

스마트 폰을 이용한 광 통신망 감시 시스템

정 소 기[°]

Optical Network Monitoring System Using Smart Phone

So-Ki Jung[°]

요 약

본 논문은 스마트 폰을 활용하여 광 전송망 구간을 실시간으로 감시하는 시스템이다. 기존의 광 통신망 구간은 스마트 폰과 접속함체의 여장판에 스위치 설치를 활용하여 현장의 상황을 실시간으로 인지 하는 시스템이 없었다. 본 연구는 스마트 폰의 Application과 접속함체 스위치를 이용하여 실시간으로 유지보수를 할 수 있도록 했다. 스마트 폰 Web은 접속함체 장애 위치를 찾는데 유용하며, 접속함체 내부에 있는 여장판 벨크로 타이틀을 분리하면 스위치가 작동하여 심선의 밴딩을 주어서 push message를 발생하게 한다. 접속함체 작업과 장애가 발생하면 스마트 폰을 이용하여 OTDR측정을 하여 위치 추적을 할 수 있도록 하는 연구이다. 스마트 폰을 이용하여 실시간 광케이블 구간을 관리함으로써 장애 시간 단축과 전송망 품질을 효율적으로 유지보수 할 수 있다.

Key Words : Optical transport network, real time monitoring system, Smart phone application, optical cable closure switch, Smart phone OTDR

ABSTRACT

In this paper, optical transport network in real time monitoring system using smart phone. The existing housing using monitoring was a smart phone of optical transport network access switch about an event with new installation of cognitive system in real time. This paper can this problem to be solved of the invention in real time maintenance using smart phone application and optical cable closure switch. If you want to find optical cable closure fault location, this smart phone web is very useful. Cable tie is isolation of fiber spare board from fiber switch tie occur push message. Housing and access, and an external failures otdr the measurement of the global positioning to be able to easily using the This paper can find event of optical cable closure unauthorized work and fault using smart phone OTDR function. the optical cable fault time reduction and network transport quality by managing real time optical cable section by using the smart phone can be maintained efficiently.

1. 서 론

최근 통신 기술은 모바일 기기 확산으로 다양한 유무선 통신 서비스를 제공하고 있다. 다양한 통신 서비스는 스마트 폰을 활용하여 데이터와 미디어 서비스까지 확대하고 있다. 시대가 발전하면서 고객의 기대 수준도 변화하고 있으며, 시장의 역동성으로 인해 세

로운 서비스 출시가 빨라지고 있다. 그래서 기업은 시장의 역동성에 맞추어 서비스 품질 보장을 해야 한다^[1]. 서비스 품질은 눈으로 보이는 것보다는 사람들의 행동을 통해 이루어지기 때문에 지속적으로 품질 관리를 하는 것이 어렵다^[2]. 정보통신 기업들은 고객의 품질을 보존하기 위해서 서비스 품질 관리를 강화하는 방안을 강구하고 있다. 서비스 품질 관리 강화를

[°] First and Corresponding Author : SKbroadband Infra Strategy Team, mkgg0107@naver.com, 종신회원

논문번호 : KICS2016-10-291, Received October 6, 2016; Revised December 3, 2016; Accepted December 14, 2016

위해서는 서비스 전달 매개체인 장비와 선로의 장애가 발생하지 않도록 유지보수에 비용 투자를 하고 있다. 장비의 장애는 기술적인 경험이 많은 전문 운용 구성원들이 통신 국사에 상주하고 있거나 원거리도 장애처리가 가능하도록 하고 있다³⁾. 그러나 선로는 다양한 외부의 도로공사와 작업 등의 환경 요인에 노출이 되어 있어 유지보수가 어렵다. 이러한 환경적 요인들로 인해 유지보수 구성원들이 직접 선로가 설치된 현장을 확인 하고 있다. 하지만, 제한된 인력, 비용 등으로 인해 유지보수 구성원들이 많은 현장을 실시간으로 감시할 수 없다. 통신망 감시는 미디어인 CCTV 등을 이용하여 인명 구조와 같은 위급상황 발생 등에 활용되고 있으며, 이러한 미디어 융합 기술 등은 사회 전반적으로 다양한 산업 기술의 결합으로 인해 급속히 변화되고 있다⁴⁾. 다양한 산업 기술의 융합은 광통신 전송망 시설물의 유지보수에도 도입되고 있다. 통신 시설물의 안정적인 유지보수를 위해서는 실시간으로 스마트 폰을 활용한 감시 기술이 도입되어야 한다. 기존에는 광케이블을 이용하여 감시시스템 구현하는 방식의 연구가 있었다. 광 커플러를 이용한 감시 시스템 구현 방식은 광케이블 수용 방법에 따라 OTDR 측정과 광 파워미터 측정방식으로 나누어서 연구가 진행되었다. 광커플러를 이용한 감시 시스템은 중앙제어 국에 측정 장치를 통해 광케이블 단선 및 레벨 변동이 발생하였을 경우에 자동으로 감시 서버에 정보를 전달하는 방식이다⁵⁾. 현재까지의 대부분의 광선로 감시 시스템은 OTDR(Optical Time Domain Reflectometer) 후방 산란법과 GIS를 이용하여 이벤트 구간을 측정하여 서버에 전송하며, 광케이블 모니터링을 하는 방식이다⁶⁾.

