

링형 WDM PON 기반 통합 광송수신기 개발†

(Development of an Integrated Optic Transmitter/Receiver based on Ring-type WDM PON)

박영호*, 김철수**

(Young-Ho Park, Cheol-Su Kim)

요약 본 논문에서는 링형 WDM PON 광전송 기술을 기반으로 도로변의 CCTV로부터 촬영되는 실시간 영상을 원격지로 압축없이 전송하고, CCTV 카메라의 원격 제어 및 TCP/IP 기반의 데이터 전송이 하나의 광파이버만으로 전송이 가능한 광송수신기를 개발한다. 개발한 광송수신기는 비압축 대용량 전송기술을 사용함으로써 실시간 도로교통 상황을 원격지에서 고화질 모니터링 서비스를 제공할 수 있다.

핵심주제어 : 광송수신기, 링형, WDM PON

Abstract This paper develops an integrated optic transmitter/receiver based on ring-type WDM PON. The optic transmitter/receiver can transmit real-time images from the CCTV of a remote street without compression and transmit TCP/IP data using an optic fiber. This system can also perform remote controls of the CCTV camera. The developed optic transmitter/receiver can provide the monitoring service of an advanced image quality of remote traffic using a broadband technology.

Key Words : Optic Transmitter/Receiver, Ring-type, WDM PON

1. 서론

현재 전 세계의 지능형 도로교통 서비스인 ITS(intelligent traffic service)는 급속히 늘어나는 교통량의 흐름을 원활히 하고, 교통관리의 최적화와 도로이용자의 편의성 제고, 사고율 최소화 등 선진교통복지 구현이라는 목표에 걸맞는 다양한 IT 기술융합형 서비스가 시도되고 있다. 더욱이 한국, 일본을 중심으로 FTTH(fiber to the home) 시대를 준비하면서 각 광역 지자체별로 광자가망을 직접 보유하여 더욱더 원활한 교통정보서비스

를 제공하려는 움직임이 활발하다.

현재는 비디오와 데이터 통합전송이 가능한 장비가 대부분이며, 특히 point to point 광전송이 주류를 이루고 있다. 그러나 광파이버의 사용이 점차적으로 증가하고 새로운 광선로를 포설하여ITS를 구현하는 현재의 추세에서 파장별로 서로 다른 영상을 실어 하나의 광파이버로 실어 보내면서 광파이버 절단시 자동복구가 가능한 링형 기술이 탑재된다면 신뢰성 극대화는 물론 포설비 및 유지비 절감이 가능하며, 이는 새로이 ITS를 구축하려는 고객들에게 상당한 장점으로 작용하게 될 것이다. 현재 이더넷 인터페이스와 비디오, 데이터 인터페이스를 하나로 통합한 새로운 단말기가 개발된다면 한국의 ITS 시장 선점은 물론 전세계의 ITS 시장진출을 통한 수익창출도 가능할 것이다.[1,2]

† 본 논문은 중소기업청 산학협력실 사업 지원에 의하여 연구되었음.

* 상주대학교 전자전기공학부 (yhpark@sangju.ac.kr)

** 경주대학교 컴퓨터멀티미디어공학부

이미 전통적인 광전송인 SONET/SDH이 네트워크 백본인 메트로 이더넷으로 프로토콜의 급속한 전환이 진행되면서 TCP/IP 기반의 이더넷 인터페이스는 전세계의 범용으로써 초고속 인터넷 시장의 표준으로 자리잡게 되었으며, 이를 영상전송과 통합한다면 다양한 유비쿼터스 서비스가 가능 할 것이다.[3,4]

