

광선로 장애감시 시스템의 기술 동향

박승창 / (주)액티스 책임연구원

1. 서론

세계 경제의 불안 속에서도 초고속 정보통신 망의 근간이 되는 광산업 전체가 차세대 정보통신분야의 핵심 기술과 시장으로서 세계적인 이목을 받고 있고, 최근 제 17회 인터옵토(Interopto) 2002 전시회가 일본 지바현에서 NTT와 같은 대형업체들의 불참으로 썰렁한 분위기 속에서도 광학 기기나 계측 장비들을 중심으로 개최된 바가 있다. 이와 같이, 우리의 주위에서도 이제는 사이버 아파트, 광 인터넷, IMT-2000, 그리고 광대역 멀티미디어 서비스의 명칭들로서 광선로 기반의 광통신 서비스의 위력을 실감하도록 하고 있고, 초고속 정보 통신에 대한 수요는 더욱 빠르게, 더욱 많은 양의 데이터를, 보다 짧은 시간에 전송하기 위해서 광을 이미 필수 불가결한 신호전달의 매체로 사용하고 있다. 그 동안 광산업 관련한 국내외 업체들의 경쟁과 인터넷의 폭발적인 수요에 힘입어 광 관련 부품, 시스템, 계측기, 소프트웨어 등의 각종 관련 기술과 시장은 더욱 급속하게 확대 발전하고 있는데, 세계의 광산업은 아직까지 미국이 가장 높은 경쟁력을 갖고 있는 것으로 집계되고 있다. 여기에, 광통신 분야에서는 AT&T를 비롯하여 거대 기업들이 많은 미국이 거의 절대적인 위치를 확보하고 있고, 광 정밀 기기와 광 정보 기기는 일본이 대체적으로 우세하며, 광 소재 분야는 유럽이 각각 경쟁의 우위를 보이고 있어서 국내 광산업의 세계 속 위치가 중요하다.

국내 광산업의 시장규모는 2001년에는 약 7조원에서 2005년 16조원, 2010년에는 25조원으로 급 성장할 전망이다. 산업 연구원(KIET)은 광 정보기기, 광 통신기기 분야가 2005년까지 매년 30% 이상 성장할 것이며 관련 시장도 광 인터넷 구축을 통한 수요 유발로 빠르게 확산될 것

으로 전망했다. 국내 광산업 시장은 분야에 따라 크게 편중된 구조를 보이고 있으며 이중 LCD가 전체 생산의 30% 이상을 차지하고 있다. 또한 유선교환기, 유·무선단말기, 광섬유가 경쟁력을 갖고 있는 반면, 광통신 시스템, 장비, 통신용 소프트웨어 및 핵심 부품 분야에서 국내 산업은 취약성을 보이고 있다. 본 고에서 다루고자 하는 광선로 장애감시 시스템은 광산업 분야에서 광전송 장비에 비하면 그 위치가 변방에 속하지만, 노화되고 있거나 부실 시공된 광선로 상에서 발행하는 각종 장애를 검출하기 위하여 광 센서들을 사용하고 있고, 광전 변환 소자와 DSP(Digital Signal Processing) 기술을 정보 처리 기술과 결합시켜 보다 지능적인 선로관리와 광 단국이나 광 기지국의 무인 운용화를 완성하는 방향으로 나아갈 것으로 전망된다.

금년 상반기에도 국내 내수시장에서는 주 수요처가 될 한국통신, 한국전력, 파워콤과 같은 서비스 회사들이 설비 투자를 지연하고 있음에 따라 이미 완료된 솔루션들이 시장에서 고객을 대기 중이거나 후발로 개발에 참여한 기업들과의 보폭이 좁혀지고 있어서 제품간 비교우위 보다는 평준화의 양상을 보이고 있는 것도 사실이지만, 변방의 광선로 장애감시 시장에서 국내·외 기업들이 펼치는 치열한 경쟁의 양상은 보는 이로 하여금 국내의 기업들의 킬러 앱(KillerApp) 부족을 느끼게 하는데, 본고에서는 국내업체들과 외국 업체들의 제품과 기술을 나란히 비교하면서 광선로 장애 감시 기술의 원리적인 이해를 개략적인 수준에서 다룬 다음, 향후 세계시장에서의 각국의 대기업들과 벤처 기업들이 펼치는 경쟁의 한 단면을 소개하며, 최근 FTTH(Fiber-To-The-Home)의 해법으로 부상하고 있는 HFC망의 장애감시 기술을 조명한다.

