2001년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2001.7.18-20

USB 인터페이스를 갖는 산업용 IO제어기의 개발

이 종 운*, 조 규 상**
동양대학교 *시스템제어공학부, **컴퓨터공학부

Development of an Industrial IO Controller with USB Interface

Jong Woon Lee*, GyuSang Cho**
*School of System Control Eng., **School of Computer Eng. Dongyang University

Abstract - 스위치입력, AC, Relay, TR출력 등을 필요로 하는 반도체 장비 등의 산업용기계에는 PLC나 PC IO card를 많이 이용하고 있으나 이런 장치들은 각기 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는 이런 장치들의 단점을 극복하면서, 장치의 주제어기로 많이 활용되며, PC에 통합되어 사용될 수 있으며 배선의 길이를 크게 줄일 수 있는 USB 포트를 이용한 산업용 IO제어기의 개발내역과 실험결과를 제시한다. 본 논문에서 개발한 제어기는 사용이 편리하면서, 가격 경쟁력이 있고 배선 절감효과가 크다.

1. 서 론

최근 스위치 입력, AC입력이나 릴레이 출력, TR출력 등의 디지털 IO(Input/Output)를 필요로 하는 반도체 장비 등 많은 정밀기계, 산업용기계들의 PC를 주제어기로 사용하고 있으나, IO를 처리하기 위하여 주로 PLC(Programmable Logic Controller)를 이용하여 처리하거나, PC의 IO Card(ISA or PCI bus)를 이용하여 처리하고 있지만 각기 단점을 가지고 있다. PLC의 경우는 1)기기를 별도로 구입하는 비용, 2)Ladder Diagram 등의 다른 운영시스템이 필요, 3)설치공간의 문제, 4)PC와의 통신상의 어려움, 5)길고, 많은 케이블링 등의 단점이 있다. PC IO카드의 경우는 PLC의 1)~4)경우의 단점을 극복하면서 많이 활용되고 있지만 4)의 단점이 좁은 PC slot과 겹쳐 가중되는 문제 및 터미날보드의 설치필요성, 신호분리의 어려움 등의 단점을 가지고 있다.

이에 따라 이런 단점들을 극복하는, 즉 PC와 통신이용이하며, 통합 운영이 가능하고, 케이블링의 문제점을 개선할 수 있고, PC에 표준 장착되고 비용이 저렴한 산업용 USB(Universal Serial Bus)[1-3] IO제어기를 개발할 필요성이 있다.

2. 본 론

2.1 시스템의 개요

최근, PC 주변기기와의 통신방식으로 활용이 늘고 있는 USB는 산업용 장비, 기계의 입출력의 제어기로의 활용도가 매우 높아졌다. 본 연구에서 제작한 시스템은 PC 호스트용 소프트웨어(드라이버 프로그램, Library 프로그램)를 제작할 때 카운터, 타이머 등을 포함한 복잡한 기능을 빼고 입출력만 담당하는 소형/소기능 PLC (Programmable Logic Controller)와 같은 형태로 구성하였다. 이 경우 시스템에서 반드시 필요한 기능만을 간결하게 구성하므로 시스템의 간결성이 좋아진다. 이런 간결한 시스템으로 구성한 후에 추가적인 사양이 필요한 경우에 Counter, Timer, A/D, D/A등의 기능 요소별 모듈을 추가로 개발하거나 개별적으로 입출력하지만 기기들 간에는 Host를 통하여 통신하는 PLC와 유사한 기능을 하도록 확대 개발하는 것이 가능하다.

기본시스템 : 입력8점, 출력 8점의 IO제어기 + USB 통신 + 확장모듈 연결코넥터(입력16점, 출력 16점의 IO제어기도 개발).
확장팩 : 입력16점, 출력 16점, NPN형 모듈 등 20여종

USB(Universal Serial Bus)의 특징은 아래와 같다.
- 쉽게 사용할 수 있는 플러그 앤 플레이 기능
- 광범위한 호환성
- 다양한 주변기기 지원.
- 이상적인 애플리케이션의 통합
- 두 가지의 데이터 처리속도(1.5Mbps/12Mbps)
- 허브를 이용한 5단 계층구조(127 node까지) 및 자동구성 지원
- 기기간 거리 5m로 제한(허브 연결시 최대 25m)

USB와 일반적으로 많이 사용되는 다른 통신방식과의 비교는 다음과 같다.