본 논문에서는 링형 WDM PON 광전송 기술[2]을 기반으로 도로변의 CCTV로부터 촬영되는 실시간 영상을 원격지로 압축없이 전송하고, CCTV 카메라의 원격 제어 및 TCP/IP 기반의 데이터 전송이 하나의 광파이버만으로 전송이 가능한 단말기를 개발한다. 이는 1 core 링형 WDM PON 기반의 비디오, 데이터, 이더넷 통합 광송수신 단말기로써 1core 링형 WDM PON 기반 기술에 실시간 아날로그 영상을 그대로 압축없이 전송한다. 또한, 본 단말기는 CCTV의 원격제어가 가능한 기술이 추가되며 도로변에서부터 ITS센터의 중앙처리실까지 1 core의 광파이버로 최소 4노드 이상의 영상정보를 동시에 전송한다. 이러한 기술은 현재 MPEG4로 압축된 영상을 이더넷 인터페이스에 실어 나르는 기술과 달리 비압축 대용량 전송기술 확보로 실시간 도로교통 상황을 원격지에서 고화질로 모니터링이 가능한 서비스를 제공할 수 있다.

2. 링형 WDM PON 시스템

PON이란 광가입자망 구축방식의 하나로 광케이블에 수동분배 광소자를 사용해 하나의 OLT(optical line termination)가 여러 ONU(optical network unit)를 접속할 수 있도록 하는 방식이다. 능동 소자를 사용할 경우에는 전력문제, 방수문제, 온도문제 등이 있어서 케이블 외에 다른 장비들이 필요하다. 특히 PON은 기존의 광접속 방식이 CO(central office)에서부터 광섬유로 와서 가입자까지 일대일로 연결하는 방식인 반면, CO에서 RT(remote terminal)까지는 1개 광섬유로 전송되어 와서 RT에 있는 수동 광분배소자로 나누어져 각 가입자까지 광섬유로 전송된다. 따라서 CO에서 가입자까지 1대 1로 광케이블을 포설하는 것보다 광케이블 비용을 획기적으로 절감할 수 있다.[2]

PON은 구조적으로 수동 광소자만을 사용한 point-to-multipoint 구조로 CO의 OLT와 가입자 쪽의 ONU사이의 전송을 기본으로 한다. 여기서 CO는 일반적으로 전화국과 같은 접근 망을 메트로 백본과 연결해 줄 수 있는 장비들이 있는 곳이다. ONU는 가입자 유닛으로 응용에 따라 건물 단말(FTTC : fiber-to-the-curb)이나 가정(FTTH : fiber-to-the-home) 등으로 분류할 수 있다.

광가입자 망에 적용할 수 있는 망구조로는 스타형, 버스형, 링형 등의 토폴로지가 가능하다. 이때 광케이블에서 각 망노드로 신호가 분기 결합되는데 이 분기 결합기에 따라서 기능이 크게 달라진다. 광분기 결합기는 크게 빔 분할기, 성형 결합기, WDM MUX/DEMUX, WDM coupler 등이 사용될 수 있다.

본 링형 WDM PON 기술을 활용한 시스템은 메트로 이더넷 방식을 쉽게 링 구조로 구현할 수 있고 그 결과 회선 절체가 가능하다.[2] 특히, 동일 파장을 같은 파이버에서 양방향으로 전송하게 하여 양단에 있는 광부품의 수요를 최소화 하여 기능을 향상시켰다. 즉, 이더넷 기술을 수용하면서 파이버 망의 외형을 링구조로 하고, 회선 절체가 가능하게 했으며, 논리적 망 운용은 스타 구조로 하게 하여 노드 수가 증가하면서 파생되는 대역폭의 감소를 줄였다. 이러한 모든 장점을 저가격으로 구현할 수 있다는 특징이 있다.

본 시스템은 Layer 2 스위치와 연동되는 COT(central office terminal)장비, CWDM MUX/DEMUX, 그리고 가입자단의 PC나 노트북에 연결되는 RT부로 구성되어 있으며, Center WDM부문, CWDM PON기반 MUX/DEMUX부문, CWDM Add/Dropper부문, RT부문으로 구성된다. 실제 CWDM Add/Dropper는 RT내에 삽입되어 일체형으로 시스템을 구성하였다.

