USB 다중 신호 전송 시스템

채정식* · 김아용** · 정회경***

The USB Multi-signal Transmission System

Jung-Sik Chae* · A-Yong Kim** · Hoe-Kyung Jung***

이 논문은 중소기업청의 지원을 받은 산학연공동기술개발사업의 연구 결과로 수행되었음.

요 약

최근 컴퓨터에서 DVI(Digital Visual Interface), 오디오, 비디오, USB(Universal Serial Bus), 랜(LAN) 등의 다양한 신호를 동시에 전송할 필요성이 요구됨에 따라 케이블이 복잡해지고 확장성 등의 문제점이 제기 되고 있다.

이에, 본 논문에서는 하나의 USB 케이블을 이용하여 컴퓨터의 영상, 음성, USB, 랜 등의 신호를 분배 할 수 있는 하나의 USB 다중 신호 전송 시스템을 설계 및 구현하였다. 따라서, USB 다중 신호 전송을 위해 단일 USB 신호를 DVI, 오디오, 다중 USB, 랜으로 변환하는 변환기 모듈들을 구현하였다. 이는 USB 방식으로 DVI 포트를 지원하며, 최대 1920* 1080 해상도를 지원한다. USB 다중 신호 전송 시스템은 하나의 케이블로 다수의 신호를 전송하여 각종 케이블의 설치 비용이 절감되고, 화면 복제 기능을 이용하여 학교 및 학원 등에서 강의 편의 제공 및 컴퓨터 주변 포트의 확장성을 제공할 것이다.

ABSTRACT

In recent years, the need to simultaneously transmit a variety of signals, such as DVI(Digital Visual Interface), audio, video, USB(Universal Serial Bus), LAN from the computer is required. So the cable complexity and scalability issues have been raised.

In this paper, this signal can be distributed using a single USB cable, computer, video, audio, USB, LAN, one USB multi-signal transmission system was designed and implemented. USB multi-signal transmission was implemented in order to convert a single DVI, audio, and multiple USB, LAN, USB signal converter modules. This USB DVI port supports up to 1920 * 1080. resolution. USB multi-signal transmission system by sending multiple signals into a single cable installation costs of the various cable and using the replication feature of the screen, will provide schools and institutes, etc., providing the convenience of the river, and the scalability of computer peripheral ports.

키워드

DVI, USB, 다중 신호, 전송 시스템

Key word

DVI, USB, Multi Signal, Transfer System

---

* 정회원 : 배재대학교
** 준회원 : 배재대학교
*** 종신회원 : 배재대학교(교신저자, hkjung@pcu.ac.kr)

접수일자 : 2013. 05. 01
심사완료일자 : 2013. 05. 24

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.6.1330>

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

최근 들어 컴퓨터상에서 오디오, 비디오, 랜 등 다양한 기기 등을 연결하여 사용하게 되는 경향이 많아지고 있다[1-4]. 이에 따라, 컴퓨터와 주변기기와의 연결 케이블이 복잡하여 하나의 USB(Universal Serial Bus) 케이블을 이용하여 컴퓨터의 영상, 음성, USB, 랜 등의 신호를 분배 할 수 있는 USB 다중 신호 전송 시스템 개발이 많이 요구되고 있다.

대부분의 컴퓨터 사용자는 기본적으로 한 개 이상의 모니터, 오디오, 랜 등을 사용하게 된다. 특히, 모니터는 두 대 이상을 사용하므로 개인 생산성이 30% 이상 증가한다고 발표한 바 있다. 따라서, 복잡한 컴퓨터 주변을 간단하게 하고 효율성 증대를 위해 다중 신호 전송 시스템이 필요하다[5-8].

따라서, 본 논문에서는 데스크탑, 노트북의 화면, 각종 동영상 데이터 및 네트워크 신호를 USB 케이블을 통해 HD/Full HD 급 디스플레이 기기 또는 빔 프로젝터 등에 전송 및 네트워크 통신이 가능한 USB 다중 신호 전송 시스템을 제안하여 이에 대해 설계 및 구현하였다. 이를 위해 USB 다중 신호 전송 시스템은 다중 신호 전송 인터페이스 모듈, 고화질 디스플레이기기 제어 모듈, 비디오 처리 및 표시 제어 모듈, UEP(Unequal Error Protection) 방식의 차등 데이터 보호 처리 모듈, 채널 신호 공간에서 적절한 배열을 생성하기 위한 변조와 UEP 조합 처리 모듈, DVI/오디오 기기 제어기 인터페이스 모듈 등으로 구성하였다.