통신방식	속도 (Mbps)	최대거리 (m)	주 용도
RS-232	0.3	1000	단말기
IEEE1394	400	5	고속주변기기
USB1.1	12	5	저.중속외장주변기
USB2.0	480	5	고속주변기기
LAN	10/100	100	인터넷
DeviceNet	0.5	500	산업용

2.2 시스템 운영도

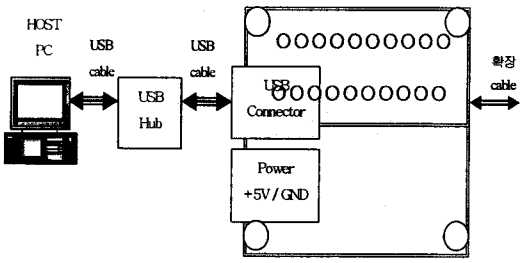

그림 2-1 시스템의 운영도

그림 2-1은 USB방식을 이용하는 제어기의 운영도를 나타낸 것이다. 이것은 PC에 USB케이블로 USB 허브와 연결하고, 허브에서 각 제어기들을 USB케이블로 연결하며, 원하는 스위치 입력이나, TR출력 등을 제어기에 연결하여 사용하는 방식이다. 응용 프로그램에서는 운영체제 시스템과의 통신을 위해 설치된 드라이버 프로그램을 사용하여 시스템과 응용 프로그램간의 통신을 하게 되고, 라이브러리로 제공된 기능들을 사용하여 초기

화 작업, 드라이버와의 통신, 명령 코드의 송수신등의 기능을 사용하게 된다.

2.3 소프트웨어

각 부분에 사용되는 소프트웨어의 기본 기능은 아래와 같다.

디바이스 부분:
- ID 인식/설정
- 기본적인 USB통신 Protocol handling
- 통신 수신ID가 다르면, toss(pass)
- 통신 수신ID가 자기자신이면 받아서 처리(1단계)
- If input function, read the port(inputs) and send the data and ACK to Host
- If output function, write to the port.

호스트 부분:
- USB driver for Win98, WinNT/2000
- Library using the driver
- PC용 sample program using the above library for Win98, WinNT/2000 using VC++ 6.0
- 기본적인 USB통신 Protocol handling

제어기용 S/W의 흐름도는 아래와 같다.

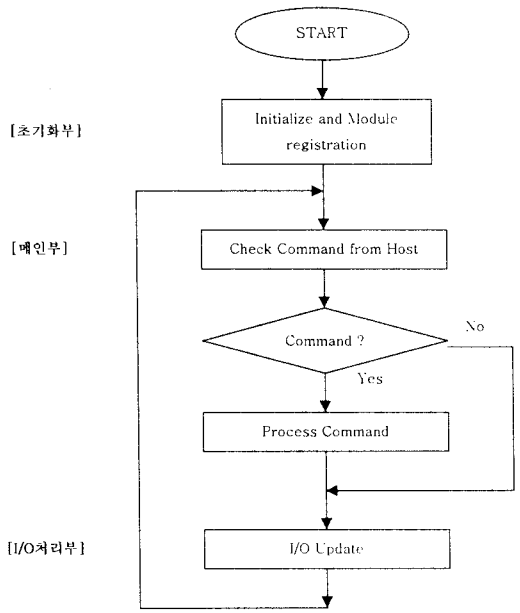

그림 2-2 제어기 S/W 블록다이아그램

2.4 하드웨어

그림 2-3은 본 논문의 시스템을 설계한 제어기의 하드웨어 구조를 나타낸 것이다. USB Engine, 내부RAM, IO port를 갖는 마이크로콘트롤러 Cypress CY7C64613을 사용하였다. 이것을 사용하므로써 칩수를 줄일 수 있었으며 비용을 줄이는 효과를 얻었다. 확장모듈을 위한 시리얼 데이터 변환은 소프트웨어로 처리하여 비용절감을 꾀하였다. 입력은 사용편이를 위하여 극성에 관계없이 동작하도록 설계하였고, 내노이즈성 향상을 위하여 필터를 추가하였다.