2. 광선로 장애 감시 기술

2.1 개요

초고속 광 인터넷이든 일반 광 통신망이든 간에 광선로의 정의는 어느 한 단국의 분배함과 연결되는 원거리 지점의 또 다른 단국의 분배함 간의 선로 구간 상의 광케이블을 지칭한다. 따라서, 일반적으로 자연의 지형지물, 지하의 구조, 지질의 차이, 광선로 포설 공법의 차이로 인하여 인조물인 광선로가 노화, 단선, 굴곡, 연결미비, 부식과 같은 현상들의 피해를 받아 그 전송특성이 악화되거나 서비스를 제공하지 못하는 결과를 초래하게 된다. 예전부터, 일반 전화망을 비롯한 각종 정보통신망에는 통신망관리시스템(NMS)이 개발되어 현장에 적용되고 있다. 이러한, 통신망관리시스템은 고유 프로토콜을 기반으로 시스템과 통신망 그 자체의 기능이나 성능을 주로 관리해온 반면 광선로의 보호와 감시를 목적으로 탄생한 '광선로 장애 감시 시스템'은 선로의 물리적 성질 그 자체에서 발생하는 장애현상을 24시간 감시하고, 감지된 각종 선로 사고에 대해서는 경보를 발생하여 담당 유지보수반원이 즉각 수리하게끔 유도하며, 그 발생된 장애나 사고의 지리적 정보, 광선로의 특성, 정보와 보수인력의 정보를 데이터베이스(DB)로 구축하여 자동으로 관리하고 제어하며 감시함으로써 일명 선로 유지보수 반원들이 선호하는 장비이다.

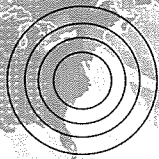
특히, 선로의 사고가 발생했을 때부터 보수완료까지 소요되는 시간손실과 비용손실을 최소화함으로써 일반 소비자에게는 서비스 장애의 신속한 복구를 통한 광통신의 만족스러운 품질과 부가서비스를 제공하고, 광통신 사업자에게는 타 경쟁사에 비하여 없어서는 안될 망 안정성과 망 신뢰성을 갖추도록 지원하기 때문에 본 시스템은 최근 들어 24시간 가동 선로와 휴지선로를 모두 감시할 수 있는 기술이 개발되고 있고, 가동 선로의 경우 그 광신호의 10%미만의 성분을 감시신호로 커플링(Coupling)하여 사용함으로써 단일색광의 전송이나 전달에 지장을 전혀 주지 않는

방식을 택하고 있으며, 사고지점까지의 위치, 거리, 방향 정보는 물론 신호적인 관점에서 신호의 감쇄 상태, 광 파장의 분산 상태, 혼변조의 상태, 광 굴절 상태와 같은 품질분석이 가능하도록 진화하고 있다.

2.2 장애지점 측위 서비스

본 서비스는 광선로 상에서 일어나는 뒤로 산란해 돌아오는 빛에 의지하는데, 광선로에 입사하는 빛의 일부는 뒤로 반사해 돌아온다. 이렇게 뒤로 산란해 들어오는 빛은 다시 광선로의 입구에 도달하게 되는데, 그러한 후면산란(Backscattering)은 레일레이 산란(Rayleigh Scattering)과 프레즈넬 반사(Fresnel Reflection)의 결과이다. 여기에서, 레일레이 산란은 광선로 내부의 밀도와 구조적 변이에 기인한 굴절 전위(Refractive Displacement)에 의하여 발생된 산란이므로 품질이 좋은 광선로 내부에서 산란된 빛은 길이대로 고르게 분배될 것으로 가정할 수 있다. 프레즈넬 반사는 연결(Connection), 접속(Splice), 그리고 광선로 끝단에서 굴절율의 차이 때문에 발생한다.