3. 통합 광송수신기 구조

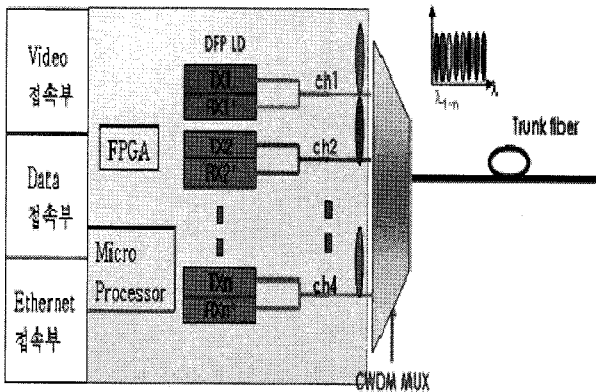
3.1 특징

링형 CWDM[5,6] PON 기반 통합 광송수신기는 실시간 아날로그 영상을 비압축하여 그대로 전/광

변환하고, 카메라의 AN/TILT/ZOOM 등을 원격에서 직접 제어가 가능토록 하는 데이터전송 단자와 이더넷 신호를 동시에 전송할 수 있는 단말기이다. 동일 파장을 같은 파이버에서 양방향으로 전송하게 함으로써 양단에 있는 광부품의 수요를 최소화하여 가격 경쟁력을 강화하고, PON 기반으로 유지보수비를 최소화하였다. 또한, 센터의 장치와 원격지의 장치가 영상 송수신이 동시에 이루어지도록 구성되어 소형 감시 시스템 구성도 가능하게 함으로써 소방, 방범, 방재 시스템 응용도 가능한 것이 특징이다.

3.2 구성 1

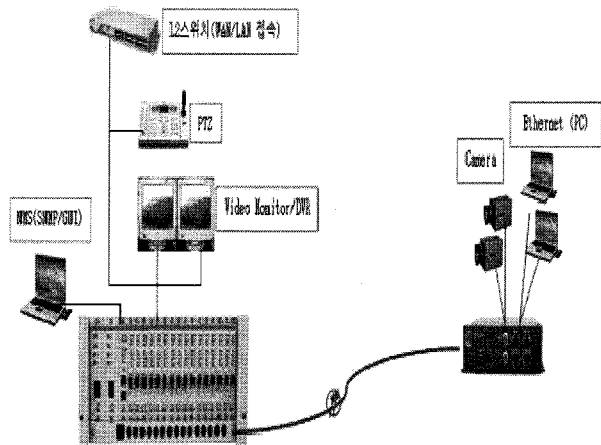
본 시스템은 비디오, 데이터, 이더넷을 하나로 통합하는 송수신 단말기로 구성되며, 이를 하나의 광파이버로 묶는 CWDM MUX/DEMUX와 연결된다. 그림 1은 CWDM 기반 비디오, 데이터, 이더넷 통합 광송수신 단말기 구성을 나타낸 것이다.



(그림 1) CWDM 기반 비디오, 데이터, 이더넷 통합 광송수신기 구성도.

본 단말기 구성은 CWDM 광학부와 통합 송수신 부분으로 구성 된다. CWDM 광학부는 CWDM 1470~1610nm의 광/전 변환부와 CWDM의 다파장 신호의 분파/합파기인 CWDM MUX/DEMUX로 각각 구성된다. 비디오, 데이터, 이더넷 통합 부분은 아날로그 영상 비압축, RS232/422, 데이터 처리, 이더넷 신호를 동시에 통합하여 처리/전송하는 부분으로 구성된다.

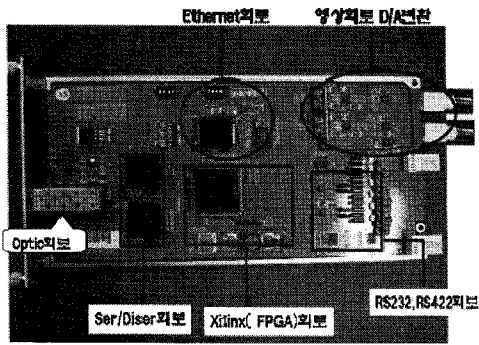
통합 시스템은 19인치 4U Shelf의 센터 장치 (COT)와 원격지 노드단말장치(VE-Link)가 1 core의 광 선로를 통하여 연결되어 영상(비디오), 데이터(카메라 제어신호) RS232/422/485 신호 그리고 이더넷(10/100 Base-Tx)을 통합 전송하는 시스템으로 구성하였다. 본 시스템은 최대 80Km까지 전송 가능하도록 개발하였다. 그림 2는 통합 광송수신기 전송시스템 구성을 나타낸 것이다.



