

특수 선박용 광 네트워크 모니터링 시스템

이성렬*

*목포해양대학교

Optical Network Monitoring Systems for Special Ships

Seong-Real Lee*

*Mokpo National Maritime University

E-mail : reallee@mmu.ac.kr

요 약

항후 대용량 정보 제공 서비스를 위한 크루즈 선박 등의 특수 선박용 광 네트워크 모니터링 시스템의 하드웨어와 소프트웨어를 설계 제작하였고, 개발된 광 네트워크 감시 시스템이 선박이라는 특수 상황과 관련 있는 이물질이 부착된 광 커넥터, 오접속된 커넥터에 의한 손실 등 2가지의 이벤트를 정확히 모니터링하는 지를 실험을 통해 확인해 보았다. 모니터링 시스템의 하드웨어는 선박의 네트워크 구조에 맞는 chained branch와 dark fiber 병합 방식으로 설계 제작하였고, 2가지 이벤트에 대한 감시 시험 결과 3가지 모두 5 m 이내의 범위로 모니터링하는 것을 확인하였다.

ABSTRACT

Hardware and software of optical network monitoring system for optical network installed in ship for providing massive information are designed and fabricated. And, we investigated whether the fabricated system will accurately monitoring three events of optical cable extension, macrobanding and ferrule dust, which are related with special situation of ship, or not through the experiment. We used the combined method of chained branch and dark fiber for designing and fabricating hardware of optical network monitoring system for optimal corresponding with network configuration in ship. And, we confirmed that the proposed system excellently trace within 5 m range of event point in all three cases by investigating each event experiments.

키워드

Optical network monitoring system, Chained branch, Dark fiber, OTDR, Macrobanding, Connector misalignment, Connector mismatch Monitoring resolution

1. 서 론

크루즈 선박과 군함 등의 특수 선박에 설치된 광 네트워크를 운용하는데 있어 네트워크 구조의 최적화, 데이터의 분산 처리 등의 통신 관련 기술 외에 광 네트워크에서 발생할 수 있는 광 케이블의 단선, 커넥션 손실, 스플라이싱(splicing) 손실, 분기 손실, 커넥터의 미접속에 의한 손실, 커넥터의 오정렬 (mismatch와 misalignment)에 의한 손실 등의 이벤트의 항상적인 감시와 이벤트의 즉각적인 해결도 매우 중요하다. 광 네트워크에서 발생하는 이벤트는 매우 다양하고, 더욱이 광 네트워크는 항상 염분에 노출되어 있고 엔진의 저주파 진동에 영향을 받기 때문에 이벤트에 대한 감시가 중요하다고 볼 수 있다. 아울러 향후

e-Navigation과 같은 최첨단 시스템을 위한 통신망으로 광 네트워크가 사용된다면 선박의 안전 운항의 관점에서도 광 네트워크의 감시 기술 개발은 매우 필요하다.

따라서 본 연구에서는 대용량 정보 제공을 위한 선박 내 광 네트워크가 안전하고 신뢰성 높은 서비스를 제공하기 위하여 필요로 하는 선박이라는 특수 공간을 고려해 설계 제작된 광 네트워크 모니터링 시스템과 선박이라는 특수 공간을 고려한 이벤트들을 감시한 시험 결과를 보고한다. 본 연구에서 사용한 모니터링 시스템의 하드웨어의 핵심인 OTDR 모듈은 육상에서 사용하는 OTDR과 다른 선박의 네트워크 구조를 고려한 chained branches 방식과 dark fiber 방식을 병합하여 설계 제작되었다[1].

II. 특수 선박용 광 네트워크 모니터링 시스템의 설계 및 제작

광 네트워크 선로 감시 시스템의 설계 방식은 광섬유 선별기 (fiber selector)를 이용하여 개개의 분기 광 심선(core)들을 차례로 감시하는 방법, 한 개의 감시 광 파장과 한 번의 측정으로 모든 분기 광 심선들의 상태를 파악하는 방법인 **branch length training** 방식, 감시 광 대역에서 감시 광을 여러 파장으로 나누고, 개별 분기 광 심선마다 하나의 감시 광을 할당하는 방법인 **wavelength routing** 방식, 감시 광이 모든 분기 광 심선을 순서대로 진행해 나가는 방법인 **chained branches** 방식, 서비스 중인 광 심선이 아닌 **ONU(optical network unit)**의 전 구간에 대하여 유희 광 심선을 감시하는 **dark fiber**의 이용 방식이 있다 [2],[3].

본 연구에서 선내 광선로 네트워크 구성은 장비실을 기준으로 트리 구조를 형성하고 하부 구조로 내려갈수록 링 구조 형태에 **dark/live** 광 심선을 갖게 하였으므로 광 선로 감시 시스템 방식 설정에 있어 **chained branches** 방식과 **dark fiber** 방식을 병합하여 다채널 선로 감시가 가능하도록 개발 설계하였다. 즉 그림 1과 같은 구조로 선내 광선로 구축 환경에 맞게 광 스위치와 **WDM(wavelength division multiplexed)** 필터를 사용하여 통신 운용 파장에 영향을 주지 않고 **live** 채널을 감시 할 수 있도록 개발 설계하였다[1].

