

USB 인터페이스를 이용한 데이터 전송프로그램 개발

전 세 일[†] · 이 두 복^{††}

요 약

최근의 컴퓨터 및 통신 기술의 발전은 통신망을 이용한 자동화 시스템의 보급을 급속하게 변화시켜 왔으며 수십 년간 사용이 되어온 시리얼 통신의 대체를 목적으로 USB (Universal Serial Bus)라는 새로운 통신 인터페이스가 개발되어 범용화를 눈앞에 앞두고 있다. 본 논문에서는 USB 인터페이스를 이용한 필드 장비의 고속 데이터 전송 시스템을 설계하고 그 환경을 시뮬레이션하기 위한 통신 어플리케이션을 제작하였다. 이는 USB라는 새로운 인터페이스를 기반으로 하여 기존 필드 장비에 적절히 대응하며 추가된 기능들을 효율적으로 이용하는데 목적이 있다. 본 논문에서 구현하고자 하는 하드웨어 시뮬레이션을 위해 설계된 'Winsock 연동 USB 터미널'은 USB로 연결된 필드 장비를 제어하는데 적절한 방법을 제시함과 동시에 TCP/IP를 통한 Telnet 연결을 지원함으로써 원격지에서 필드장비를 제어할 수 있는 길을 열어 두었다. 이로써 사용자의 직접입력을 통한 제어와 USB의 패킷 전송을 이용하여 여러 센서와 복수 필드장비의 정확한 동작을 보증할 수 있다. 본 연구 결과, 위의 통신 어플리케이션을 통하여 구현 운영이 된 시스템이 기존의 필드 장비에서도 원활하게 동작함이 확인되었다. 또한 하드웨어 운용을 통한 실험 결과, USB의 충분한 대역폭은 기존의 시리얼 시스템에 비하여 고속과 고기능을 갖고 있으며 시스템 점유율도 낮추는 성과를 얻었다.

Development of Data Transfer Program Using USB Interface

Se-Il Jun[†] · Doo-Bok Lee^{††}

ABSTRACT

The development of recent computer and communication technology has changed Automation System using communication network, and the new USB substituted with Serial Communication is already developed and now popular. In this paper, High speed data transfer system design using USB interface and communication application simulated for the situation is introduced. Base on USB, we can use additive function efficiently coped with former field device. The 'Winsock Connection USB Terminal,' designed for hardware simulation, control the filed device connected by USB, and provide the way for remote control of field device by Telnet connection through TCP/IP. That theorem can guarantee controlling direct input data of user, and accurate function of filed device using USB Packet Transmission. As a result of my research, this communication application system identified good operations of field device with those of former filed device. Another result of the experiment of hardware operation, we obtained accomplishment that the sufficient bandwidth guarantee of USB has high speed and high performance, and reduce the occupancy of system.

1. 서 론

오늘날 컴퓨터로 통합된 자동화 시스템에 있어서 여

러 가지 자동화 장비들을 이용하고 서로 원활하고 유기적인 데이터 연결을 위하여 컴퓨터 및 통신 기술의 급속한 발전은 기존에 사용되어 왔던 저속 인터페이스 (RS-232C, 패러럴, 키보드 인터페이스)의 대체를 요구 하고 있다[1, 12]. 이를 해결하기 위하여 새로운 시리얼

[†] 준 회 원 : 홍익대학교 대학원 전자전산공학과

^{††} 정 회 원 : 홍익대학교 전·전·컴공학부 교수

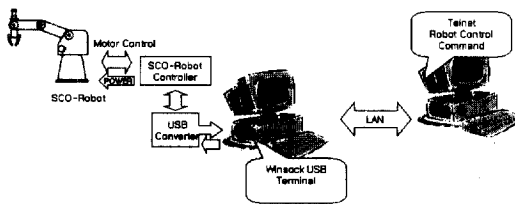
논문접수 : 2000년 1월 3일, 심사완료 : 2000년 4월 20일

버스인 USB (Universal Serial Bus)가 주목을 받고 있으며, 윈도우 98 시대의 표준 인터페이스로 기대되는 USB는 위의 저속 인터페이스의 대체를 목적으로 하고 있다[1, 3].

