

수동형 광네트워크 회선의 효율적 운용을 위한 스마트 통합관리 광 분배 합체 플랫폼 개발

손병희, 김재인, 김희도, 김성창
한국전자통신연구원

{bhson, jaein, globet, sungchang}@etri.re.kr

Development of smart integrated management optical distribution frame platform for efficient operation of passive optical network

Son Byung Hee, Kim Jae In, Kim Hee Do, Kim Sung Chang
Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

요 약

본 논문은 수동형 광 가입자망에서 수작업으로 관리되고 있는 광 분배망 운용을 효율적으로 하기 위한 스마트 통합관리 광 분배 합체 플랫폼을 제안한다. 광 어댑터에 고유 ID 가 저장된 EEPROM 태그를 부착하여 자동으로 이를 인식하고 운용 중인 모든 광 포트의 상태를 서버에서 모니터링 할 수 있는 스마트 광 분배 합체를 제작하고, 이를 운용하기 위한 소프트웨어 GUI 를 구현한다. 실험을 통해 720 개 광포트의 Tag ID Read/Write 및 LED 제어가 가능하고 실시간으로 포트 상태 모니터링이 되는 것을 확인하였다.

I. 서 론

최근 수년간 모바일 데이터 트래픽의 폭발적인 증가로 인해 광대역, 장거리, 고집적 유무선 네트워크가 요구되면서 수동형 광 네트워크(PON, Passive Optical Network)의 역할은 더욱 중요시되고 있다.[1,2] 수동형 광 네트워크의 회선을 운용하는 과정에서 광 신호는 국사의 OLT(Optical line terminal)에서부터 최종단의 ONT(Optical network terminal)에 도달하는데 까지 많은 수의 광 분배 합체를 거치게 된다. 광 회선 서비스 관리 및 제공 업체에서는 모든 광 회선의 경로를 DB(data base)화하여 관리한다. 하지만 그림 1 에서 보이는 바와 같이 광 분배합 내의 광섬유들은 종이 라벨이 부착되어 관리되고 있어 이를 DB 화 하기 위해서는 현장 작업자가 직접 수기로 광 합체의 모든 포트 정보를 수작업으로 기입하여 DB 관리자에게 전달한 후 이를 직접 컴퓨터에 입력하는 작업을 거쳐야 한다. 만약 특정 회선의 포트 정보가 변경되었을 경우도 마찬가지로 현장 작업자가 이를 직접 파악하여 DB 관리자에게 전달해서 정보를 업데이트해야 하는 번거로운 작업이 필요하다. 이로 인해 장애 발생 시 해결 시간 및 비용이 증가하게 되고 회선의 사선 처리, 유휴 포트 활용이 불가능한 수준에 있다. 또한 광 회선 운용 관리 중 효율적인 광 선로 운용을 위해 케이블 및 국사 최적화 작업 시, 기설 광 선로의 노후 케이블 철거 및 회선 절체 작업을 효율적으로 진행해야 함에도 불구하고 회선의 관리 체계가 수작업 형태로 운용되고 있어 현장에서는 많은 어려움을 겪고 있어 이를 효율적으로 운용/관리하기 위한 시스템이 필요하다.

본 논문에서는 광 어댑터에 전자태그를 부착하여 이를 자동으로 인식하고 운용 중인 모든 광 포트의 상태를 서버에 업데이트하여 광 선로를 효율적으로 운용/관리할 수 있는 대용량 스마트 광 분배 합체 기술을 제안한다.



그림 1. 광 분배망 관리 실태

II. 국사용 스마트 광 분배 합체

국사용 광 분배 합체는 일반적으로 전원 공급이 필요 없는 장치로서 여기에 부착되는 광 어댑터 또한 수동형 소자이다. 광 분배 합체의 각 포트 정보를 전산화하여 자동으로 업데이트하기 위해서는 먼저 광 섬유 어댑터에 자신의 고유 ID 를 심어주고 이 광 어댑터가 광 분배 합체에 체결되었을 경우 고유 ID 를 광 분배 합체가 서버에 전송해줄 수 있는 과정이 필요하다. 이를 위해 먼저 광 어댑터에 고유 ID 를 저장할 수 있는 소형의 EEPROM 칩을 장착하여 평소에는 전원이 없다가 광 분배 합체에 체결 시 전원을 인가하여 고유 ID 를 광 분배 합체가 인식할 수 있도록 제작하였다.

스마트 광 분배 합체는 그림 2 와 같이 광 분배함 컨트롤러와 광 분배함 본체로 구성하였다. 스마트 광 분배함 메인 컨트롤러는 내부에 Raspberry pi CM4 를 메인 MCU 로 사용하였으며 통합 관리 서버와

이더넷으로 통신하고 스마트 광 분배함 본체에 전원을 인가하고 CAN 통신을 통해 제어 및 정보 수집 역할을 수행한다. 스마트 광 분배함 본체는 각 모듈별로 144 개의 광 분배 포트를 제공하며 별도의 케이블을 통해 체인 방식으로 연결되어 있다. 케이블을 통해 메인 컨트롤러로부터 전원을 공급받으며 내부에서는 포트 별 EEPROM 정보 수집은 I2C 통신 방식을 사용하고, 메인 컨트롤러와는 CAN 통신 방식으로 연결되어 있다. 광 어댑터의 태그에 전원을 공급하고 태그 Read/Write 기능을 수행하며 각 광 분배 포트는 포트 별로 장착된 LED 를 제어함으로써 포트의 유휴상태, 또는 작업지시 상태를 시각적으로 표시한다.

