

IEEE 1284 동작 모드를 사용하는 웹 기반 병렬 I/O 제어 장치의 설계

장호성^{1*}

¹홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

Design of Web Based Parallel I/O Control System Using IEEE 1284 Operating Modes

Ho-Sung Chang^{1*}

¹Dept. of Computer & Information Communication Engineering, Hongik University

요 약 본 논문에서는 IEEE 1284 동작 모드를 사용하는 병렬 I/O 제어 시스템을 제안하고 인터넷 환경하에서 원격 제어 통신을 실현하였다. IEEE 1284 표준은 다수의 특정한 동작 모드와 호환성이 있는 인터페이스를 정의하며 PC의 병렬 포트에 대해 보다 개선된 성능을 제공한다. 병렬 포트 장치는 Device/ID 식별 절차를 갖는 병렬 포트에 대해 PnP 기능을 제공하게 되는 새로운 운영체제 때문에 시스템 구성과 인터페이스 절차가 간단하게 된다. 이러한 성능 증대로 병렬 I/O 포트는 더욱 저가격, 실용이 간편한 I/O 포트로서 가능하게 된다.

Abstract In this paper, we designed a parallel I/O control system using IEEE 1284 operating modes and implemented remote control communication under the internet environment. The IEEE 1284 standard defines an interface compatible with several distinct operation modes and brings higher performance to the PC parallel port. Therefore, parallel port devices become easier to configure and simplify interface because new operating systems bring PnP function to the parallel port with the Device/ID identification sequence. With these enhancements, the parallel port become an even better low-cost, readily available I/O port on the PC.

Key Words : Linux, Apache, Parallel Port, Local I/O, Remote I/O, CGI

1. 서론

인터넷의 기술개발과 발전 및 보급 확산으로 모든 전자기기를 TCP/IP로 네트워킹하고 원격지에서 네트워크를 경유하여 통합 관리하는 유비쿼터스 시대를 실현하고 있다[1,2].

이는 고속화를 추구하는 xDSL, FTTH 서비스 등에 의한 브로드밴드의 보급이 가장 큰 영향을 주었고 인터넷 라디오, 인터넷 TV와 같은 스트리밍에 의한 영상, 음성 방송서비스 및 각종 가전제품의 인터넷 대응기술 실현으로 가속화되었다고 평가된다.

이러한 기술 변천으로 최근 원격 제어기술은 인터넷 활용이 일반화되었고 I/O 처리는 스위치 조작이나 릴레이

구동 등과 같은 단순 제어로부터 웹 기반의 고기능 복합 제어로 진화하고 있으며 비트 단위의 직렬 제어로부터 바이트 단위의 병렬 제어로 전환되는 경향을 보인다[3,4].

이와 같은 관점에서 본 연구에서는 선행 연구한 직렬 제어 기술을 발전시켜 병렬 데이터 구조를 갖는 다수의 기기장치를 직접 제어하는 인터랙티브 병렬 제어 시스템을 구축한다[5,6].

이를 위해 USB 포트, ISA 버스 및 프린터 인터페이스의 특성을 비교 평가하고 병렬 제어를 위한 최적의 조건과 방식을 도출하여 이를 하드웨어로 제작하였다. 그리고 이 하드웨어는 리눅스로 구축된 아파치 서버에 탑재되어 네트워크에서 제어 된다[7,8]. 실험에서는 IEEE 1284 표준의 동작 모드를 적용하여 수행하였으며 프린터 인터페

본 논문은 2007년도 홍익대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

*교신저자 : 장호성(hosung@hongik.ac.kr)

접수일 2010년 01월 26일 수정일 10년 03월 11일 게재확정일 10년 03월 18일

이스의 실효성과 웹 브라우저 상에서의 제어 성능 및 전송 특성을 평가하였다.

2. I/O 포트 분석

PC 사양의 고성능화에 함께 정보전송의 고속화, 대용량 요구가 크게 증가되고 주변장치의 제어 방식이 지능화 됨에 따라 기존 전통적(legacy) 직병렬 포트의 활용이 회피되는 경향을 보인다. 그러나 기존의 직병렬 포트도 고속, 고성능을 추구하는 새로운 전송 방식과 표준 규격이 지속적으로 개발되고 있어 병렬 I/O 포트의 효율성이 증대되고 있다.