집중형의 광선로 장애감시 시스템과 달리 일반적으로 사용되고 있는 휴대형 OTDR의 사용자 인터페이스인 화면은 수평축으로 시간을 나타내고, 수직축으로 전력[dB]을 나타낸다. 광선로의 감쇄(Attenuation)는 좌측(광선로의 입력단)에서 우측(광선로의 출력단)으로 감소하는 선형으로 나타난다. 입력과 후면 산란된 빛은 모두 거리에 따라 감쇄된다. 따라서, 시간에 따라 검출된 신호는 작아지게 됨으로써 커넥터, 접속(Splice), 광선로 끝단, 또는 광선로의 비정상 등이 화면상에서 전력의 증가로 나타나고, 이것은 프레즈넬 반사로부터의 후면산란이 레일레이 산란으로부터의 산란보다 커지게 되기 때문이다. 접속점의 품질이 후면산란의 양으로부터 평가될 수 있다. 더 큰 후면산란은 더 높은 접속 손실을 의미하므로 커넥터는 반사로부터의 전력 증가와 손실로부터의 전력감소 둘 다 보여준다. 손실의 정도가 연결의 품질을 나타낸다. $D = ct/2n(D)$: 광선로의 길이,



c : 빛의 속도, t : 입력 펄스(Pulse)의 왕복시간, n : 코어(Core)의 평균 굴절율로서 입사점에서 일정 광선로의 길이와 거리를 계산할 수 있고, 대부분의 OTDR은 커서를 이용하여 자취(Trace) 위에 수평점을 표시하고 시간과 물리적 길이로 길이를 보여준다.

예를 들어 어떤 것은 높은 정확도로서 일반적으로 1피트 이내를 접속점까지의 거리를 결정하고, OTDR은 광선로를 따라 길이를 측정하며 케이블의 길이가 필요하지 않으면서 만약, 광선로가 심선(Core) 주위로 꼬여있다면 실제 광선로의 길이는 케이블의 길이보다 다소 길 것이다. 이때, OTDR이 사용될 수 있는 길이는 두 가지에 의존하며 첫째는 유닛의(Unit)의 동적 범위로서 그것은 검출기(Detector)에 최소/최대 전력을 설정한다. 그것 이상으로, 길이가 접속점과 커넥터 사이에서 광선로의 감쇄 그리고 손실에 의하여 사태가 결정된다. 광선로 시스템 내에서 OTDR 동적 범위와 전력의 손실은 후면 산란된 빛이 너무 약해서 감지될 수 없기 전에 길이를 충분히 설정한다. 전형적으로 낮은 손실의 광선로가 장거리 통신에 사용되기 때문에, OTDR은 20 - 40Km의 길이에서도 사용이 가능하다.

정밀한 OTDR은 유지보수반원들에게 많은 정보를 제공하고, 상기 진화한 기술의 광선로 장애감시 시스템은 평균 0.415dB/Km인 18.44Km 링크 구간에서 7.65dB를 보여 준다. 약 13.5Km에서의 튀어 오름은 접속점 또는 커넥터로부터의 반사를 나타내는데, 7Km에서의 작은 튀어 오름은 다른 접속점을 나타내는 최소의 손실이자 아주 작은 반사이다. 화면 하단에서 설정 조건이 Source Module 1310[SM]이다 이것은 OTDR의 소스가 1310[nm]에서 싱글모드 광선로로 운영되는 레이저임을 의미하고, 두 번째 광선로의 굴절율이 1.4680으로 주어져 있다. OTDR은 이 값을 시간에 근거한 거리를 계산하기 위하여 사용한다. OTDR은 플러그인 모듈(Plug-in Module)을 사용하여 850, 1310, 그리고 1550[nm]로 싱글모드와 멀티모드에서

운영할 수 있다. 그것은 100[Km]길이의 링크에서 운영이 가능하고, 유닛이 내부 프로세서(Processor)를 이용하여 측정을 분석하면서 표시하기 때문에, 그것은 파장 형태를 저장할 수 있다. 또한, 전체적인 링크 구간을 길게 보는 것으로부터 특별한 사건(event)을 근접하게 볼 수 있도록 분석방법을 바꿀 수 있도록 한다.