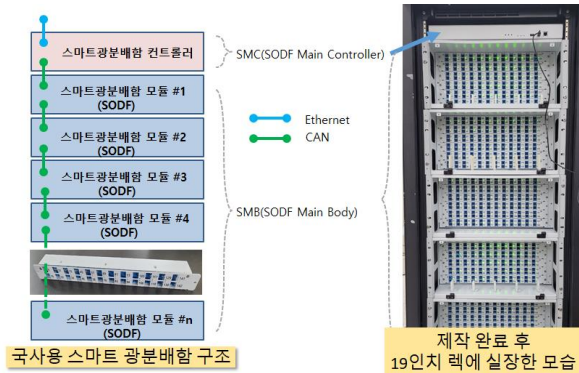


그림 2. 국사용 스마트 광 분배 합체

스마트 광 분배 단자함의 성능을 테스트해 본 결과 각 포트에 부착되어 있는 LED 를 동시에 제어 가능한 것을 확인하였으며 단일 포트 단위 제어도 가능한 것을 확인하였다. 실시간 모니터링에서 중요한 전체 ID Read 시간은 포트별 ID 를 읽는 시간을 time stamping 하여 측정하였다. 포트별 ID 는 모든 포트의 정보를 병렬로 동시에 읽는 방식이 더 좋은 방식이기는 하나 하드웨어 구조 및 제작 가격을 고려하여 순차적으로 읽는 방식으로 설계되었다. 1 대(144 포트)를 측정한 결과 약 260ms 정도가 소요되었으며, 5 대(720 포트) 모두 측정 시 1403ms 정도 소요되었다. 측정하는 포트의 수를 늘리자 포트 수에 비례하여 늘어나는 수치보다 조금 더 늘어나는 것을 확인할 수 있었다. 추후 실제 시스템 운용 시 요구하는 Read time 에 따라 메인 컨트롤러 한 대가 커버할 수 있는 포트의 수를 결정지을 수 있다.

III. 광 분배망 관리 소프트웨어 플랫폼

그림 3 은 광 분배망 관리를 위한 서버 소프트웨어 플랫폼 사용자 GUI 화면이다. 각 스마트 광분배합체의 정보 조회 기능을 구현하였다. 컨트롤러의 API 를 활용하여 각 프레임이 설치된 랙(RACK), 프레임, 포트별 정보 조회 기능을 제공하며, 관리를 위한 컨트롤 기능 및 이상 이벤트 수신 기능을 구현하였다. 광 분배망 관리 플랫폼의 DB 및 현장의 광 분배 합체 컨트롤러로부터 수신한 현황 정보를 동기화하며 광분배망을 실시간으로 관리할 수 있다. 그림 3 의 화면 좌측에는 각 국사 정보 및 국사 내 설치되어 있는 광 분배 합체의 프레임 정보를 트리뷰로 표시하고 있으며 원하는 프레임 정보를 클릭하면 해당 랙의 형상을 그래프로 확인할 수 있다. 그림 4 는 각 포트의 체결 정보를 시각화한 그림으로 원하는 포트의 연결 정보를 쉽게 볼 수 있도록 구현하였다. 또한 현장 작업지시서 관리 기능을 구현하여 광 케이블의 분리/체결/교체/신규등록 등 다양한 현장 작업을 지시할 수 있는 관리 기능을 구현하였으며,

전산화된 작업 지시서 관리 및 LED 점등을 통한 작업 지원을 통해 기존에 발생된 휴면 어려움을 최소화하고 작업 시간을 줄일 수 있다.



그림 3. 광분배망 관리 플랫폼 서버 사용자 GUI

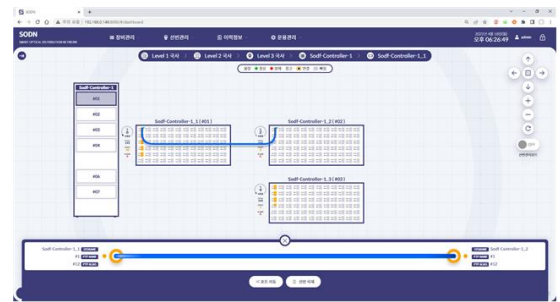


그림 4. 각 포트에 체결된 광케이블 연결 정보

IV. 결론

본 논문에서는 수동형 광네트워크에서 효율적으로 망을 관리하기 위한 국사용 스마트 통합관리 광 분배 합체를 구현하였다. 총 720 개의 광포트 및 각 포트별 LED 를 제어하였으며, 전체 포트 정보를 스캔하는데 총 1403ms 가 소요되는 것을 실험적으로 확인하였다. 광 분배 합체를 통한 광 분배망 관리를 위해 현장 작업에 필요한 각종 기능을 포함한 소프트웨어 GUI 를 구현하였다. 개발된 플랫폼은 현장에 적용될 수 있도록 추가적인 소프트웨어 작업을 진행할 예정이며, 추후 테스트베드를 통해 시험 가동을 하고 최종적으로는 통신업체에서 사용 중인 상용 망 관리 프로그램과 호환되는 작업을 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구 논문은 한국전자통신연구원 연구운영 지원사업의 일환으로 수행되었음. [22ZK1100, 호남권 지역산업 기반 ICT 융합기술 고도화 지원사업]

참 고 문 헌

- [1] Wang, Jianmin, Gang Wang, Rumeng Bai, Bin Li, and Ye Zhou. "Ground simulation method for arbitrary distance optical transmission of a free-space laser communication system based on an optical fiber nanoprobe." *Journal of Optical Communications and Networking* 9, no. 12: 1136-1144, 2017.
- [2] Bidkar, Sarvesh, Joe Galaro, and Thomas Pfeiffer. "First demonstration of an ultra-low-latency fronthaul transport over a commercial TDM-PON platform." In *2018 Optical Fiber Communications Conference and Exposition (OFC)*, pp. 1-3. IEEE, 2018.