2. 하드웨어 구성

본 논문은 차세대 고속 시리얼 버스인 USB를 이용하여 기존의 저속 인터페이스에 연결되어 사용된 필드 장비와의 고속 데이터 전송과 원격지 데이터 전송을 위한 어플리케이션을 설계 제작하는 데 목적이 있다.

본 연구에서는 실험을 위해서 홍익대학교 컴퓨터용 실험실에 설치된 자동물류시스템의 SCO-Robot과 해당 제어기를 실험 대상으로 사용하였다.



(그림 1) 실험 장비의 블록 다이어그램

(그림 1)은 하드웨어 실험 장비의 데이터 흐름을 나타낸 것으로서 Winsock USB 터미널은 USB 포트를 통해 SCO-Robot 제어기에 데이터를 전송한다. 또한, LAN망을 통한 원격지 필드장비의 제어시에는 TCP/IP 연결을 통하여 해당장비에 데이터를 전송하도록 구성하였다. 본 어플리케이션은 특별한 설치과정은 거치지 않으며, 사용 환경은 Microsoft Windows 98 이상의 버전에 하드웨어적으로 USB를 연결하여 사용할 수 있는 상태면 충분하다. 초기 동작은 USB Port를 검색하여 본 어플리케이션이 사용 가능한 환경인지를 검사하고 조건에 맞다면, Winsock과 키보드로의 Data 입력 통로를 열어 놓고 자료의 수신을 기다린다.

3. 고속 인터페이스 데이터 전송프로그램 설계

최근 컴퓨터 하드웨어 시스템의 급속한 발달은 기존 주변기기에 사용된 직렬과 병렬 인터페이스의 대체를 요구하고 있다. 여러 가지 차세대 고속 인터페이스 대

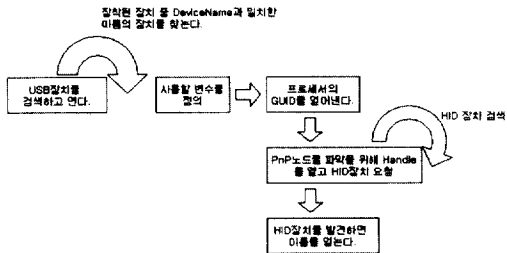
안 중 주목되는 것은 IEEE-1394와 USB이다. IEEE-1394는 컴퓨터와 가전기가 결합된 차세대 가정 자동화를 위한 통신 기술로서 멀티미디어 데이터 전송에 유용한 대역폭 예약(Bandwidth Reservation)을 기초로 한 고속의 등시성(Isochronous) 전송 모드와 확실한 명령 전달에 유용한 비동기(Asynchronous) 전송 모드를 지원하고 있다. 전송 속도는 100Mbps에서 시작하여 현재 400Mbps까지 개발된 상태이고, 앞으로 Gbps급의 전송 기술과 다수의 버스 연결을 위한 브릿지가 개발될 예정이다. IEEE-1394는 최근에 소개된 전송 기술이기 때문에 아직 많은 어플리케이션이 개발되어 있지 않으며, 현재는 주로 컴퓨터와 비디오 카메라가 연결된 영상 편집 어플리케이션에 국한되어 사용되고 있다. USB는 비교적 중·저속과 범용성을 목표로 1996년 그 규격이 공개되었다. 그 이후 USB는 PC의 표준 인터페이스로서 모든 주변기기들의 저비용, 고효율을 목적으로 발전되었으며, 현재 S/W와 H/W적으로 완벽한 지원이 이루어지고 있다. 최대 12Mbps의 전송속도가 가능하며, 핫플래깅과 플러그 앤 플레이가 용이하다. 또한 최대 127개의 트리형태 접속이 가능하며, 자체전원을 공급할 수 있는 장점이 있다. 본 논문은 차세대 고속 인터페이스로 주목받고 있는 IEEE-1394와 USB중에 현재 널리 보급되어진 USB를 이용하였으며, 기존 인터페이스를 대체할 수 있는 데이터 전송 프로그램을 설계하고자 한다.