2.1 직렬 버스(Serial Bus)

최근 정보전송의 효율성과 고속성을 획기적으로 향상시킨 IEEE1394와 USB 표준이 개발되어 기존의 입출력 버스를 대체하며 응용 범위를 확장하고 있다. 이들 표준의 프로토콜은 여러대의 주변장치를 연결할 수 있고 양방향 통신과 PnP(plug and play) 기능을 지원하므로 핫스왑 또는 핫프러그가 가능한 특징이 있다.

2.1.1 IEEE1394 버스

기존 보조기억장치의 인터페이스로 널리 사용되는 EIDE는 저속이고 확장성이 제한되며 SCSI 방식은 확장성은 뛰어나지만 비교적 고가이고 프로토콜과 드라이버에 따라 장치의 특성에 차이가 생기는 단점이 있다.

IEEE 1394는 이러한 성능 제한과 방식의 단점을 보완한 새로운 표준 규격으로 모드에 따라 100Mbps, 200Mbps, 400Mbps의 전송속도를 지원한다. IEEE 1394는 모든 주변 기기마다 인터페이스 제어용 IC를 내장할 수 있기 때문에 USB보다 통신 성능이 우수한 특징이 있다. 이러한 특징은 하드디스크, 그래픽카드 같은 고속 주변장치는 물론, 고화질의 화상회의, 영상제작 등 인터랙티브가 빈번한 응용분야나 DV 규격이 주로 사용되는 캠코더 등 멀티미디어 응용 분야에서 매우 성공적으로 활용되고 있다.

한편, IEEE 1394는 여러개의 커넥터를 가진 디바이스로 설계되어 데이터 체인과 브리지의 형태로 구성된다. 주변장치는 하나의 브리지당 63개를 연결할 수 있고 기기를 자체 제어하기 때문에 호스트 제어가 따로 필요하지 않다.

2.1.2 USB(Universal Serial Bus)

저속 1.5Mbps, 중속 12Mbps, 고속 480Mbps, 초고속

5Gbps의 전송속도 지원을 목표로 개발된 USB는 호스트 제어기를 탑재하여 접속된다. 하나의 호스트 제어기는 트리 토폴로지로 최대 127개의 주변기기가 연결되어 데이터의 송수신 타이밍을 결정하는 등 모든 동작을 제어한다. CPU는 USB 버스를 직접 조작하는 것이 아니라 USB 제어기를 경유하여 접속된다.

USB는 고속이며 우수한 전송특성을 가지나 동작 개시에 걸리는 시간이 긴 결점이 있다. 통상 출력은 1ms, 입력은 3-5ms 이상 소요된다. 따라서 실시간 제어가 필요하거나 입출력이 빈번한 I/O 동작에서는 효율성이 문제가 된다.

2.2 병렬 포트(Parallel Port)

병렬 포트는 직렬버스와는 달리 CPU 버스에 직결되어 있어 직접제어 되므로 CPU의 입출력을 고려하더라도 반응속도는 수 μ s 이내이므로 직렬버스에 비해 응답이 빠른 장점이 있다.

윈도우 머신 대부분은 PC/AT 호환기이며 단지 하나의 병렬 포트를 제공하나 시스템 버스에 ISA/PCI 병렬 인터페이스 장치를 추가하여 포트나 비트의 수를 확장할 수 있다.

ISA 포트는 시스템 버스에 직접 확장 보드를 삽입하여 인터페이스를 구성하며 전용 프로세서 칩을 필요에 따라 복수개 사용할 수 있어 간단하고 다양한 I/O 포트를 구성할 수 있다.

2.2.1 SPP(Simple Parallel Port)

SPP는 1981년 발표된 IBM PC의 원조 통신 규격이며 전통적으로 단방향 통신 방식이고 전송 효율이 낮아 출력 속도가 매우 느린 단점이 있다. 또한 인터페이스를 위한 표준 규격이 없기 때문에 프린터의 상태 등을 확인 할 수 없는 등 기능이 제한된다.