광선로 감시 시스템의 하드웨어는 기본 구성과 기능적 구성으로 크게 두 가지로 나누어 설계 제작하였다. 기본 구성은 감시 시스템이 기본적으로 구동하기 위해 필요한 하드웨어를 나타내고 있고, 기능적 구성은 감시 시스템의 적용 어플리케이션에 따른 구성으로 구분하였다. 기본 구성은 메인 프레임, 프로세서 모듈, 전원 공급 모듈, **backplane** 모듈, **OTDR** 모듈, 광 스위치 모듈, 시리얼/이더넷 모듈, 이더넷 제어 모듈, 쿨링 모듈로 구성되고, 기능적 구성은 **OTDR** 모듈과 광 스위치 모듈로 구성시켰다[1].

표 1. OTDR 모듈의 주요 사양

구분	Multimode	Single-mode
지원 파장	850 nm, 1300 nm	1310 nm, 1550 nm
다이내믹 레인지	24 dB	40 dB
Channel	32	24
이벤트 및 감쇄 테드존	0.5 / 2 m	

하드웨어의 주요 사양을 살펴보면, 마이크로프로

세서는 32bit RISC processor (IBM Power PC embedded processor core), RAM은 DDR SDRAM, 인터페이스는 Ethernet, USB, USART, IIC, SPI과 PCI로 구분하였고, 소비 전력은 30 W, 정격 퓨즈는 2.5 A, 스위칭 속도는 25 ms/Port로 하였다. **OTDR** 모듈의 주요 사양은 표 1과 같이 설계 제작하였다.

광선로 감시 시스템은 실질적인 광선로의 물리적 부분을 측정, 분석할 수 있도록 한 하드웨어 기반의 분석 개발 장비이기 때문에 소프트웨어는 하드웨어에서 1차적으로 분석된 결과를 기반으로 기준 측정 파형 대비 실시간으로 변화하는 파형을 상호 비교 감시하여 사용자에게 그 분석된 결과를 보여주며, 또한 분석된 결과를 2D 또는 3D로 위치를 표시하여 광 선로 감시의 효율성을 증대 및 유지보수 시간을 단축시켜주는 것을 목표로 개발했다.

소프트웨어의 논리적 개발 환경은 Microsoft NET Framework 2.0 + XNA Framework 3.1(3D)을 기반으로 개발되었다. 기본적인 프로그래밍 언어는 C++을 채택하여 개발하였고, 통신 방식은 IP 기반의 이더넷 통신 방식과 포트를 사용하여 동시에 여러 개의 하드웨어를 제어하는 방식을 채택 설계되었으며, Framework 3.1을 기반으로 그래픽 2D 및 3D까지 지원이 가능하도록 개발하였다. 3D 디스플레이의 경우 Google Earth에서 제공하는 Sketch 소프트웨어를 기반으로 X, Y, Z 좌표를 구현하여 선내 광선로 이상 유무를 육안으로 쉽게 확인할 수 있도록 설계 제작되었다[1].

III. 모니터링 시험 결과 및 분석

우선 제작된 선박용 광 네트워크 감시 시스템을 통한 광 네트워크 이벤트 감시 시험을 위한 준비 단계를 수행하였다. 이를 위해 50.2 m 길이의 48심 더미 케이블 (dummy cable), 27.3 m의 2심 케이블, 3.1 m의 2심 패치 코드 (patch cord)를 사용하여 기준 채널을 설정하고 준비된 케이블과 패치 코드를 연결한 후 기준파를 측정하였다. 기준 채널 외의 타 채널에 동일한 조건을 설정하고 기준 채널과 비교하여 얻어진 편차 값을 가지고 매개변수 및 시스템 내외 접속 상태를 수정하였다. 또한 감시 시스템의 소프트웨어 운용을 위한 측정 파라미터의 초기 값을 아래와 같이 설정하였다[1].

- o 측정거리 : 0.0 ~ 2.0 km
- o 펄스폭 : 3 ns
- o 측정 파장 : 850 nm
- o 굴절률 : 1.465
- o sample distance : 0.08 m
- o Averaging : 5 sec



그림 1. 이물질이 부착된 광 커넥터 내부

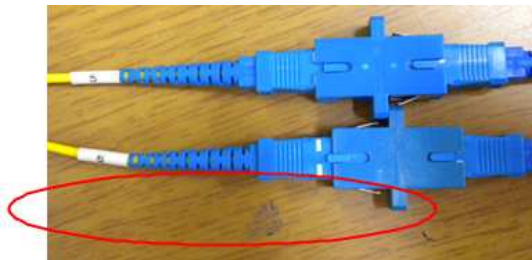


그림 2. 오접속된 광 커넥터

본 연구에서 가정하고 시험한 이벤트는 선박이 항상 외부에 노출되어 있고 기관 등에서 발생하는 분진의 영향을 고려한 이벤트인 페룰에 먼지 유입 (ferrule dust)과 선내 진동이나 충격에 의해 커넥터와 어댑터 정렬이 비정상적으로 탈락되는 경우 커넥터 오접속의 2가지 경우이다. 그림 1은 ferrule dust 시험을 위해 사용된 이물질이 부착된 커넥터 내부 사진이고, 그림2는 커넥터 오접속 이벤트 측정을 위해 조작한 오접속한 커넥터 사진이다.