USB를 하드웨어적으로 원활히 제어하기 위해서는 Windows OSR 2.1과 Windows98 이상의 OS가 요구되며, 본 논문의 프로그램 제작과 실행도 위의 버전에서 수행되었다. USB의 하드웨어적 지원이 OSR 2.1 버전에서부터 시작되었지만 가급적 완전한 지원을 제공하는 Windows98 이상 버전에서의 실행을 권장하고 있다 [12]. 네트워크 서버 OS인 NT4.0 버전에서는 USB에 대한 지원이 마련되어 있지 않으며 차기 윈도우 서버/클라이언트인 Windows 2000은 USB의 지원을 약속하고 있다[2]. 본 논문의 USB 고속 데이터 전송 프로그램 설계를 위하여 아래와 같은 사항을 고려하였으며, 그 조건을 만족하도록 MS-Visual C++ 6.0으로 프로그래밍을 하였다.

- 필드장비가 접속된 클라이언트 USB Port와의 데이터 송·수신
- 원격지에서 위의 실험장비로 Telnet 접속 기능
- 입력된 데이터를 송·수신 할 수 있는 Winsock 통신 터미널

3.1 USB 터미널 프로그래밍

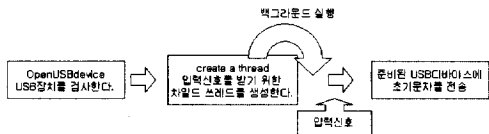
본 프로그램은 Window98 DDK(Device Drive Kit)를 이용하여 설계되었으며, USB의 WDM (Windows Driver Model)에 의한 디바이스 드라이버를 이용하여 USB 포트로 해당 데이터를 송·수신 할 수 있는 구조로 되어 있다. 이는 어떠한 시스템에서나 USB 포트를 가지고 있는 PC에서는 범용으로 사용할 수 있다[9]. 아래의 그림들은 VxD와 WDM을 이용한 USB 제어 어플리케이션의 중요 부분이며, 블록 다이어그램을 통하여 나타내었다. (그림 2)는 USB 포트의 검색과정을 보여준다.



(그림 2) USB 포트 검색 블록 다이어그램

이것은 Windows98 프로그래밍에서 지원하는 DDK를 참고로 프로그래밍 한 것이며, USB 포트를 검색하여 제어할 시리얼 통신을 지원하는 필드 장비를 찾아내는 과정을 보인 것이다.

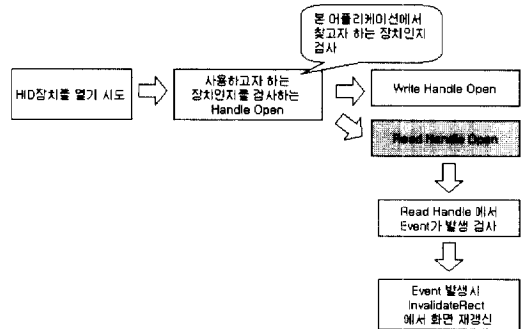
(그림 3)은 검색된 USB 장비에 차일드 쓰레드(Child Thread)를 할당하고, 찾고자 하는 HID(Human Interface Device)가 검색되면 본격적으로 통신하기 위해서 준비된 문자열을 전송하고 그 결과를 수신하는 블록 다이어그램이다.



(그림 3) 장비 검사 후 문자열 전송 블록다이어그램

(그림 4)와 (그림 5)는 읽기 핸들과 쓰기 핸들을 발생시킨 후 핸들을 통한 자료의 교환 과정을 나타낸 것

이다. USB 하드웨어 제어는 USB의 특성상 WDM에 의한 디바이스 드라이버를 통하여 자료 교환을 하고 OS상에서 이를 감시하기 때문에 아래와 같은 알고리즘을 통해서만 자료 교환이 가능하다.