본 논문은 운용 또는 유휴 광선로의 상태를 스마트 폰을 이용하여 실시간으로 감시하며, 장애 위치를 신속하게 추적하여 복구시간과 고객 피해를 최소화시키기 위한 연구이다. 과거 감시 시스템은 광선로의 밴딩, 단선 등의 장애가 발생을 하면 선로 유지보수 구성원이 직접 통신 국사에 출동하여 OTDR 을 이용하여 장애 위치를 추적하였다. 선로 구성원이 직접 OTDR을 측정하는 방식은 선로 유지보수 출동과 위치 추적이 늦어지면서 장애 복구 시간이 길어진다. 또한 인터넷을 통한 주식거래, 은행 이체 등 경제적 손실과 유지보수 장애 복구비용 등이 발생을 하여 비효율적이다⁷⁾. 이 방식을 보완하기 위해 스마트폰을 활용하여 장애위치 추적 등 장소와 시간 등의 영향을 받지 않고 유지보수를 하도록 하였다. 그리고 광케이블 접속함에 잠금장치나 Tray 등을 설치하여 운용하였던 방식

을 여장판의 벨크로 타이클을 이용하여 합체 개방 등의 작업 등을 통제하도록 구성하였으며, 스마트 기기에 다양한 Application 기능을 개발하여 유지보수에서 발생하는 시간, 비용적인 문제를 해소하도록 하고 있다⁸⁾. 특히, 외부 광 전송망의 접속함체 개폐, 광선로의 손실특성을 주기적으로 측정, 비교, 분석하여 통신 서비스 중단을 미연에 방지하는 등 효율적인 광선로 운용 기능을 제공한다. 그리고 실시간으로 스마트 폰을 활용하여 장애 위치 추적을 신속하게 추적하고, 서비스 중단시간을 줄일 수 있다⁹⁾. 광선로는 종류에 따라 P to P와 Ring, Access망, Metro망, Core망 등에 적용이 가능하다. 다양한 통신망은 스마트 폰 OTDR 측정 기능 프로그램을 개발하여 우수한 정확도와 전송망 시설물 탐색, Event Driven 방식의 효율적인 시스템 구조로 운용 할 수 있다⁹⁾. 그리고 실시간 감시를 위해서는 OTDR 광센서 수명 연장이 가능하여야 하며, 주요모듈 Plug-In방식 등 용량 증설 및 유지보수가 용이하고 쉽게 사용 하도록 하였다. 또한, 시설물 위치 정보 제공을 위해 GIS와의 연동(Map)으로 장애 위치 구현, SMS 및 E-Mail을 통한 메시지 전달을 통해 불필요한 대기 업무를 최소화한다⁹⁾. 광선로는 유리섬유로 제작되며, 내부에서 광신호가 전반사되면서 외부로 이탈하지 않고 빠르고 정확하게 전달되도록 유도한다¹⁰⁾. 광선로가 보다 많은 고객에게 통신 서비스를 제공하기 위해서는 중간에 접속함체를 설치하여 다양한 통신경로에 서비스를 제공한다. 접속함체는 지중, 가공인 옥외나 건물 외벽에 설치되기 때문에 전문 작업자 이외에는 쉽게 접근하기 어렵다. 그리고 최근에는 IoT, 5G 등 통신의 발전 속도가 빨라지면서 다양한 외부 환경에 많은 접속함체를 설치해야 한다. 다양한 통신 서비스를 제공하기 위해 접속함체들은 외부에서 작업 등이 일어나는 것을 유지보수 구성원이 파악하기 어렵다. 특히 정당한 권한이 없는 사람이 접속함체를 개방하여 내부 연결 장치를 훼손시키면 통신망이 마비되기 때문에 잠그거나 작업 여부를 확인하는 시스템이 필요하다. 이러한 문제점 해결 방안으로 접속함체 내부에 광심선 여장판을 고정하며, 벨크로 케이블 타이클에 광 스위치 수동소자를 설치한다. 그리고 함체의 개폐 후 여장판 작업 상태에 따라서 감시용 광심선을 누르거나 당기는 스프링 기능을 내장하여, 감시용 광 신호를 차단함으로써 함체의 작업을 스마트 폰과 통신 국사 중앙에서 감시 확인할 수 있도록 한다. 본 연구는 스마트 폰에 OTDR 측정, GIS 지도 Map 시스템, 행정도면 등과 접속함체(Optical Fiber Closure)의 개·폐 작업 스위치 등과 연동을 시켜 광

선로 장애 위치 및 품질 변화에 대해서 감지하도록 연구하였다⁹⁾. 스마트 폰을 이용한 접속함체 내부의 스프링 형 스위치 연구는 스마트 폰 웹 개발사인 동원 T&I와 스프링 형 감지 스위치 제조사 유니트 테크놀리지와 유빈스에서 제작하여 현장에 시제품을 시범 적용하였으며, 연구자의 발명품을 근거로 자료를 특허 출원하였으며, 본 연구를 하였다. 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 스마트 폰 감지 프로그램과 접속함체 내부의 스위치와 구성요소에 대한 작동 방법을 설명한다. III장에서는 스마트 폰 감지 프로그램의 현장 실험 내용과 접속함체 내부의 여장판에 설치된 스위치에 대해 동작을 실험하였으며 그리고 마지막으로 IV장에서는 논문의 결론과 향후 미래 연구 방향을 제시하였다.

II. 스마트 폰 감지 프로그램과 광 접속함체 스위치 작동 원리

스마트 폰을 이용하여 사물간의 통신을 제어 하는 어플리케이션 개발이 활성화 되면서 다양한 방식의 환경을 사용자의 편의성에 맞추어서 사용할 수 있다. 스마트 폰은 이와 같이 외부의 다양한 환경 정보를 송·수신하여 취득 할 수 있는 장치이다²⁾. 스마트 폰을 활용한 다양한 정보 취득은 생활의 안전과 편리성을 높여 주고 있다. 하지만, 최근의 정보통신망 등의 고도화로 광통신망 고도화가 되고 있다. 그 중 광케이블은 외부 환경에 맞추어 구축되면서 가공, 지중 등 특수한 환경 등을 고려하여 구축을 하기 때문에 다양한 위험에 노출된다. 그래서 외부의 다양한 위험 환경에 대해 스마트 폰을 이용한 실시간 장애 감지와 위치 추적을 할 수 있는 기능 개발이 필요하다.