(그림 2) 통합 광송수신기 전송시스템.

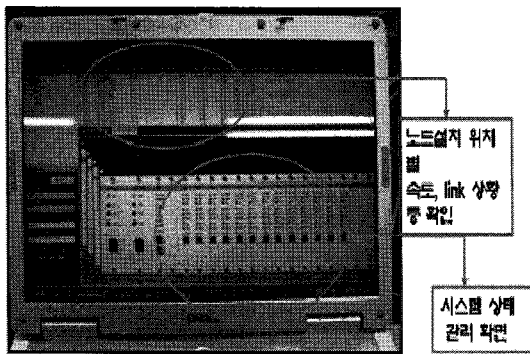
4. 통합 광송수신기 개발

아날로그 영상 비압축, RS232/422, 데이터 처리, 이더넷 신호를 동시에 통합하여 처리/전송하는 기능으로, CWDM LD/PD를 갖는 광트랜시버와 MII/GMII 인터페이스를 지원하는 PHY부, 영상신호의 A/D 컨버팅 부문, 아날로그와 동기/비동기 신호를 통합하는 SER/DISER부, 타이밍 FPGA부, 데이터 처리기능을 갖는 RS232/422 회로부, 전원인터페이스 및 영상 접속부 등으로 구성되며 실물사진은 그림 3에 나타낸다.



(그림 3) 제작된 비디오, 데이터, 이더넷 통합 단말기 실물사진.

지능형 도로교통망 시스템에서 또 하나 필수적인 내용이 바로 원격 제어관리가 가능한 소프트웨어의 구현이며, 비디오, 데이터, 이더넷 포트에 대한 GUI 기반 원격제어 관리 소프트웨어로 각 포트별 링크 상태 전송속도, 설치 위치에서의 PZT 제어 상태 등 시스템 전반의 상태관리제어가 가능하며, 이를 그림 4에 나타내었다.

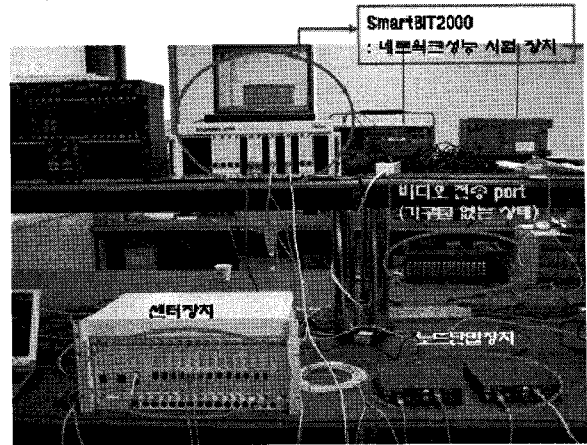


(그림 4) GUI 기반 원격 제어/관리 소프트웨어 구현.

5. 통합 광송수신기 특성 분석

개발한 통합 광송수신기는 비디오, 데이터, 이더넷 신호를 동시에 통합하여 처리/전송하는 단말 장치로 full 패킷을 전송하여 에러가 없는 최적의 성능을 나타내는 것을 분석하기 위하여 스마트비트를 이용하여 처리량 테스트를 시행하였다. 센터

부와 노드부 사이에 두 대의 노트북 컴퓨터와 스마트비트를 연결하여 측정하였으며 그림 5는 실물 사진을 나타낸 것이다.



(그림 5) Full 패킷 처리량 테스트를 위한 실물사진.

