향 Transceiver인 Texas Instruments사의 SN75161B를 사용.
- ④ 커넥터 : 컨트롤러와 계측기, 계측기와 계측기 상호간을 연결하는 인터페이스 커넥터는 24핀 IEEE 488 커넥터와 케이블을 사용.
- ⑤ 계측기용 GPIB 보드 : 상기의 인터페이스 보드에 마이크로컨트롤러를 추가하는 형태로, 마이크로컨트롤러는 16 비트 마이크로컨트롤러인 80C196KC를 사용.

PC 환경에서와는 다른 입출력 구조를 갖는 계측기용 GPIB 보드는 외부 메모리, GPIB 컨트롤러, 마이크로 어드레스 디코더를 설정하는 부분과 계측기용 GPIB 보드의 자체 OS 제작이 중요하다. 또한 측정 대상 입력을 A/D 변환하여 PC로 전송하기 위해 송신 Format으로 데이터 변환이 필요하다.

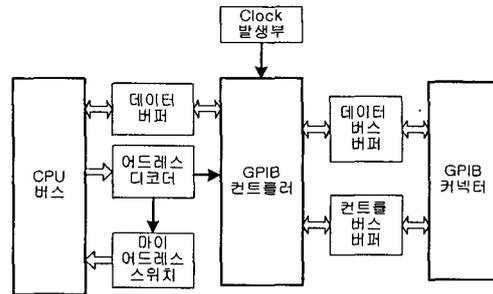


Fig. 4 PC용 GPIB 보드의 블록도

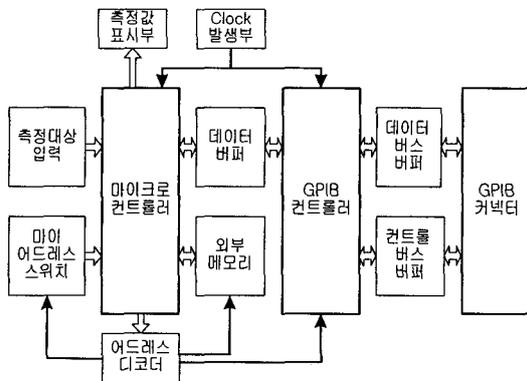


Fig. 5 계측기용 GPIB 보드의 블록도

제작한 보드를 구동하기 위한 프로그램은 GPIB를 동작하기 위한 최소한의 모듈들로 작성하였다. 여기에는 보드 초기화, GPIB 레지스터 상태 읽기, 데이터 송신, 데이터 수신, 커맨드 출력, IFC 출력, DCL 출력, EOI 체크 등의 모듈들로 구성되었으며, 이들에 대한 간단한 설명은 다음과 같다.

- ① 보드 초기화 함수: GPIB 컨트롤러를 포함해서 전체 시스템을 초기화.
- ② DCL 출력 함수: 모든 접속기기에 대하여 장치의 초기화 명령을 내보냄.
- ③ IFC 출력 함수: GPIB 상의 접속기기의 통신 모드를 초기화 및 Idle 상태로 하고 IFC 커맨드를 출력한 기기가 컨트롤러가 되며, IEEE-488 규격에는 IFC 신호 출력시간은 최소 100 μ sec 이상 필요하다고 규정함.
- ④ GPIB 레지스터 상태 읽기 함수: 기본적으로 인터럽트 상태 레지스터들과 DO 비트, CO 비트, DI 비트, END 비트 등의 상태를 읽음.
- ⑤ EOI 체크 함수: 송수신 데이터의 끝을 감시.
- ⑥ 데이터 송신 함수: UNL, OLA, MTA, GTS 커맨드를 출력한 후에 보내고자 하는 데이터를 출력하고, 송신 데이터의 마지막에 EOI 커맨드를 출력하여 데이터 송신을 종료.
- ⑦ 데이터 수신 함수: UNL, MLA, OTA, GTS 커맨드를 출력한 후에 수신 데이터를 입력받아 저장한 후 송신 측에서 보낸 EOI 커맨드를 받으면 데이터 수신을 종료.

위와 같은 방법으로 제작한 PC용 및 계측기용 GPIB 인터페이스 보드와 GPIB를 탑재한 LCR-Meter를 이용하여 그림 3 과 같은 GPIB 시스템을 구성한다. 외부로부터 어떤 측정 대상 입력을 받아서 그 측정값을 GPIB 커넥터로 연결되어 있는 PC의 모니터에 디스플레이 및 측정 데이터를 파일로 저장하는 형태로 이용할 수 있도록 초점을 맞추었다. 전송에 앞서 GPIB 컨트롤러를 초기화하는데 걸리는 시간은 7.04 μ s이다.



Fig. 6 PC용 GPIB 보드의 실물

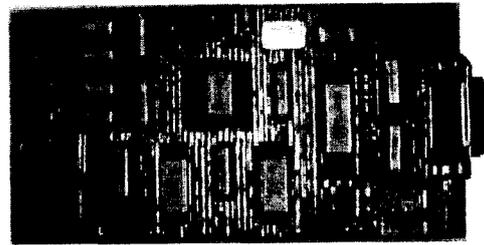


Fig. 7 계측기용 GPIB 보드의 실물

V. 결론

본 논문에서는 실제로 GPIB 인터페이스 보드를 제작하여 GPIB 규약을 만족하며, 사용자의 측정기와 프로세서와의 인터페이스에 적합한 H/W 및 S/W 구성을 보인다. 이를 통해 사용자가 필요한 최소한의 자동 계측시스템을 효율적으로 구성할 수 있으며, 응용 시스템에 적합한 유연성을 갖을 수 있다.

참고문헌

- [1] ANSI/IEEE Standard 488.1-1987, "IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation", 1987
- [2] ANSI/IEEE Standard 488.2-1992, "IEEE Standard Codes, Formats, Protocols, and Common Commands", 1992
- [3] 40-Pin IEEE 488.2 Controller Chip: Drop-In Replacement for NEC μ PD7210, NAT7210APD
- [4] National Instruments, "NAT7210 Reference Manual", 1995