그 후 병렬 포트에 대해 효율과 성능을 획기적으로 개선한 IEEE1284 표준 규격이 제정되어 프린터 이외의 고용량 데이터 전송이 필요한 하드 디스크는 물론 CD-ROM, 스캐너 및 외장 백업장치 등에 활발하게 응용되고 있다.

2.2.2 IEEE1284 표준

IEEE1284는 1994년 “PC의 양방향 병렬 주변장치 인터페이스를 위한 표준적인 신호 방식”을 정의한 표준이다. IEEE1284는 데이터 전송 방향을 단방향(simplex) 또는 양방향(half duplex)으로 선택 가능하며 5가지 동작 모드를 정의하고 있다. 각 모드는 원래의 병렬 포트에 비해 50~100배의 고속 통신과 개선된 인터페이스 성능을 제

공한다. 표 1에 IEEE1284의 동작 모드와 전송 특성을 비교해 보았다.

[표 1] IEEE1284 동작 모드

방향	동작 모드	전송속도	용도 및 비고
순방향	Compatible Mode	50~100 KB/s	병렬 프린터 접속 센트로닉스 또는 표준 모드
역방향	Nibble Mode:	85~100 KB/s	상태선을 사용하여 한번에 4비트의 데이터 전송. Hewlett Packard Bi-tronics
	Byte Mode	100~200 KB/s	"bi-directional" port.로 참조 한번에 8비트의 데이터 전송
양방향	ECP Mode	800KBs ~ 1.2MB/s	신세대 레이저 프린터와 이미지 스캐너 등에 사용
	EPP Mode	900KBs ~ 1.2MB/s	프린터를 제외한 저가격의 외부장치를 최대 7대 접속.

모든 병렬 포트는 데이터 전송에서 컴패티블 모드와 니블 또는 바이트 모드를 사용하여 양방향 링크를 실현할 수 있다. 그러나 이들 3가지 모드에서 니블 모드와 바이트 모드는 프로그램 I/O 기반 방식의 데이터 전송과 함께 단지 폴드 모드의 동작만 제공되므로 정보 전송은 오직 소프트웨어로만 실현된다.

따라서 이들 모드는 구성에 필요한 IRQ나 DMA 채널은 없다. 드라이버는 데이터를 쓰고 BUSY 등과 같은 핸드셰이크 선을 체크하며 STROBE와 같은 적절한 제어신호를 확보한 후 다음 바이트로 진행한다. 이와 같은 동작은 매우 소프트웨어 중심적이므로 유효 데이터 전송 속도를 50-200KB/s로 제한한다.

이와 함께 병렬 포트의 확장 사양으로 새로이 개발된 ECP/EPP 모드는 데이터 전송을 지원하기 위해 전용 제어기나 하드웨어를 사용한다.

이로 인해 ECP 모드는 최대 2MB/s로 향상된 고속 양방향 통신과 함께 DMA 모드를 사용하고 버퍼링을 하기 때문에 멀티태스킹 환경에서 뛰어난 성능을 제공한다.

또한 ECP 모드는 RLE 방식의 통신 데이터 압축 기능도 갖추고 있어 주로 이미지 스캐너나 프린터 등에 사용되도록 개발된 모드이다.

한편 EPP 모드에서는 간단한 OUT 명령에 의해 주변장치로 데이터 한 바이트가 전송된다. I/O 제어기는 모든 핸드셰이킹을 관장하고 주변장치에 데이터를 전송한다.

2.3 웹 브라우저

홈 네트워크의 증가로 임의의 원격장소에서 운전제어나 모니터링의 요구가 높아지고 있으며 제어결과의 확인을 위한 네트워크의 신뢰성 확보가 커다란 이슈가 되고 있다. 이들 네트워크는 LAN, 전화회선, 인터페이스의 어느 것이라도 관계없으나 TCP/IP 프로토콜의 인터넷이 널리 사용한다.

인터넷에서 웹 브라우저를 사용하는 최대의 이점은 어떠한 플랫폼의 구조나 OS 환경이라도 또 Netscape나 Internet Explorer 등 어떠한 브라우저라도 공통으로 취급할 수 있으며 이들은 네트워크 상에서 리모트 I/O를 제어하는 제어 판넬로도 사용이 가능한 점이다. 금번 연구하는 병렬 I/O 제어 시스템은 LAN(Ethernet) 에서도 또 인터넷으로도 제어된다.