그림 1은 유무선 통신망 시스템 구성도이다. 그림

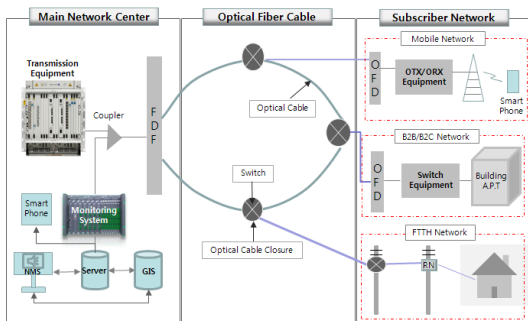


그림 1. 감시시스템 개황도
Fig. 1. Optical cable monitoring system functional block diagram

I에서 중앙관리센터는 전송장비와 감시 장비 등이 광케이블과 연동 되어 모니터링 하는 시스템으로 구축이 되었으며, 광케이블을 이용하여 무선 통신과 B2B와 B2C 네트워크 회선 서비스를 연결 시켜주는 기능을 한다. 그리고 광케이블은 외부에 노출된 가공, 지중 케이블에 전송장비의 광 신호를 전달하는 역할을 하고 있으며, 접속함체를 설치하여 광케이블간의 연결과 분기 역할을 한다. 접속함체는 여러 지역으로 서비스를 제공하기 위해서 신규 B2B와 B2C 고객의 개통작업 등으로 인해 불특정다수의 작업자들에 의해서 개방이 된다. 작업자들에 의해 접속함체가 개방이 되면 기존 사용 중인 회선까지 장애의 위험에 노출이 된다. 그래서 접속함체 내부에 다양한 감시 장치를 설치하여 실시간으로 현장 관리를 하고 있다. 과거의 감시 장치 등은 접속함체 뚜껑 내부에 트레이를 설치하여 심선 밴딩과 접속 커넥터의 분리를 통해 모니터링을 하였다⁸⁾. 하지만 접속함체 뚜껑에 트레이를 설치하면 고정 나사가 트레이 무게로 인해 빠지거나 접속함체 뚜껑이 구멍이 발생하여 날씨와 외부 환경의 영향으로 함체에 수용된 심선이 장애 위험도가 높아진다. 이러한 방법을 해소하기 위해 함체 내부에 여장판을 고정시키는 벨크로 타이를 이용하여 감시시스템을 개발하면 고장의 위험 요인이 줄어든다. 모든 접속함체 내부에 설치되어 있는 여장판 고정용 벨크로 케이블 타이와 일체형으로 스위치를 개발하여, B2B/B2C회선 등 개통 시 접속함체 내부에 있는 여장판 벨크로 케이블 타이를 분리하게 되면 스위치가 작동하여 심선을 밴딩 시켜서 이벤트 알람을 감시 시스템 전달하여 스마트폰으로 확인 할 수 있도록 하였다. 그리고 통신망을 감시하는 중앙 관리센터의 GIS와 NMS를 통해 접속함체 위치를 추적하여 유지보수를 하는 구성원들에게 알려 주는 역할을 하고 있다. 이러한 광선로 장애 위치 추적 등의 기능들은 스마트 폰에 Application으로 개발하여 광선로 감시시스템과 SNMP 기능을 연동하여 유지보수 구성원들이 직접 PC와 스마트 폰을 이용하여 장애 위치를 추적한다. 감시시스템은 스마트폰을 통해 선로 장애 시설물 위치를 GIS와 연동하여 활성화 창에 표현해주며, OTDR기능을 통해 시설물 위치를 추적하도록 하였다. 따라서 광선로 유지보수 구성원은 스마트폰을 이용하여 시간과 장소에 영향을 받지 않고 선로 장애 감시를 할 수 있다. 아래 표1은 스마트 폰과 연동되는 선로 감시 시스템 간의 구성 및 측정 항목 이다. 표1에서 실제 운용심선은 측정하고자 하는 종단에 1,625/1,650nm 감시파장을 반사시키는 Filter을 설치하여 P to P와 Ring 형태의 유

선통신망 구성 Toplogy에 적용 할 수 있도록 하였으며, 예비 심선을 이용한 1,550nm 감시 파장을 사용하여 중단 Filter 등의 수동 소자 설치가 없어도 측정이 가능하도록 하였다.

표 1. 광섬선의 파장 구성 현황^[9]
Table 1. The Wavelength component of Optical fiber

Article	Contents	Configuration	Note
Active Fiber	OTDR	1,650nm	OTDR & Monitoring Wavelength to convey Add/Drop Filter and Bypass Filter additional configuration
	Monitoring wavelength	1,625/1,650nm	
	Measuring distance	80km ~100km	
Dark Fiber	OTDR	1,550nm	Dark fiber 1,650nm out band of OTDR & monitoring channel using possible to use
	Monitoring wavelength	1,550nm	
	Measuring distance	100km ~120km	

스마트 폰의 Application은 광선로 감시 시스템 기능들을 연동하여 개발한다. 그림2는 스마트 폰에 EMS 토폴로지와 경보관리, 광선로 데이터, 이벤트 뷰 메뉴 Tab, OTDR 측정 등으로 구성되어 있다. 이벤트 뷰는 경보표시, 발생시간, 경보 등급을 Critical, Major, Minor로 출력하여 작동하게 하였다^[9]. OTDR 측정은 그래프, 이벤트 테이블, 측정 파라미터 값 팝업 출력, Marker A, B를 On, Off 가능하도록 하며, 선로 측정값을 반사 이벤트, 비 반사 이벤트가 검출된 지점에 대해서 번호를 부여하여 표시한다. 그리고 가로측은 선로 거리, 세로측은 선로 dB값을 나타냈다. 그래프는 Spread와 Pinch 기능을 통한 줌 확대와 축소 가능하도록 하였다^[9]. 즉, 스마트 폰 화면에 이벤트가 발생하면 광 파워 임계치를 초과 할 경우 경보 관리를 하게 했고, 경보에 따라 해당 선로에 대해서 위치를 추적하기 위해 광케이블 위치를 측정 할 수 있는 OTDR 기능들을 화면에 구현 하도록 하였다.