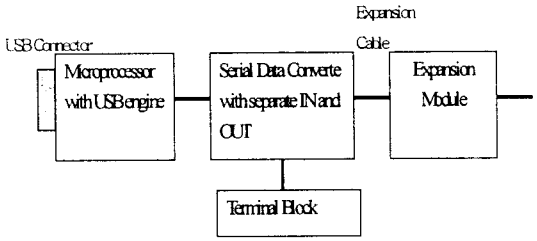

그림 2-3 제어기 하드웨어의 블록다이어그램

출력은 기본적으로 npn 타입의 OPEN Collector형으로 하고 npn형이 필요시 확장모듈에서 찾아 사용하는 것을 전제로 한다. 사용자 요구에 따라 기본형에 추가하는 것도 검토중이다.

2.5 실험결과

시스템의 설계 사양으로 정해진 것과 제작된 하드웨어로 구현된 것과 실험을 수행한 결과가 잘 부합하였다. IO 데이터의 업데이트 주기는 1ms부터 10ms까지 1ms단위로 설정하는 것이 가능하다. 그림 2-4에는 Cypress 사에서 제공된 유틸리티 프로그램을 사용하여 하드웨어에 사용되는 소프트웨어를 검증하는 실험의 장면을 나타낸 것이다.
설계된 하드웨어에서 소요되는 전력은 기본 제어기에서 0.5W(5V,100mA)를 소모하므로 외부 전원 없이 작동하는 것이 가능하다. 단 확장모듈을 연결하는 경우는 모듈 당 약 0.35W(5V,70mA)씩 소요되기 때문에 외부 전원의 연결이 필요하다.

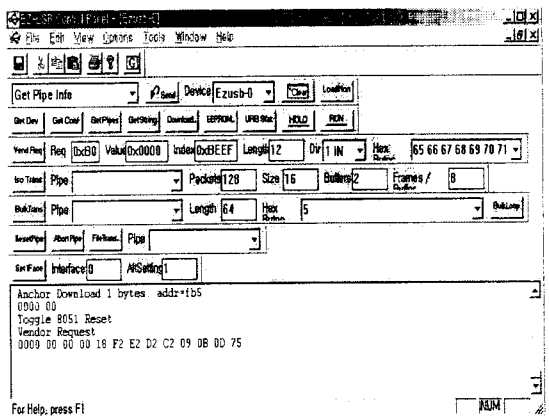

그림 2-4 유틸리티 프로그램을 이용한 설계된 시스템의 I/O 운영 시험

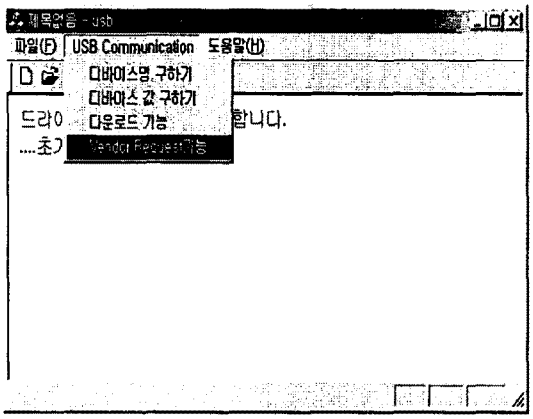

그림 2-5 샘플프로그램을 이용한 IO운영시험

그림 2-5는 Windows95/98/ME에서 사용하기 위해 작성된 USB 드라이브 프로그램을 사용하기 위해서 작성된 어플리케이션용 라이브러리 중에서 기능 중의 일부만을 사용하여 작성한 샘플 프로그램의 예를 나타낸 것이다.