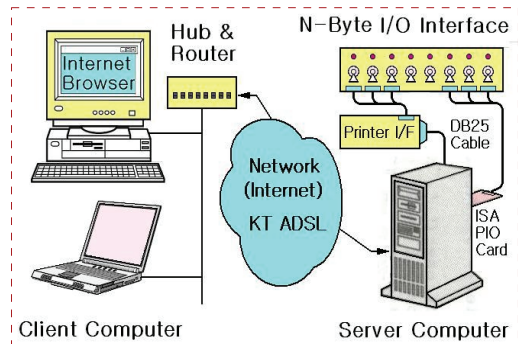
3. 시스템 설계 및 제작

3.1 시스템 설계

원격제어를 위해서는 서버기능이 필요하고 메시지 전송이나 프린터 등의 병렬 제어 장치를 구동하기 위해서는 바이트 모드의 병렬 I/O 제어기능이 필요하므로 이를 구현할 수 있는 하드웨어 및 소프트웨어 개발환경을 구축한다.

본 연구에서 구축하는 웹 기반 병렬 I/O 제어 시스템은 전형적인 서버-클라이언트로 구성하며 한국통신의 ADSL 네트워크를 사용한다. 클라이언트는 윈도우 OS 환경이고 MSIE 8.0 웹 브라우저를 탑재하여 제어 판넬로 사용한다.

한편, 효율적인 통신 네트워크와 하드웨어 제어를 위해 서버는 Linux OS 환경으로 구축한다.

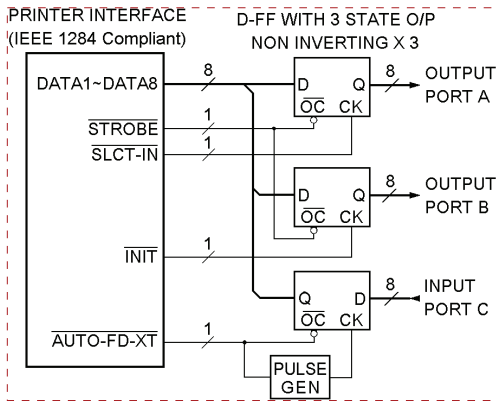


[그림 1] 시스템 구성도

그림 1에 인터페이스를 포함하는 웹기반 병렬 I/O 제어 장치의 시스템 구성도를 보였다. 제어 대상으로 하는 디지털 기기는 제작된 병렬 I/O 포트를 경유하여 제어용 서버 컴퓨터에서 제공하는 프린터 병렬 포트에 접속한다.

3.1.1 병렬 I/O 포트

그림 2에 프린터 인터페이스에 접속되는 병렬 I/O 포트의 블록도를 보였다. 각 데이터 비트선은 D-FF을 통해 8비트의 1바이트를 구성하는 2개의 출력 포트와 1개의 입력 포트에 구성하였다. 출력 포트용 D-FF은 OC에 STROBE 신호를 인가하고 SLCT-IN 및 INIT 선을 포트 A와 포트 B를 선택하는 방안을 사용한다. 또한, 입력 포트는 AUTO-FD-XT 신호로 OC에 주고 적당한 지연회로를 거쳐 펄스를 만들어 클럭 신호로 사용한다.



[그림 2] 병렬 I/O 포트 블록도

3.1.2 운영체제(Operating System)

리눅스는 인터넷 등의 네트워크 분야에서 효율성이 높고 하드웨어 제어가 편리하는 등 서버 시스템의 OS로 적합하다. 실험은 IEEE 1284 표준의 동작 모드를 적용하여 수행하였으며 프린터 인터페이스의 실효성과 웹 브라우저 상에서의 제어 성능 및 전송 특성을 평가하였다.