표 2는 스마트 폰 Application 작동 기능 개발 항목들에 대한 설명이다. 경보관리는 일시와 등급, 위치 등의 메시지를 나타 낸다. 그리고 광선로 데이터는 위치와 파장에 대한 입·출력의 광 손실 값과 지연 거리 등이다. 선로 고장이 발생 하였을 때는 이벤트 조회와 테이블에 맞추어서 발생 시간과 해제 시간, 장애 등급, 시설물 명칭, 손실 값 등을 그래프에 표현 할 수 있다. 표2의 내용 등은 스마트 폰에 각 메뉴별 아이콘 출력



그림 2. 스마트 폰 Application MMI^[9]
Fig. 2. Smart Phone Application MMI

표 2. 스마트 폰의 감시 Application 구성^[9]
Table 2. Monitoring System Application composition of Smart Phone.

Alarm Monitoring	Optical line DATA	Event Search	OTDR Measuring	Event Table
Event work/time	location	Event type/alarm	Distance (km)	Graph
Alarm Class	Pulse length(nm)	Event of Release time	Pulse length(ns)	Location/Widening (m)
Alarm Location	In Put/Out Put(dBm)	Class	Time(s)	Closure no
Message	optical loss (db)	Location	Wavelength(nm)	Insert/Return loss (db)
	delay(μs)	Message	Default value/Button	Slope (db/km)
	distance (m)		End of Threshold (db)	Accumulated loss(db)

으로 Touch Gesture으로 사용하도록 되었다. 경보 등급은 Critical, Major, Minor로 구분한다. 스마트 폰에는 Graph, Data Table 형태의 가로 방향고정으로 구성을 하였다. Wirefram 중 Application과 연동하기 위한 서버 IP 설정 버튼 등을 팝업 화면에 출력 한다^[9]. 이상에서 스마트 폰 웹의 구조와 작동원리를 설명하였다. 다음은 접속함체 내부의 벨크로 케이블 타이 방식의 스위치 작동원리에 대한 연구이다.

그림 3은 함체 내부의 여장판에 설치한 광 스위치의 연결 구조를 나타낸 블록도이다. 광 신호 전송시스템은 데이터를 광 신호에 결합시켜 송·수신하는 광전

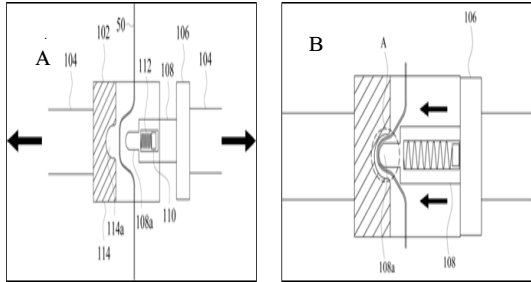


그림 3. 감시합체 스위치 시스템 개황도^[11]
Fig. 3. Optical Closure Switch system block diagram

송장치(10)에 연결된 통신선로(40)를 사용한다. 실제 사용 중인 광케이블 선로(40)는 다수의 합체(60)를 통과하면서 먼 거리까지 광 신호를 전달한다^[11].

광 스위치(100)는 통신망에 사용되는 합체(60)에 설치되는데, 합체(60)의 개폐 여부를 확인하기 위해서만 사용되는 감시용 광선로의 예비 코어(50)가 광 스위치(100)를 통과한다^[11]. 감시용 광선로 예비 코어(50)는 OTDR(30)을 통해 서버(20)에 연결된다. OTDR(30)은 "Optical Time Domain Reflectometer"의 약자로서, 광 통신망의 손상이나 절단 등 이상 유무를 측정할 수 있는 계측기를 말한다. OTDR(30)은 감시용 광선로의 예비 코어(50)를 통해 입력되는 광신호의 출력이나 주파수 등을 측정하여 정상적인 상태의 광신호가 전해지고 있는지를 확인한다^[11]. 광신호의 출력이나 주파수, 위상 등이 변형된 경우에는 증감상태 등을 분석하여 얼마나 떨어진 거리에 있는 장치에서 이상이 생겼는지를 확인할 수 있다. 서버는 광케이블 접속합체 내부에 설치된 스위치에 대한 위치정보를 저장하며, 불특정 다수의 작업자들에 의해 개방된 접속합체를 확인하여 관리자에게 전달한다. OTDR(30)은 감시용 광선로(50)에 생긴 광신호의 변형을 감지하여 합체(60)의 상태를 파악할 수 있다^[11].

그림 4는 A는 제1실시 예에 따른 광 스위치를 설치한 상태를 나타낸 사시도이며, B는 A의 광 스위치의

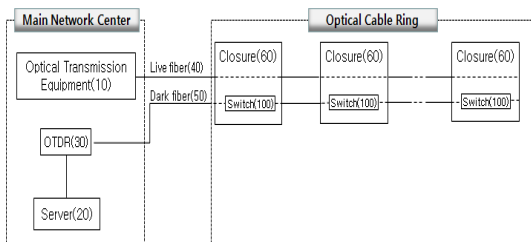


그림 4. 광 스위치의 사시도^[11]
Fig. 4. Partially cutaway perspective view of Optical Switch

구조를 상세하게 나타낸 사시도, 그림 5는 접속합체를 개발 하였을 때 광 스위치가 광 신호를 차단하는 상태에 대한 내부 구조를 나타낸 단면도이다^[11].