(그림 4) 읽기와 쓰기 핸들 발생과 처리

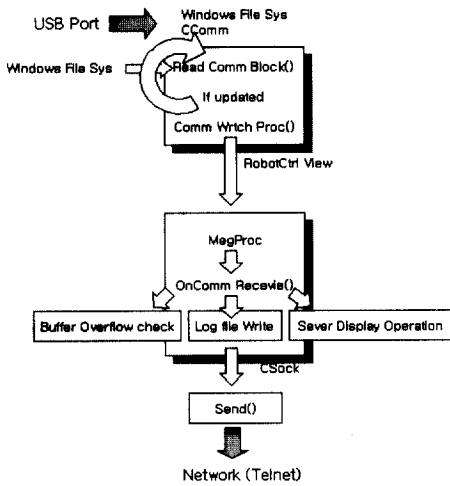


(그림 5) 키 입력에 대한 데이터 전송과 화면 디스플레이

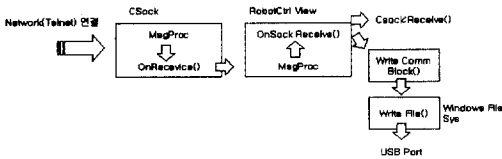
이와 같이 설계한 주요 알고리즘을 바탕으로 하여 제작한 프로그램을 'USB 터미널'이라고 명칭을 붙인다. 이는 USB의 HID 드라이버를 통하여 Windows의 COMx 디바이스로 송·수신하는 구조로서, 키보드 입력 값을 읽기 핸들에 저장한 다음 데이터를 송신하며, USB Port에서 수신하는 데이터를 쓰기 핸들 버퍼에 저장하였다가 디스플레이 하는 구조로 고안한 것이다.

3.2 Winsock 터미널 프로그래밍

(그림 6)과 (그림 7)은 Telnet을 통한 USB 포트로의 데이터 입력과 출력 블록 다이어그램이다. 이는 원격지에서 Telnet의 IP 연결을 통한 키보드 입력 데이터를 필드 장비가 연결된 해당 USB 포트로 전송하여 준다. 이는 원격지에서 필드 장비 제어를 가능하게 해주며 USB의 여러 기능과 결합된다면 고속, 고성능, 저가격의 필드 장비 제어가 가능할 것이다.



(그림 6) USB 포트에서 원격지로의 전송 블록도



(그림 7) 원격지에서 USB 포트로의 전송 블록도

4. 시뮬레이션 및 결과 고찰

본 연구에서 개발된 프로그램은 OS상에서 실행되면 Winsock을 통하여 입력 값을 받아들일 수 있도록 설정되었다. 이는 원격지에서 필드장비 접속 제어를 목적으로 하고 있으며 원격지 단말기는 해당 필드장비와 연결된 컴퓨터로 Telnet 접속이 된다. 인터넷과 연결된 컴퓨터의 IP 주소를 알면 언제든지 접속과 해지가 가능하다.

(그림 8)은 위의 알고리즘을 기반으로 컴파일된 USB 터미널의 실행화면으로서 처음 실험 문자열 데이터 전송을 통해서 통신이 가능한가를 살피는 과정이다.

(그림 9)와 (그림 10)은 LAN상의 원격지에서 Telnet 접속을 통해 데이터를 송수신 하는 과정을 나타낸 것이다. 해당 어플리케이션은 Winsock을 통하여 입력되는 데이터를 언제든지 받아들일 수 있도록 고려되었으며 이는 Telnet기능을 포함하는 어떠한 통신 프로그램을 사용하더라도 정상적인 동작이 가능하도록 설계하였다.

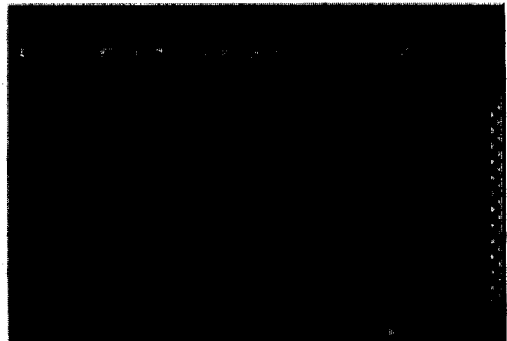
```

SYSTEM READY !
>dir

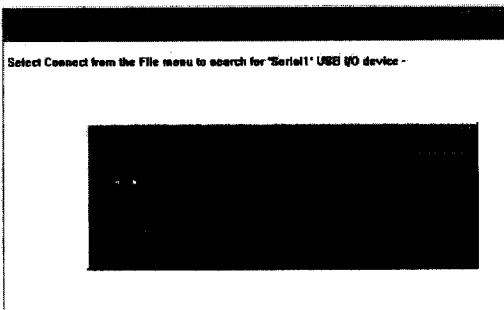
```

name	utility	identity	priority
HOME	1	1	5
HOME1	1	2	5
HOME2	1	3	5
OPEN	1	4	5
CLOSE	1	5	5
HOME3	1	6	5
SEMS	1	7	5
NET	1	8	5
MULTI	1	9	5
DEMO	1	10	5
IO	1	11	5
IO1	1	12	5
TWOIO	1	13	5
INDST	1	14	5
PICP	1	15	5
KIEXP	1	16	5