이를 활용하면 USB 케이블에 데이터 채널을 추가해 초고속 양방향 통신이 가능하고 이더넷 채널로 연결된 기기들은 초당 100Mbps의 이더넷을 통해 데이터 송수신이 가능하다. 하나의 USB 케이블에 다양한 신호를 전송할 수 있기 때문에 케이블 포설의 간단성을 제공한다.

또한, 각종 오디오, 비디오 및 랜 케이블 등을 USB 케이블 하나로 전송하여 통신 공사 비용이 절감 될 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 USB 데이터 송수신 설계를 기술하고, 3장에서는 USB 다중 신호 전송 시스템 설계 및 구현을 기술한다. 4장에서는 결론 및 향후 연구과제에 대해 기술한다.

II. USB 데이터 송수신 시스템 설계

일반적으로 USB는 호스트, 허브, 디바이스로 구성되어 있다. 호스트는 모든 USB 연결의 중심으로서 하드웨어적으로는 USB 호스트 컨트롤러라고 한다[9-10]

허브는 한 USB 호스트 컨트롤러의 출력을 받아 여러 개의 USB 디바이스들이 같이 사용하도록 하여준다. 호스트 컨트롤러에 있는 허브는 루트 허브라고 하며, 외부 USB 허브는 사용자가 많은 USB 디바이스를 PC에 연결하도록 한다.

그림 1. USB를 통한 데이터 전송 구조
Fig. 1 USB Data Flow Structure

그림 1은 USB를 통해 데이터가 전송되는 구조를 보여준다. USB를 통해 데이터를 전송하고자 하는 관점에서 다음과 같이 4개의 부분으로 구분할 수 있다.

첫째, USB의 물리적 디바이스는 USB 케이블 종단에 물려있는 사용자에게 있어서 특별한 하드웨어 구조에 따른 Function을 나타낸다. 둘째, 클라이언트 S/W는 USB 디바이스에 대응하는 호스트에 대한 소프트웨어이며 이는 실제 디바이스에 의해서 결정된다. 셋째, USB 시스템 S/W는 특정 OS에서 USB를 지원하는 소프트웨어이며 OS에는 의존적이지만 특정 클라이언트 소프트웨어 또는 디바이스에 대해서는 독립적이다. 넷째, USB 호스트 컨트롤러는 호스트측에서 버스 인터페이스를 나타내며, USB 디바이스를 호스트에 결합할 수 있도록 해주

는 모든 S/W 또는 H/W를 의미한다.

USB 호스트는 USB 호스트 컨트롤러와 USB 시스템 소프트웨어 그리고 마지막으로 클라이언트를 가진다. USB 시스템 소프트웨어에서는 USB 드라이버(USBD), 호스트 컨트롤러 드라이버(HCD), 호스트 소프트웨어로 구성되어 있다. 호스트는 결합된 디바이스에 대하여 모든 책임과 권한을 가지고 있으며 USB 디바이스는 버스로 접근할 수 있는 사용권을 호스트에 의해 부여 받는다.

III. USB 다중 신호 전송 시스템 설계 및 구현

USB 다중 신호 전송 시스템은 데스크탑 또는 노트북의 USB 포트에 연결하여 DVI, 오디오, USB, 랜 등의 신호를 동시에 출력 가능하도록 하고자 한다. 그림 2는 본 논문을 통해 구성하고자 하는 시스템의 구성을 보여주고 있다.

그림 2. USB 다중 신호 전송 시스템 구성도
Fig. 2 USB Multi Signal Transfer System Configuration

USB 다중 신호 전송 시스템은 USB 포트에 연결하여 DVI, 오디오, USB, 랜 등의 신호를 동시에 출력 가능한 기기로 다음과 같은 주요 기술들이 필요하다.

첫째, USB에서 다중 신호 전송을 위한 인터페이스 및

제어 모듈로 20~40MHz 대역폭 내에서 4개의 송신 안테나의 채널 할당을 제어한다.

둘째, HD/Full HD 급 고화질 디스플레이 기기 제어 모듈로 700Mbit/s 이하 레벨에서 HD(1,080i, 720P) 비트 속도 왜곡값을 8비트 내외에서 처리한다.

셋째, 비디오 처리 및 표시 제어 모듈로 비디오 구성 요소들을 중요도에 따라 우선순위로 처리 한다.

넷째, UEF(Unequal Error Protection) 방식의 차등 데이터 보호 처리 모듈로 구성 요소의 중요도에 따라 최상위 비트를 최하위 비트보다 인코딩(encoding) 우선 처리 모듈이다.