그림 4의 광 스위치(100)는 그림3 합체(60)의 내부에 설치되는 여장판(70)의 바깥을 감싸는 형태로 만들어 지는데, 몸체(102)의 좌우측에 스트랩(104)이 연결되고, 스트랩(104)은 여장판(70)의 바깥쪽 표면에 밀착되면서 여장판(70)이 열리지 않도록 한다. 그리고 몸체(102)에는 감시용 광선로(50)가 통과하며, 내부에는 감시용 광선로(50)를 누르거나 당기는 수단이 구비된다^[11]. 스트랩(104)으로 여장판(70)을 고정시키기 위해 바깥에 팽팽하게 묶으면 스트랩(104)의 인장력에 의해 스트랩(104)이 고정된 연결부재(106)가 당겨지면서 동시에 스위치노브(108)가 몸체(102)의 바깥으로 당겨진다^[11]. 스위치노브(108)의 위치에 따라 감시용 광선로(50)의 물리적인 형태가 다르게 되고, 광신호가 차단되거나 통과된다^[11]. 광스위치(100)의 몸체(102)는 여장판(70)의 바깥쪽 표면에 밀착되도록 설치되는데, 몸체(102)의 내부에는 스위치노브(108)가 내장되며, 스위치노브(108)는 몸체(102)의 일측 개구부를 통해 몸체(102) 내부로 출입이 가능하다^[11]. 스트랩(104)은 여장판(70)의 바깥을 묶을 수 있는 수단으로서, 벨크로나 고무, 패브릭, 금속밴드 등으로 만들어진다^[11]. 몸체(102)의 내부에서 슬라이딩 운동을 하는 스위치노브(108)는 연결부재(106)를 통해 스트랩(104)과 결합된다^[11].

그림 5의 감시용 광선로(50)는 몸체(102)의 내부를 관통하여 설치되며, 다음 장소의 그림3,4의 합체(60)에 포함된 여장판(70)에 연결되도록 하는 것이 바람직하다^[11]. 스위치노브(108)는 내부에 공간이 형성된다.

그림 5의 A 말단부에는 돌출부(108a)가 형성되어

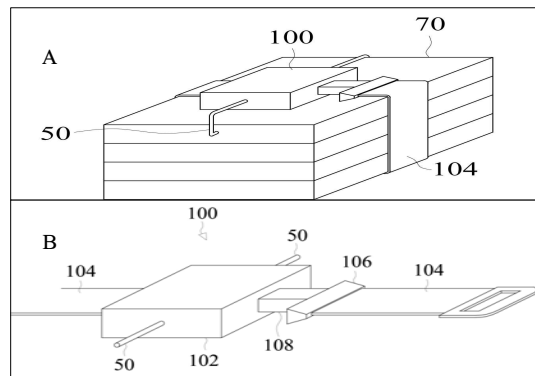


그림 5. 광스위치의 내부 구조도^[11]
Fig. 5. Optical Closure Switch system of Internal Constitution

있는 구조를 갖는다¹¹¹. 몸체(102) 내부의 벽면에는 스토퍼(110)가 돌출되게 형성되며, 스토퍼(110)는 스위치노브(108) 내부의 공간에 삽입된다. 그리고 스위치노브(108) 내부의 공간 일측에는 스프링(112)이 삽입되는데, 스프링(112)은 스위치노브(108) 내부의 벽면과 스토퍼(110) 사이에 설치된다. 바람직하게는 스위치노브(108) 내부의 공간에서 연결부재(106)가 있는 방향의 반대쪽 벽면과 스토퍼(110) 사이에 스프링(112)이 들어가도록 한다. 이로 인해서 스프링(112)의 탄성력이 스토퍼(110)에 대해서 스위치노브(108)를 몸체(102)의 내부방향으로 움직이도록 당겨준다. 따라서 스위치노브(108)에 아무런 힘을 가하지 않은 상태에서 스위치노브(108)는 몸체(102)의 내부로 끌려들어 가게 된다¹¹¹. 몸체(102)의 내부에서 스위치노브(108)가 스프링(112)에 의해 끌려가는 방향의 벽면에는 받침부(114)가 설치되며, 받침부(114)에는 감시용 광선로(50)가 벤딩이 되어 밀려들어가는 오목홈(114a)이 형성된다¹¹¹. 바람직하게는 스위치노브(108)의 말단에 형성된 돌출부(108a)의 전부 또는 일부가 오목홈(114a)의 내부로 들어갈 수 있는 위치 및 방향에 형성한다. 그리고 스위치노브(108)의 돌출부(108a)와 오목홈(114a)의 사이에는 감시용 광선로(50)가 가로질러 지나가도록 한다. 따라서 스위치노브(108)가 움직이면서 돌출부(108a)가 오목홈(114a) 방향으로 움직이면, 돌출부(108a)가 감시용 광선로(50)를 밀면서 감시용 광선로(50)가 휘어진다¹¹¹.