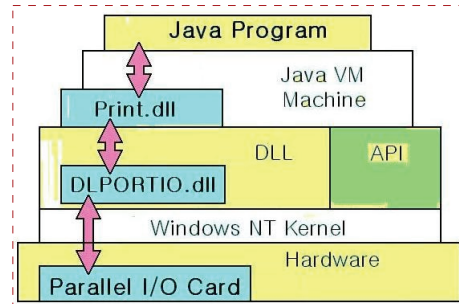
3.2 시스템 제작

기존 개발한 웹 기반 원격 I/O 제어장치의 기능에 추가하여 병렬 I/O를 위한 프린터 인터페이스를 제작하고 스위치 및 LED에 의한 상태확인 가능한 병렬 I/O 제어 장치를 설계 제작한다. 본 연구에서는 JAVA와 웹 브라우저에 의한 병렬 I/O 제어 소프트웨어 개발과 리모트 병렬 I/O 제어장치 설계 및 시뮬레이션, 웹 브라우저 기반 Cygwin, Apache 연계 CGI 개발, 문자 메시지 전송 및 프린터 포트 구동시험을 행한다.

3.2.1 JAVA 언어 하드웨어 제어

Java 언어의 표준에는 하드웨어를 직접 접근(access)하여 I/O를 제어하는 기능이 없으므로 여기에서는 Java가 접근 가능한 DLL을 제작하여 병렬 I/O를 제어하는 방법을 모색하였다.

이것은 PortIODriver의 DLPORIO.dll을 호출하는 java native interface(JNI)의 print.dll을 제작하는 것으로 VC+를 사용하여 구현할 수 있다. 이의 관계를 그림 3에 보였다.



[그림 3] 자바, 운영체제 및 드라이버의 관계

3.2.2 디바이스 드라이버

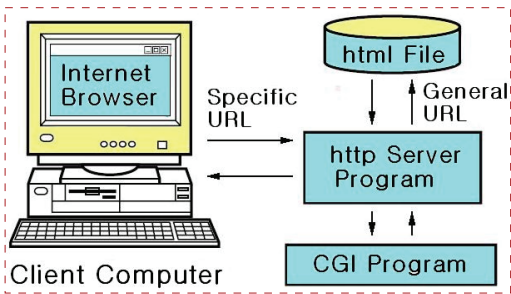
바이트 단위의 제어는 제어용 리모트 머신의 범용 병렬 인터페이스 카드에 I/O 접근하게 된다. 이 인터페이스 카드의 입출력의 보드는 각각 어드레스와 기능이 비트에 할당되어 있다.

리모트 머신에서는 직접 N-바이트 범용 병렬 인터페이스 카드에 I/O 접근하는 것이 아니라 디바이스 드라이버를 작성하고 이를 통해 제어한다. 이 디바이스 드라이버를 모개하는 것에 의해 I/O 보드에의 접근 수단을 입출력이라는 추상적이고 범용적인 형태로 치환한다.

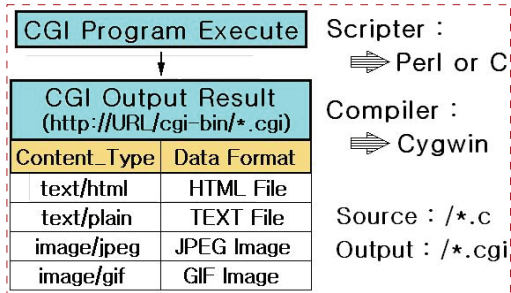
3.2.3 http 서버

http 서버 프로그램은 브라우저로부터 요구되는 URL에 따라 통상 지정하는 html 파일을 브라우저에 보낸다. 그러나 http 서버는 파일만이 아니라 외부 프로그램을 실행하여 출력 결과를 반환하는 CGI(common Gateway Interface) 기능도 있으므로 이를 이용하여 문서와 함께 이미지도 보낸다. http 서버에서 CGI 프로그램을 호출하기 위해서는 URL의 패스를 지정하거나 .cgi 확장자를 갖는 파일이 포함되어 있어야 한다.

그림 4에 http 서버 프로그램에서 취급되는 html 파일과 CGI 프로그램의 관계를, 그림 5에 CGI 생성과 동작을 각각 보였다.