다섯째, 채널 신호 공간에서 적절한 배열을 생성하기 위한 변조와 UEP 조합 처리 모듈로 채널 신호 공간에서 적절한 배열을 생성하기 위한 변조와 UEP 조합 처리를 수행한다.

여섯째, DVI/오디오 기기 제어기 인터페이스 처리 모듈로 124.4Mpixel 값을 가지는 1,080P 해상도에서 OSNR(Peak Signal to Noise Ratio, 최대 신호 대 잡음비) 처리를 수행한다.

이와 같은 USB 제어 기술을 통해 USB 케이블만의 연결로 DVI, 오디오, USB, 랜 등의 신호를 동시에 전송할 수 있는 시스템을 구성할 수 시스템을 설계 및 개발하였다.

3.1. 하드웨어 설계 및 구현

본 논문에서 제안하고 있는 USB 다중 신호 전송 시스템은 데스크탑 또는 노트북의 USB 포트에 연결하여 DVI, 오디오, USB, 랜 등의 신호를 동시에 출력 가능한 기능을 가지는 기기이다.

그림 3과 4에 구현된 USB 다중 신호 전송 시스템의 회로도 일부인 USB 처리와 비디오 처리 회로도를 보인다. 시스템의 설계 방향은 첫째, 컴퓨터와 USB 케이블 연결만으로 비디오, 오디오, USB, 랜 등의 신호 출력이 가능하도록 하는 USB 다중 신호 전송 시스템 개발이다. 둘째는 노트북이나 컴퓨터의 도킹 스테이션(docking station)으로 사용이 가능하도록 USB 3포트 및 사운드, 마이크를 내장하도록 한다. 셋째는 사용자 상황에 맞게 변경이 가능하도록 설계하여 향후 추가 개발에 대한 부담을 해소하고자 한다. 본 논문에서는 이와 같은 USB to Graphic/Sound 변환 어댑터를 설계하고 구현하였다.

그림 3. USB 처리 회로도
Fig. 3 Circuit Diagram of USB Processing

그림 4. 비디오 처리 회로도
Fig. 4 Circuit Diagram of Video Processing

다음 그림 5에 위의 회로도를 이용하여 구현한 보드의 조립도를 보이고, 그림 6에는 시제품을 보인다.

그림 5. 보드 조립도
Fig. 5 Assembly Diagram of Board

그림 6. USB 다중 신호 전송 시스템 외형도
Fig. 6 Outside View of USB Multi Signal Transfer System

3.2. 소프트웨어 설계

본 논문의 USB 다중 신호 전송 시스템에서는 가상 그래픽 카드의 사용을 데스크탑 화면의 복제나 확장된 형태로 사용할 수 있도록 선택 기능을 가진다. 이를 위해 미러모드/확장모드 설정 기능이 요구된다. 그림 7과 같이 사용자가 UI를 통하여 디스플레이의 보기 모드 중 미러모드와 확장 모드를 선택할 수 있으며, 사용자의 요청에 따라 기능이 동작하게 된다.

3.3. USB 다중 신호 전송 시스템 성능

본 논문에서 제안한 시스템은 USB 케이블을 통해서 영상과 음성을 동기화시켜서 전송하는 기능을 가지고,

고해상도(Full-HD급, 1920 * 1080)를 지원하며, USB 케이블을 통해서 네트워크 신호를 전송이 가능함을 확인하였다. 표 1에 구현한 시스템의 성능을 보인다.

그림 7. 미러모드/확장모드 설정 시퀀스 다이어그램
Fig. 7 Sequence diagram for Mirror Mode / Extended Mode Setting

표 1. 시스템 성능
Table. 1 System Performance

구분	사양 내용
데이터 전송량	6480 Mbps
전송 거리	Up to 5m
스크린 지원 모드	미러 및 확장 모드
해상도	Up to 1920 * 1080
영상/음성 전송	동시 전송
네트워크 전송	USB to 10/100 Mbps
전송 방식	USB 2.0

IV. 결론 및 향후 연구과제

컴퓨터상에서 오디오, 비디오, 랜 등 다양한 기기를 연결하여 사용하게 되는 경향이 많아짐에 따라, 연결 케이블이 복잡하고 하나의 USB 케이블을 이용하여 컴퓨터의 영상, 음성, USB, 랜 등의 신호를 분배 할 수 있는 USB, 다중 신호 전송 시스템이 필요하다.