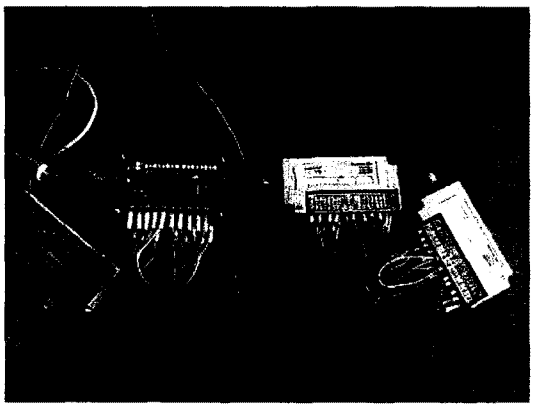

그림 2-6 전체 연결 시험

그림 2-6은 설계된 하드웨어들을 컴퓨터에 USB 케이블로 연결된 허브와 허브에서 제어기로 연결된 시스템을 나타낸 것이며, 샘플 테스트 출력을 입력에 연결하여 시험하고 있는 것을 나타낸 것이다.

3. 결 론

본 논문에서는 산업용기계, 정밀조립기계, 검사기계 등에 사용 가능한 USB인터페이스를 갖는 제어기 설계 및 구현한 결과를 제시하였다. 제어기용 소프트웨어는 Keil 컴파일러를 사용하여 C 언어로 작성되었고, PC용 소프트웨어는 제공된 샘플 드라이버 프로그램을 변경하여 사용하였다. VC++ 6에서 사용가능한 일반 사용자용 라이브러리가 작성되었고, 이것을 이용한 샘플 프로그램 및 유틸리티로 구분하여 구현되었다.

이 과제를 통하여 확보된 기술은 많은 곳에 활용될 수 있으며, 1축 모터제어기 개발계획이 구체화 되고 있다. 또 비슷한 내용을 개발하는 업체[6]가 나오고 있으나 개발된 제품이 입출력 점수가 두배로 많고(확장포함 64점, 경쟁사32점), 칩수가 더 적게 구현되는 등의 장점이 있다.

개발된 시스템의 특징은 다음과 같다.

- 개방형 표준 PC Network인 USB 채용
  - 이기종간의 통신을 위해 특별한 추가 부담 없이 사용이 가능.
  - 전용 고기능 IC를 이용한 회로 구성으로 제품의 신뢰성이 보장.
- 실시간 제어 가능.
  - Window98, 2000 기반의 MFC Library를 이용, 어떠한 상위 S/W에서도 손쉽게 적용 가능.
- 초소형 크기
  - 63mm * 103mm * 28mm의 초소형 제품으로 사용자가 원하는 곳에 설치가능.
- 다양한 모듈
  - 최대 64점까지 유연한 확장이 가능.
  - 다양한 확장모듈 응용 가능.
  - 하나(4선)의 케이블로 통신시스템 구성이 가능하므로 성(省)배선 적용이 용이.
- 적용처
  - 반도체 장비, Conveyer 자동화, Food system 자동화, 수처리 등의 분산처리 및 고속 제어 응용.

[참 고 문 헌]

1. "Universal Serial Bus System Architecture" , Don Anderson, Mindshare, Inc., 1997, Addison Wesley
2. John Hyde, "USB Design by Example - A Practical Guide to Building I/O Devices" , 1999, John Wiely & Sons
3. Jan Axelson, "USB Complete" , 1999, Lakeview Research
4. Chris Cant(사공석진, 박규환, 정은주 역), "Writing Windows WDM Device Drivers" , 2001, 에이콘출판사
5. EZ-USB FX Technical Reference Manual Ver 1.1 by Cypress Semiconductor Corporation
6. 권오상, "차세대 인터페이스 기술 USB : USB DIGITAL I/O 보드 제작" , 월간 전자산업기술정보, pp114-119, 2000년 12월호
7. "Programming the Microsoft Windows Driver Model ",Walter Onely, 1999, MicroSoft Press.