비디오, 데이터, 이더넷 포트 중 대역폭 100% 활용성 테스트를 위하여 스마트비트 2000을 이용한 패킷 손실 테스트를 실시하였으며 그림 6은 full 패킷 전송시 zero 손실률을 나타내고 있다.

Packet Loss Test				
Packet Size	Rate Test 결과 (패킷당 전송)	전송율 (Kbps)	손실률 (%)	Average
64	100.00	0.000	0.000	0.000
128	100.00	0.000	0.000	0.000
256	100.00	0.000	0.000	0.000
512	100.00	0.000	0.000	0.000
1024	100.00	0.000	0.000	0.000
1280	100.00	0.000	0.000	0.000
1518	100.00	0.000	0.000	0.000

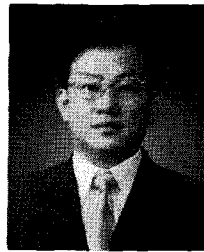
(그림 6) 스마트비트 2000을 이용한 패킷 손실률 테스트 결과.

6. 결 론

본 논문에서는 링형 WDM PON 기반 비디오, 데이터, 이더넷 통합 광송수신기를 개발하였다. 이를 개발하기 위하여 1 core 링형 WDM PON 광전송 기술을 토대로 도로변의 CCTV로부터 촬영되는 실시간 영상을 원격지로 압축없이 전송하고, CCTV 카메라의 원격 제어 및 TCP/IP 기반의 데이터 전송이 하나의 광파이버만으로 전송이 가능한 단말기를 개발하였다. 개발한 통합 단말기는 비압축 대용량 전송기술 확보로 실시간 도로교통 상황을 원격지에서 고화질로 모니터링이 가능하도록 서비스를 제공할 수 있다. 또한, 향후 지자체망 확장, 지능형도로교통망 구현, 광선로 임대비용 절감 그리고 효율적이고 신뢰성 있는 네트워크 구축사업에 활용이 가능할 것으로 기대된다.

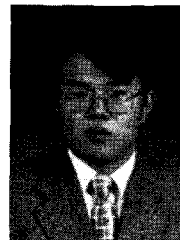
참 고 문 헌

- [1] 박완기, 김대영, "EPON 기반 홈게이트웨이를 이용한 대내 망에서의 방송통신 융합 서비스," 대한전자공학회논문지TC, 제42권 6호, pp.9-16, 2005년 6월
- [2] 박영호, 이소영 "1 core 링형 WDM PON 기반 1Gbps SNMP 지원 광송수신 장치 개발," 한국산업정보학회논문지, Vol.11, No.3, pp.82-89, 2006년 9월
- [3] 이창희, "WDM-PON 기술," 한국통신학회지, 제22권 6호 pp.44-56, 2005년 6월
- [4] 고제수, 이현재, 이종현, "WDM 광전송 기술," 한국통신학회지, 제19권 3호, pp.123-133, 2002년 3월
- [5] J.W. Park and C.-H. Lee, "Wavelength interleaved bidirectional add/drop amplifier module," *IEEE Photonics Technol. Lett.*, vol.12, no 2, pp.326-328, Feb.,2000
- [6] J.H. Shin, H. Kim, Y. Cho, C.S. Shim, and C.H. Lee, "Demonstration of self-healing and retrieval in a two-fiber bi-directional WDM ring network," *Electron. Lett.*, vol. 37, no.3, pp. 188-190, Feb. 2001



박 영 호 (Young-Ho Park)

- 종신회원
- 1989년 2월 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1991년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1995년 8월 경북대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 1996년 3월~현재 상주대학교 전자전기공학부 교수
- 2003년 8월~2004년 7월 Oregon State University 방문 교수
- 관심분야: 정보보안, 광통신, 등



김 철 수 (Cheol-Su Kim)

- 정회원
- 1989년 2월 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1991년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 1997년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1995년 3월~1998년 2월 김천대학 전자통신과
- 1998년 3월~현재 : 경주대학교 컴퓨터멀티미디어공학부 부교수
- 관심분야 : 광통신, 정보보호 등