그림 4 A, 그림 5 A에 도시된 것처럼, 광스위치(100)를 여장판(70)의 바깥에 고정시키면, 스트랩(104)에 장력이 가해지면서 스트랩(104)에 고정된 스위치노브(108)가 몸체(102)의 바깥으로 빠져나온 상태가 된다. 이 때에는 스위치노브(108)의 돌출부(108a)가 감시용 광선로(50)에 힘을 가하지 않기 때문에 감시용 광선로(50)는 구부러짐이 없어 감시용 광신호를 손실 없이 그대로 통과시킨다¹¹¹. 이 상태에서 스트랩(104)의 버클을 풀어 여장판(70)을 열면, 스트랩(104)에 가해지던 장력이 해제되면서 스프링(112)의 탄성력에 의해 스위치노브(108)가 몸체(102)의 내부로 끌려들어가게 된다. 그리고 스위치노브(108) 말단부의 돌출부(108a)가 감시용 광선로(50)를 누르면서 오목홈(114a)의 내부로 밀려들어간다¹¹¹. 감시용 광선로(50)에는 여장판(70)의 상태 파악을 위한 광신호가 일정한 출력과 주파수로 전송되는데, 스위치노브(108)의 움직임과 감시용 광선로(50)의 변형으로 인해 광신호의 출력이나 주파수가 통과되거나 차단된다¹¹¹. OTDR(30)은 감시용 광선로(50)를 통해 송수신되는

광신호의 차단 여부를 감지하여 여장판(70)이 개방되어 있음을 확인할 수 있다. 정해진 일정에 따라 유지 보수 작업을 하기 위해 여장판(70)을 개방한 경우가 아니라 사고 또는 침입자에 의해 여장판(70)이 열린 때 광스위치(100)는 경고 알람을 중앙시스템에 전달하여 조치가 이루어지도록 한다¹¹¹. 이와 같이, 광스위치(100)를 여장판(70)와는 별개의 장치로 구성함으로써 기존에 설치된 합체(60)에 추가로 감시시스템을 구축할 수 있는 장점이 있다¹¹¹.

그림 6의 스위치노브(304)가 슬라이딩 운동을 하며, 스위치노브(304)의 상단은 몸체(302)의 외부로 노출된다¹¹¹. 스위치노브(304)를 누르면 스위치노브(304)가 몸체(302)의 내부로 밀려들어간다. 그리고 접촉함체 잠금장치가 열리면 그림 6의 A에 있는 스위치노브(304)의 접촉이 해제되어 다시 몸체(302)의 외부로 돌출된다¹¹¹. 그림 6 스위치노브(304)의 내부에는 스프링(308)이 설치되는데, 스프링(308)은 몸체(302)의 내부 벽면에 돌출 형성된 스토퍼(306)에 접촉하면서 설치된다. 그리고 제1실시 예에서와는 반대로, 스프링(308)은 스위치노브(304)가 몸체(302)의 외부방향으로 나가도록 하는 탄성력을 발휘한다. 따라서 스위치노브(304)에 대한 압력을 해제하면 스위치노브(304)는 몸체(302)의 바깥으로 밀려나간다. 스위치노브(304)의 하단부에는 역시 돌출부(304a)가 형성되며, 돌출부(304a)에는 관통공(304b)이 형성된다. 관통공(304b)에는 감시용 광선로(50)가 관통하여 지나간다¹¹¹. 스위치노브(304)의 돌출부(304a) 주위에는 받침부(310)가 설치되고, 받침부(310)에는 오목홈(310a)이 형성된다¹¹¹. 오목홈(310a)은 스위치노브(304) 방향으로 설치되며, 이로 인해 감시용 광선로(50)는 스위치

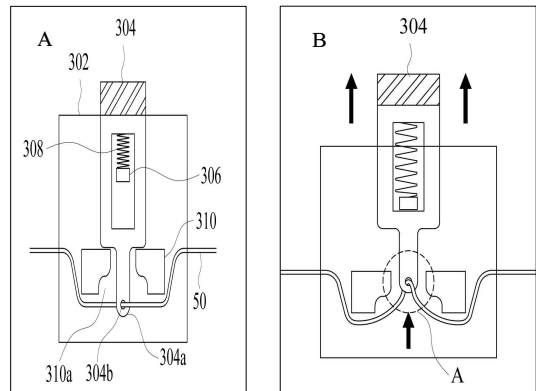


그림 6. 광 스위치 내부 단면도¹¹¹
Fig. 6. Internal Constitution Sectional View of Optical Switch

노브(304)가 몸체(302)의 바깥으로 움직이는 과정에서 오목홈(310a)의 내부로 끌려들어가면서 휘어진다^[11]. 그림 6B의 스위치노브(304)의 접촉이 해제되면, 스프링(308)의 탄성력에 의해 스위치노브(304)는 바깥으로 빠져나오게 된다. 관통공(304b)에 끼워져 있던 감시용 광선로인(50)은 스위치노브(304)의 이동과 함께 변형되면서 오목홈(310a)의 내부로 끌려들어간다^[11]. 이 과정에서 감시용 광선로(50)를 통해 전달되는 감시용 광 신호는 차단되고, OTDR(30)은 함체(60)의 개방 여부를 확인할 수 있게 된다. 감시용 광선로(50)가 돌출부(304a)의 하단에 형성된 관통공(304b)을 통과하면서 설치되는 것으로 설명하였지만, 경우에 따라서는 돌출부(304a)에 고리 또는 홈을 형성하여 감시용 광선로(50)가 끼워지는 것으로 설정할 수도 있다^[11]. 이상에서 스마트 폰 광선로 감시 Web과 접속함체 내부의 스위치 구조와 작동원리에 대해서 설명하였다. 다음은 현장에 실험한 내용에 관한 연구 내용이다.

III. 실험내용

스마트 폰 광 선로 감시시스템은 접속함체에 스위치 설치를 실제 현장에 적용하여 그림8에서 실험한 결과이다. 이 시스템은 스마트 폰에 Application을 설치하여 장애 경보관리와 위치를 추적한 것이다.

그림8은 토폴로지를 활용하여 경보관리조회, 광선로의 파장, 광파워 및 손실 정보 등을 표시하고, 후방산란법을 이용하여 광섬유 장애지점을 찾을 수 있는

OTDR측정 Button을 선택하여 현재 상태의 광선로를 분석하도록 하였다^[12].