[그림 4] html 파일과 CGI 프로그램



[그림 5] CGI 프로그램의 출력 결과

4. 실험 및 고찰

4.1 통신 성능 실험

제어 대상으로 하는 디지털 기기는 제작된 병렬 I/O 포트를 경유하여 제어용 서버 컴퓨터에서 제공하는 프린터 병렬 포트에 접속한다. 실험에서는 IEEE 1284 표준의 동작 모드를 적용하여 수행하였으며 프린터 인터페이스의 실효성과 웹 브라우저 상에서의 제어 성능 및 전송 특성을 평가하였다.

4.1.1 인터넷 회선 품질시험

표 2에 서버측 인터넷 회선에서 취득한 전송 품질을 보였다. 속도 측정은 KT-국에서 제공하는 유틸리티로 시행하였으며 윈도우 XP, 메모리 1024MB 시스템의 MSIE 8.0 환경에서 측정하였다. 업/다운 최대 속도가 4.1/1.3Mbps이고 평균 3.13/1.09Mbps로 측정되어 인터넷의 전송 속도는 직렬 I/O 제어 시스템에 비해 약간의 개선을 보였다. 이는 서버의 성능 사양이 다소 개선된 점도 있으나, 병렬 I/O에 구조에 의해 인터페이스 절차가 간단해진 결과로 판단된다

[표 2] KT-국 속도품질 측정

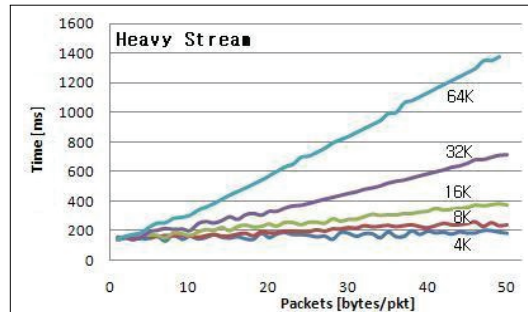
속도 품질	Max [Mbps]	Avg [Mbps]	Min [Mbps]	Delay & σ [ms]	
				Ping	UDP
Down	4.10	3.13	2.57	Avg 26	Avg 27
Up	1.30	1.09	0.87	(σ =0.48)	(σ =1.92)

기타 : DNS 질의소요시간: 평균 23ms
CPU 부하율 : 15%, 메모리 점유율 : 85%

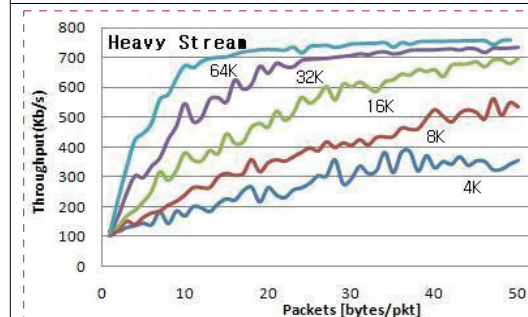
KT-Megapass 라이트(50Mbps)급

4.1.2 네트워크 전송시험

구축된 병렬 I/O 제어 장치의 대용량 데이터 전송 능력을 평가하기 위하여 전송량에 따른 처리량(throughput)과 지연시간을 측정하였다. 샘플 파일은 패킷당 4KB~64KB 용량의 랜덤 데이터를 각각 50개씩 구성하였다.



(a) 전송 지연 시간



(b) 처리량

[그림 6] 성능 실험 (패킷=50개)

그림 6에 블록 크기를 4KB~64KB로 한 대용량 스트림 데이터를 전송했을 때의 처리량과 전송지연 특성을 보였다. 전송지연은 그림 6a와 같이 16KB 이상의 블록 크기에서 지수적으로 증가하는 특성을 보이며 처리량은 그림 6b와 같이 32KB 크기에서 25패킷 이상, 64KB 크기에서는 10패킷 이상이면 특성 개선의 효과가 둔화되기

시작하는 보이고 있다.

한편 대용량 연속 스트리밍 정보의 특성을 평가하기 위하여 DVR에서 송출되는 4채널의 동영상 이미지를 테스트 파일로 사용하였다.

카메라는 소니사의 1/4" CCD 센서를 사용한 돔형이며 12x의 광학줌과 최대 12x의 디지털 줌을 갖추고 있다. 이 CCD는 NTSC 380K 유효 픽셀을 얻으며 H.264, MJPEG 화상 압축기술을 적용하여 30fps를 전송한다.