이에, 본 논문에서는 각종 동영상 데이터 및 네트워크 신호를 USB 케이블을 통해 HD/Full HD 급 디스플레이 기기 또는 빔 프로젝터 등에 전송 및 네트워크 통신이 가능한 USB 다중 신호 전송 시스템을 설계 및 구현하였다. 이를 위해, USB를 DVI, 오디오, 멀티 USB, 랜으로 변환하는 모듈을 구현하였다. 이는 USB를 통해 음성 및 영상을 동기화시켜 전송하고 고해상도를 지원하며, USB를 통해 네트워크 신호를 전송 가능하다. 이로써 하나의 케이블로 멀티 신호를 전송하여 케이블이 단순화되고, 화면 복제 기능을 이용하여 학교 및 학원 등에서 강의 편의를 제공하며, 컴퓨터 주변 포트의 확장성을 제공한다.

향후 연구과제로는 고 대역폭의 무선 USB 기술에 대한 연구와 함께 데스크톱을 제어할 수 있는 제어 모듈에 대한 연구가 필요하며, 데스크톱 OS에 독립적으로 수행할 수 있는 모듈에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 중소기업청의 지원을 받은 산학연공 동기술개발사업의 연구 결과로 수행되었음.

참고문헌

- [1] S. I. Kim, H. S. Yang, W. J. Shin, W. J. Park, N. C. Oh, S. J. Nam, "Interactive System using Multiple Signal Processing," in proceeding of 2005, the Korea Institute of Signal Processing and System, pp. 282-285, 2005
- [2] D. S. Son, S. H. Lee, "A Study on the Implementation of a Data Acquisition System with a Large Number of Multiple Signal," Journal of Korea Institute of Intelligent Systems, Vol 20, No. 3, pp. 326-331, Oct. 2010
- [3] D. O. Kang, J. O. Yoo and J. W. Lee, "A New Remote USB Architecture for Live Migration of Virtual Machines in SoD(System on-Demand) Service," ICCAS 2010, pp. 1143-1146, 2010

- [4] Y. G. Kim, G. D. Lee, "An adaptive USB Protocol for Improving the Performance to Transmit/Receive Data," Journal of the Korea Institute of Communication and Information Science, Vol. 31, No. 10A, pp. 996-1002, Jun. 2006
- [5] K. C. Jin, K. J. Jeon, Y. S. Lee, J. M. Lee, K. P. Hong, C. M. Shim, Vyacheslav T. Em, "Development of Fast TDC Module with USB Interface," in Proceeding of 2006, Korean Society for Precision Engineering, pp. 75-76, 2006
- [6] G. C. Park, Y. S. Jeong, Y. T. Kim, "Design of IPTV Security Model using RFID-USB Technology," Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 7, No. 5, pp. 273-280, Oct. 2009
- [7] E. C. Choi, "Trend of WiMedia UWB-based Wireless USB Application Technology," Journal of TTA, pp. 80-85, 2009
- [8] H. J. Lee, S. H. Baek, J. D. Huh, "Trend of Wireless USB Technology and WiMedia Standardization," Electronic and Telecommunications Trends, Vol. 21, No. 5, 2006
- [9] Agere, Hewlett-Packard, Intel, MS, NEC, Philips, Samsung, "Wireless USB Spec. Revision 1.0," USB-IF, May 12, 2005
- [10] H. J. Lee, J. W. Kim, J. D. Huh, "Graphic User Interface Scheme for Wireless USB," Int'l Conf. on Computers Communications and Systems, Vol 1, No. 1, pp. 183-186, 2005

저자소개

채정식(Jeong-Sik Chae)

1994년 한남대학교
전자계산공학과(공학사)
2011년 배재대학교
컴퓨터공학과(공학석사)

1996년~현재 (주)한신정보기술 대표이사
2013년~현재 배재대학교 컴퓨터공학과 박사과정
※ 관심분야: 초대역무선통신 회로설계 및 제어

김아용(A-Yong Kim)

2013년 배재대학교
컴퓨터공학과(공학사)
2013년~현재 배재대학교
컴퓨터공학과 석사과정

※ 관심분야: 오픈 소스 / 리눅스 / 클라우드 / 분산처리

정희경(Hoe-Kyung Jung)

1985년 광운대학교
컴퓨터공학과(공학사)
1987년 광운대학교
컴퓨터공학과(공학석사)

1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
1994년~현재 배재대학교 컴퓨터공학과 교수
※ 관심분야: 멀티미디어 문서정보처리, XML, SVG, Web Services, Semantic Web, MPEG-21, Ubiquitous Computing, USN