그림 7 A의 1번, 2번 항목은 광전송선로에 이벤트와 장애 위치 발생 Push Message가 스마트 폰에 발생한다. 그림 7 B에서 1번항목은 해당 토폴로지 뷰에 해당하는 노드의 광선로 값을 출력하는 것이고, 2번 항목은 해당 선로의 전체 함체 리스트가 출력이 되어 구간 거리 등이 표시가 된다^[9]. 3번 항목은 작업 또는 장애가 발생하는 함체에 대해서 적색으로 출력 표시가 되고, 4번 항목은 GIS와 연동된 함체의 위치를 Map으로 연동 할 수 있도록 하는 지도 아이콘이며, 5번과 6번 항목은 전체 구간의 위치와 장애 구간의 함체에 대해 상세 출력 정보를 제공하도록 GIS와 연동 할 수 있도록 하였다^[9]. 스마트 폰의 위치 추적 뿐만 아니고 이벤트 뷰 Application에 경보 등을 실시간으로 연동하였다. 그리고 스마트 폰에 장애 등급, 발생 및 해제 시간, OTDR측정 결과 화면 출력된 내용표시하게 하였다^[9]. 스마트 폰에서 OTDR 측정시 파라미터 설정 화면에서 자동으로 설정하면 OTDR에서 해당 선로의 길이를 자동으로 측정 한다. 그리고 전송 선로의 길이에 따라서 펄스폭을 변경하여 더 많은 접속점을 확보도 가능하다. OTDR 측정 파라미터 설정 화면은 자동으로 설정하여 해당 선로의 길이를 실시간 감하도록 하며, 전송 선로의 길이에 따라서 펄스폭을 변경하여 더 많은 접속함체를 감시하도록 한다^[9].

표 3. OTDR 측정 파라미터 항목^[9]
Table 3. OTDR measurement parameter item

Article	Contents	Note
km	5, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 180	Automatic function
ns	80, 160, 320, 640, 1280, 2560, 5120, 10240, 20480	Automatic function
Sec	15, 30, 60, 120, 180	
nm	1500, 1600nm (Feeder Network)	

표 3은 OTDR 측정시 필요한 거리, 펄스폭, 측정시간, 파장 등을 설명한 자료이다.

그림 8은 광선로 장애가 발생하였을 때 스마트 폰을 이용하여 장애 위치를 추적하기 위한 OTDR 기능이다. 그림에서 Marker 설정 Button은 OTDR 결과 그래프에서 Marker A, B 설정 가능, 먼저 Marker A를 선택후, 그래프에서 좌우로Drag를 가능하게 한다. Marker A, B는 그래프 위에서 원하는 지점에 해당 위



그림 7. Smart Phone 이벤트 발생과 GIS 거리 화면^[9]
Fig. 7. Before and After OTDR loss measurement an end result

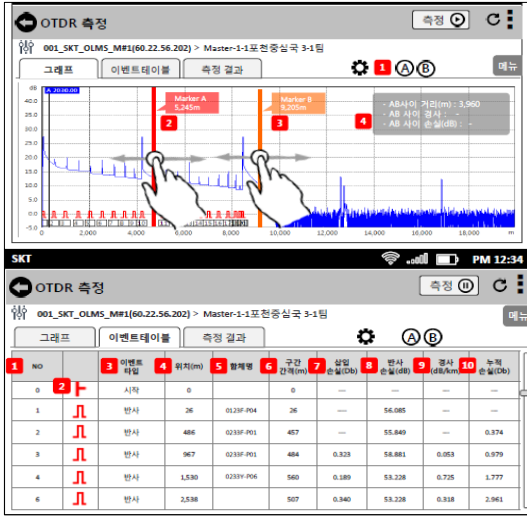


그림 8. Smart Phone 스마트 폰 OTDR 측정^[9]
Fig. 8. Before and After OTDR loss measurement an end result

치의 거리 설정을 하면 결과값 출력이 가능 하다. Marker A, B 설정에 따른 결과값 출력은 A, B사이거리 (m), 경사, 손실을 출력한다. 스마트 폰을 이용한 광선로 장애 위치 추적은 실제 현장에 설치된 접속함체 내부의 스위치를 통해 위치 추적이 가능하다.

그림9는 접속함체 내부의 광 스위치 실제 제작된 수동소자 그림의 a는 뚜껑을 완전하게 폐쇄 시켰을 때 이고, 그림 b는 뚜껑을 개방하였을 때 내부의 스프링 장치의 사진이다. c의 점선 원형으로 표현되어 있는 것은 용착 접속을 한 dark fiber이다. d는 여장판 정리 후 밴드로 고정시킨 사진이다. e는 여장판 후면에 광 스위치가 설치된 사진이며, f는 실제 여장판 작업을 위해 벨크로 타이를 탈거 하였을 때 작동되는 실험 사진이다.

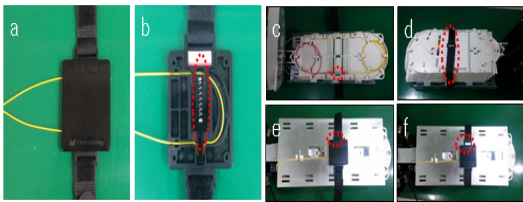


그림 9. 접속함체 내부의 광 스위치 설치
Fig. 9. Before and After OTDR loss measurement an end result

IV. 결 론

본 논문은 스마트 폰과 접속함체 스위치를 감시 시스템과 연동을 하여 광선로 유지보수의 효율적인 운

용을 위한 연구이다. 스마트 폰에 다양한 Application 기능을 개발하여 유지보수에서 발생하는 시간, 비용적인 문제를 해소하도록 하고 있다^[3]. 그래서 효율적인 선로유지보수를 위해 스마트 폰을 활용한 시간과 장소에 영향이 없이 망 감시를 하여야 한다. 그리고 광선로 장애 위치와 거리를 직접 스마트 폰을 활용하여 유지보수 관리의 편리성과 장애 처리 시간 단축으로 고객 서비스 중단 시간을 최소화 한다. 또한 접속함체 내부의 스위치를 설치하여 활용하면 현장에서 불특정 다수의 작업자들의 의해 무단으로 시설물 개방 등을 할 수 없도록 하였기 때문에 장애와 작업 전후의 관리 체계를 강화한다.