테스트 파일을 전송하여 측정된 전체 네트워크의 기준 대역폭은 592kbps 이고 수신 패킷은 1409개, 손실패킷은 0개, 버퍼링 횟수 0번으로 프레임 평균 속도는 24.05 fps로 개선되었다.

[표 3] 대용량 전송 실험 (패킷=50개)

Sample Data Size			Transfer Time		Throughput	
Block [Bytes]	TX Tot. [Bytes]	Effi. η [%]	Tot. [ms]	Avg. [ms/pkt]	Avg. [Kb/s]	Med. [Kb/s]
2K	177K	57.7	7746	154.9	183.36	190.08
4K	290K	70.6	8643	172.9	273.21	277.70
8K	497K	82.4	10289	205.8	386.28	398.86
16K	902K	90.9	13344	266.9	552.75	567.30
32K	1,706K	96.0	20529	410.6	664.98	697.70
64K	3,216K	NA	35540	710.8	723.80	733.42

5. 결론

본 연구는 원격지의 디지털 병렬 I/O 장치를 바이트 단위로 제어하고 제어 결과를 웹 브라우저를 통해 확인할 수 있는 인터랙티브 병렬 제어 시스템을 구현하고 평가하였다.

기본 구성은 Windows XP 기반 PC를 리모트 서버로 하고 웹 브라우저를 사용하여 HTML 레벨의 리모트 병렬 I/O를 제어하였으며 서버의 프린터 포트에 인터페이스하였다.

실용화를 위해 H/W 설계와 원격 병렬 I/O 제어의 적합성을 평가하였으며 시스템의 단위동작 시뮬레이션과 기능평가 및 성능보완을 병행하고 성능개선을 위해 S/W의 갱신을 반복적으로 수행하였다. 현재 웹 카메라와 리모트 I/O 시스템을 구축하여 실제 사이트(site)를 연속 운전하고 있으며 통합된 전체 시스템은 안정적으로 동작하고 있다고 평가된다.

실험에서는 병렬 I/O 제어신호와 함께 영상 데이터를 송출하여도 평균 17프레임까지 전송 성능이 유지되고 있

으며 네트워크를 포함한 제어 응답 속도도 200ms 이내의 속응성을 보여 향상된 I/O 제어 성능을 실현하였다.

본 연구의 결과는 기존 직렬제어 방식의 단점을 보완하거나 기능을 확장하여 다점제어 및 대용량 제어에 활용할 수 다. 또한 고기능 고정밀도를 요구하는 홈 네트워크에 활용될 수 있다.

참고문헌

- [1] 齊藤忠夫, 石坂充弘, “情報 ネットワークの通信技術”, 오ーム社 1993.
- [2] 落合正弘, “LANによるハードウェア制御, RTL8019ASの概要と使い方”, 第2版, CQ出版(株), pp.163- 166, 2005年.
- [3] Dhananiy V. Gadre, "Programming the Parallel Port; Interfacing the PC for Data Acquisition and Process Control", CMP Books, pp.257-270, 1998.
- [4] Jan Axelson, "Parallel Port Complete: Programming, Interfacing, & Using the PC's Parallel Printer Port", Lakeview Research, pp.250-266, 2000.
- [5] Heidi Frock, "IEEE 1284-Updating the PC Parallel Port", National Instruments Application Note 062, Oct. 1995.
- [6] 장호성, “웹에 기반한 원격 감시 및 제어장치의 구현”, 한국산학기술학회 논문지 제 10권 제1호, pp.140-145, 1월, 2009년.
- [7] Michael T.Goodrich, Roberto Tamassia, "Data Structures and Algorithms in JAVA", John Wiley & Sons, 1998.
- [8] Alessandro Rubini/Jonathan Corbet : *Linux Device Drivers*", 2nd ed., O'Reilly Associates, Inc., 2002.

장 호 성(Ho-Sung Chang)

[정회원]



- 1991년 8월 : 단국대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1992년 3월 ~ 현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수

<관심분야>

정보시스템, 텔레메틱스, ITS, 센서 네트워크, 무선통신