(그림 9) USB 터미널 동작화면



(그림 10) Telnet 접속 화면

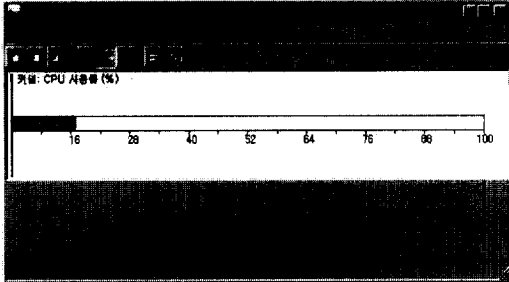


(그림 8) USB 터미널의 실행화면

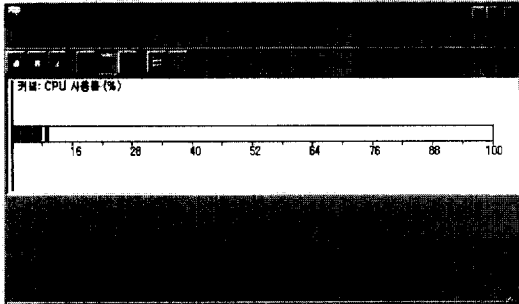
본 실험은 USB 인터페이스를 사용함으로써 얻어지는 장점을 이용하여 생산성이 높은 필드장비 시스템 구성에 목적을 두고 설계되었고, 필드장비를 제어하면서 발생할 수 있는 환경 등을 적용하여 이에 따른 시스템의 안정성을 테스트하였다.

(그림 11)은 기존 RS-232C 환경에서 필드장비 제어시에 CPU 점유율을 측정된 자료이며, (그림 12)는 본 논문에서 구현 하고자 하는 USB 환경에서의 CPU 점

유율을 측정한 자료이다.



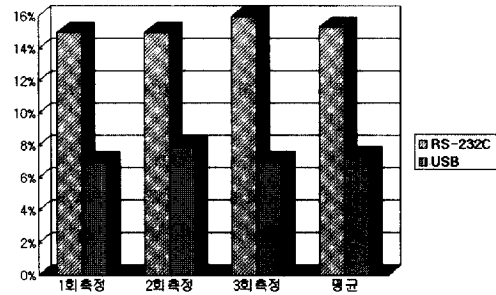
(그림 11) 기존 RS-232C 환경에서 CPU 점유율



(그림 12) USB 환경에서 CPU 점유율

본 실험에서는 OS에서 제공하는 시스템 도구와 시스템 모니터를 통하여 CPU 점유율을 측정하였으며, 이 하드웨어를 구성하는 PC는 동일한 시스템에서 인터페이스만 바뀌어 측정하였다. 그리고 시스템을 사용 상태로 만들기 위하여 간단한 루프 배치파일을 만들어 필드장비에 OPEN과 CLOSE 명령을 100회 반복 수행하였다. 그리고 화면 이미지를 잡는 과정에서 CPU 사용률이 높아지는 것을 막기 위하여 CPU 체크 값은 5sec 전 상태를 나타내도록 세팅하였으며, 5sec 전의 CPU 점유율 변화를 화면 캡처하여 이미지화 하였다. 본 실험은 환경과 설정 방법에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있으며, 해당 시스템에서의 상대 비교만 확인할 수 있다.

(그림 13)은 위의 조건에서 3회 측정된 자료를 RS-232C와 USB 인터페이스 사용시 CPU 점유율 결과를 비교하여 나타낸 것이다.



(그림 13) USB와 RS-232C의 시스템 점유율

위 실험결과, 기존 시리얼 버스에서는 불가능한 패킷전송을 USB에서는 가능한 장점을 이용하여 여러 전송모드를 데이터의 종류에 맞게 전송함으로써 시스템 자원을 효율적으로 이용할 수 있음을 보여주었다.