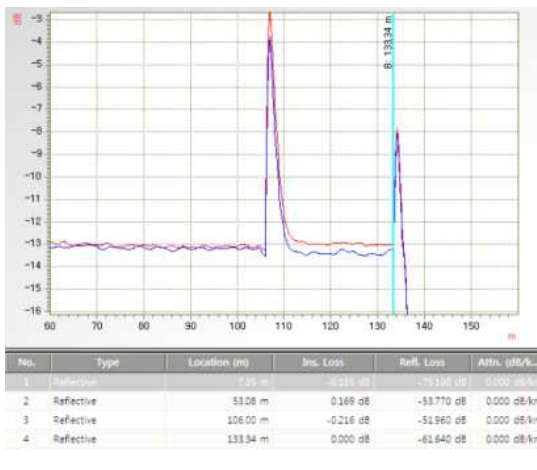


그림 3.ferrule dust 이벤트 측정 결과

그림 3은 ferrule dust 이벤트를 감시한 결과를 나타낸 그래프로, 본 측정에서 사용한 ferrule

dust 이벤트는 선로 연장 이벤트에 사용된 100 m의 케이블 다음에 이물질이 묻은 커넥터를 통해 약 27.3 m의 케이블을 추가 연결하여 설정하였다. 그림 3을 살펴보면, 106 m 이후 지점에서 ferrule 단면에 이물질로 인한 IL 손실이 나타나고 운용자 측정 과정에서 구간 손실이 발생하는 것으로 ferrule dust의 이벤트를 확인할 수 있다.

그림 4는 커넥터 오접속 이벤트를 감시한 결과를 나타낸 그래프로, 53.39 m 지점에서 첫 번째 커넥터 손실 피크 과정 이후 선로 손실이 발생되며, 그림 3의 매크로 밴딩 이벤트에서 얻어진 과정과 비교해 보면 기준과에 비해 약 3 m 이전 지점에서 접속 손실이 나타나는데 이는 커넥터 오접속에 의한 것이라고 판단할 수 있다.

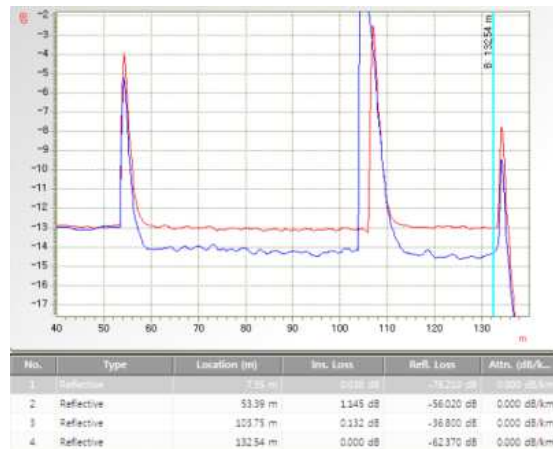


그림 4.커넥터 오접속 이벤트 측정 결과

IV. 결 론

특수 선박에 설치된 광 네트워크를 모니터링하기 위한 시스템의 chained branches 방식과 dark fiber 방식을 병합한 하드웨어와 소프트웨어의 설계와 제작에 대해 살펴보았고 ferrule dust과 커넥터 오접속의 2가지 이벤트를 감시하는 시험을 통해 개발된 감시 시스템의 기능과 성능을 확인해 보았다.

본 연구에서 제작한 선박용 광 네트워크 감시 시스템은 고려한 2가지 이벤트 모두를 5 m 이내의 정확도 (resolution)로 양호하게 모니터링하는 것을 확인하였다. 정확도 측면에서는 현재 세계적 수준이기는 하지만 좀 더 정확한 감시와 고품질 네트워크 서비스를 위한 1 m 이내의 감시 오차를 갖는 모니터링 시스템 개발을 향후 연구를 통해 구현해보도록 하겠다.

참고문헌

[1] 이성렬, 박재민, 류광수, 황의창, 황남석 "Chained Branches와 Dark Fiber 병합 방

- 식을 이용한 선박용 광 네트워크 감시 시스템 제작", *한국항해학회논문지*, 제 16권 2호, 2012.
- [2] 이우람, 조승현, 김봉규, 박재동, 김병휘, "과장분할다중방식 광통신망의 모니터링 방식에 관한 기술 동향," *전자통신동향분석* 제 19권 제5호, 2004.
- [3] R. Hui, and M. O'Sullivan, *Fiber Optic measurement Techniques*, Academic Press, 2009.
- [4] 최영복, 권병성, 박수진, "FTTH(PON) 감시 기술 동향," *주간기술동향*, 제1393호, pp. 1 - 12, 2009.