본 연구는 실제 현장에서 스마트 폰을 이용한 선로 감시 프로그램과 함께 개폐감시를 위한 광 스위치에 관한 것으로써, 보다 상세하게는 통신선로에 설치된 함체를 단거나 잠금을 하였을 때 이다. 광 스위치 내부의 감시용 광선로에 아무런 압력을 가하지 않도록 하여 광신호가 그대로 통과하고, 함체가 열리거나 풀리면 스위치노브가 스프링의 탄성에 의해 움직이면서 감시용 광선로가 절곡되어 광 신호를 차단하고 있다. 이러한 함체 개방 등의 작업 등을 통제하도록 구성하였을 뿐만 아니고, 스마트 폰에 다양한 Application 기능인 OTDR측정 등 장애 감시를 하도록 개발하여 유지보수에서 발생하는 시간, 비용적인 문제를 해소하도록 하고 있다^[8,9] 또한 통신신호를 전송하는 주된 선로와 함체의 개폐 여부를 확인하는 감시용 광선로를 별도로 사용함으로써 광선로의 훼손이나 절단에 따른 통신망 장애를 예방하는 효과가 있다. 스마트 폰을 활용한 광선로 장애 감시를 위해서는 통신 국사의 중앙에서 예비코어를 확보하거나, 커플러를 설치하여 FDF와 감시시스템간의 연결을 시켜야 할 공간이 필요하며, 전체 회선에 설치를 하게 되면 투자비가 많이 소요되어야 한다. 하지만, 통신기업 마다 B2B 회선 및 주요 기간망 선로에 해당된 구간만을 감시하도록 해야 투자 대비 효과가 있다. 향후에는 IoT 기반으로 센서기술을 활용한 통신망 장애 감시를 추가로 연구가 진행되어야 할 것이다.

References

[1] C. K. Prahalad and M. S. Krishnan, "The New Meaning of Quality in the information Age," *Harvard Business Rev.*, vol. 77, no. 5, pp. 109-118, Sept.-Oct. 1998.
[2] J. E. Bateson and K. D. Hoffman, *Managing*

- Services Marketing-Text and Readings*, The Dryden Press, 1992.
- [3] Y. M. Yang, J. S. Kim, S. J. Park, S. W. Lee, B. D. Chung, B. Y. Chang, and Network R&D Lab., KT “A probabilistic approach for network trouble report and recovery guide,” in *Proc. KICS Inf. Conf. Commun.*, pp. 186-187, Nov. 2009.
- [4] D. H. Jeong, G. Y. Min, C. K. An, and H. S. Lee, “A study on the framework construction of disaster monitoring and transmitting system based on smart-phone,” *Korea Safety Management & Sci.*, vol. 13, no. 2, pp. 31-42, Jun. 20011.
- [5] K. W. O, D. H. Hyun, B. S. Lee, K. Y. Gwak, and H. Y. Choi, “A study on development of optical fiber monitoring system using optical coupler,” in *Proc. KICS Int. Conf. Commun.*, pp. 713-716, Jeju Island, Korea, Jul. 2006.
- [6] D. Derickson, *Fiber optic test and measurement*. In: *Fiber optic test and measurement/edited by Dennis Derickson*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, c1998. 1998.
- [7] E. S. Jang, K. S. Park, S. I. Kim, S. H. Choi, and B. W. Lee, “A study on effective maintenance and operation system of fiber optic lines,” *J. Inst. Electron. Eng. Korea*, vol. 21, no. 1, pp. 54-57, Jul. 1998.
- [8] S. K. Jung and W. S. Chae, “Optical line monitoring system using optical cable closure,” *J. KICS*, vol. 38A, no. 7, pp. 592-602, Jul. 2013.
- [9] Dongwon T&I, *Optical Line Management System EMS Operation Manual & Optical Line System_App_MMI*, The First Version.1.0, Dongwon, 2015.
- [10] A. N. Hiroijji and H. S. Jung, *New Element& Industrial 10 : Fiber-Optical Cable Carrying a dream of multimedia*, Iljinsa, Jun. 2010.
- [11] C. B. Cho, S. K. Jung, and W. Y. Lee, *Optical Cable Connection Divergence Box and Optical Cable Monitoring System*, A Patent Application No : 10-2016-0026426, Unit Technology Inc., Mar. 2016.
- [12] B. G. Lee, S. G. Oh, B. D. Choi, and M. S. Kim, “A study on the evaluation method of optical fiber splice losses using OTDR by uni-directional backscattering measurement,” *J. KICS*, vol. 26, no. 1, pp. 21-27, Jan. 2001.
- [13] B. S. Shim, S. J. Choi, and Leotek R&D Center, “Inspection and maintenance method of automatic meter reading system using smart device,” in *Proc. KICS Summer Conf.*, pp. 59-60, Mar. 2013.

정 소 기 (So-Ki Jung)



1998년 2월 : 목포대학교 전자공학과 졸업
 2011년 2월 : 한국기술교육대학교 기술경영학과 석사
 2015년 2월 : 서울과학기술대학교 경영학과 박사 및 겸임교수

2017년 1월 현재 : SK브로드밴드Infra 전략팀 근무
 <관심분야> 광통신 공학, 기술경영, 기술사업화