5. 결 론

본 논문에서는 USB 인터페이스를 이용한 필드장비의 고속 데이터 전송 시스템 설계와 그 인터페이스 환경을 활용할 수 있는 응용프로그램을 설계하였다. 이는 기존의 필드장비들과의 연결을 위해 직렬 버스인 RS-232C와 고속, 대용량 데이터 전송용 GP-IB의 사용이 본 연구에서 제작된 'USB 터미널'로 대체가 가능함을 제시하였다. 그리고 이를 바탕으로 USB와 필드장비간의 연결된 하드웨어 시스템을 구축하고, 실험을 통하여 USB의 장점을 활용한 여러가지 결과를 얻을 수 있었다. 그리고 TCP/IP를 통한 원격지에서 필드장비의 데이터 송·수신 시스템을 구현하였다.

본 연구에서 구현된 환경은 RS-232C 컨버터를 통하여 USB에 기존 장비의 연결을 시도하였다. 필드장비와 PC의 1대1 연결만 가능한 기존 RS-232C를 USB로 대체함으로써 복수개의 필드 장비를 제어 가능하도록 하였다. 그리고 GP-IB 용 계측장비의 제어도 USB로 대체 가능함을 제시하였다.

다만 정확한 시스템의 성능 평가를 위해서는 필드장비 제조사에서 해당 장비에 적합한 USB 디바이스 칩이 내장된 기기로 측정되어야 한다. 또한 다수의 필드장비와 주변기기가 연결되어 있을 때, 버퍼 제어기법과 전송지연을 최소화하며, 에러발생으로 불필요한 재전송을 막기 위한 최적화 알고리즘 개발에 관한 연구가 수반되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] Hillsboro, Universal Serial Bus Specification, Rev. 1.0, OR : USB IF, 1996.

[2] M.Eisenring and J. Teich. Domain-specific interface generation from dataflow specifications. In Proceedings of the 6th Codes/CASHE, pp.43-47, 1998.

[3] Anderson, don, USB System Architecture, Reading, MA : Addison-Wesley, 1996.

[4] P. V. Knudsen and J. Madsen, Communication Estimation for Hardware/Software Codesign, In Proceedings of the 6th Codes/CASHE, 1998.

[5] J. Garney, An analysis of Throughput Characteristics of Universal Serial Bus, Media and Interconnect Technology, Intel Arch. Labs

[6] PCI Special Interest Group, PCI Local Bus Specification, June 1995.

[7] J. Madsen and B.Hald, An Approach to Interface Synthesis, In Proceedings of the 8th ISSS, pp 16-21, 1995.

[8] Programming Microsoft Windows CE, Douglas Boling, Microsoft Press, 1998.

[9] Joe Campbeel, C 프로그래머를 위한 시리얼 커뮤니케이션, 이양옥편, 가남사, 1991.

[10] Charles A Mirho and Andre Terrisse, 윈도우 95를 위한 통신 프로그래밍, 이한기역, 영진 출판사, 1997.

[11] S. Narayan and D. D. Gajski, Protocol Generation for Communication Channels, In Proceedings of the 31th DAC, pp.547-548, 1994.

[12] <http://www.usb.org/developers/index.html> USB Implementer's Forum Home Page, the main source of information about USB, including the actual specification and pointers to USB products, controllers

[13] <http://www.intel.com/design/litcentr/index.htm> Garney, John, "An Analysis of Throughput Characteristics of Universal Serial Bus," Media and Interconnect Technology, Intel Architecture Labs.

[14] <http://www.usb-by.example.com>



전 세 일

e-mail : jun31@hanmail.net

1998년 홍익대학교 전자전산공학과 졸업(공학사)

2000년 홍익대학교 대학원 전자전산공학과(공학석사)

관심분야 : 고속통신망, LAN, 컴퓨터 시스템 등



이 두 복

e-mail : doobok@wow.hongik.ac.kr

1971년 연세대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1975년 연세대학교 대학원 (공학석사)

1986년 연세대학교 대학원 (공학박사)

1975년~1989년 홍익공업전문대학 전자공학과 교수
1989년~현재 홍익대학교 전·전·컴공학부 교수
관심분야 : 컴퓨터시스템, 마이크로프로세서응용 등