2.3 기타 광선로 장애 대책

국내 광 인터넷 회사나 광케이블 보유 회사들은 각자 이중화된 Ring망 체계, 빈틈없는 망관리 시스템, 신속한 유지보수 등의 가치를 내걸고 완벽한 망 운영관리로 고객의 경쟁력을 한 단계 높혀 드린다고 광고하고 있지만, 실제 광선로상의 장애의 유형 중에 가장 치명적인 단선이 발생했을 때 걸리는 복구시간은 수 시간에서 수일이 낭비되고 있다. 이것은 인력과 단말기 형태의 고가격 다기능 계측 장비들에 의존하여 운영자나 유지보수자의 숙달된 지식이 없이는 많은 비용과 시간이 요구되는 직무이다. 따라서, 중단 없는 서비스를 위해 우선 모든 통신망 선로를 이중화하고, 인입 루트를 이원화하며, 장비의 주요부분을 이중화하는 처리가 기본적인지만, 장애요인의 사전 제거를 위해서는 24시간 365일 감시 체계의 구축과 개별 선로 포설 공법과 시공 인력의 현장 포설 내용으로 인하여 발생하는 예기치 못했던 사고를 줄이면서 관리해야 한다. 여기에, 상호백업시스템으로서 국내의 서울중앙센터, 대전센터와 같이 센터를 이원화하거나 선로 및 장비의 긴급 복구 전담반을 설치하여 운용하거나 수시로 철저한 교육 및 반복훈련으로 망 운용 요원이나 광선로 유지보수반원을 정예화하고 있다. 최근, 각 사업자별로 인터넷을 통하여 각종 홍보와 함께 Help-desk를 설치하여 운영도 하고, 모바일 기기를 이용하여 신속한 ONE-CALL 서비스도 제공하면서 2-Fiber BLSR ADM환형망으로 기본적인 백업서비스를 제공하는 것이다.

3. 국내 기술개발 현황

3.1 뉴튼네트워크

뉴튼네트웍스는 지난해 데이콤 종합연구소와 공동으로 원격 광선로 시험진단시스템(RFTS)을 개발, 국내 최초로 운용에 들어갔다. 양사가 공동 개발한 RFTS는 미국 안리쓰(Anritsu)사가 AT&T와 공동으로 개발해 상용중인 시스템 기술을 벤치 마킹해 새로 개발한 솔루션으로 광통신 시설의 통신 트래픽 현황이나 선로상태, 통신단절시 신속한 복구지원 상태 등을 점검할 수 있다. RFTS는 광선로 시험장비(RFTU), 중앙집중운용시스템(COS), 선로정보시스템(GIS) 구성돼 있는데, 특히 RFTS를 구성하는 제품 중에 안리쓰사의 광통신시험장비(RFTU)는 1만분의 1의 오차범위로 180km까지 광선로의 품질을 측정할 수 있는 기능을 내장하고 있고, 하나의 RFTU를 통해 48코어까지 광선로를 집중 감시할 수 있어 저렴한 비용으로 전국의 광선로를 집중 감시할 수 있다. 또한 데이콤이 RFTS에 지원하고 있는 지리정보시스템(GIS)도 국내 기간통신업체로는 최초로 국가표준에 근거한 1/1000 지도를 채택하고 있기 때문에 수십km 떨어진 지역의 가로수 위치나 전지도상의 정확한 통신망 현황을 포착할 수 있다. 한편 뉴튼네트웍스 측은 데이콤과의 솔루션 공동 개발에 이어 안리쓰사와 공동 마케팅을 위한 협약을 체결하고 국내외 시장을 공동 공략할 계획이다.

3.2 안나텔레콤

이 회사는 Frame3000 시리즈라는 제품으로 시장에 출시가 되었다. 원격 테스트를 할 수 있고, 시간 스케줄링을 지원하며, 자동으로 사고 지점을 정확하게 알려주면서 모든 정보는 데이터베이스화하여 보관된다. 이 제품은 장거리뿐만 아니라 단거리 감시도 가능하다. 그러나 측정 정확한 거리 및 제품의 세부 항목은 파악되지 않고 있다. 국내 기술에 의해 개발된 또 하나의 제품은 리치스톤의

AROFOSS이다. 장애 발생시 신속 대응을 위해 광선로 건설에서 유지, 보존까지 행하는 시스템으로, 기본 GIS구성에 여러 가지 시험항목을 갖추는 등의 장점을 갖고 있다. 시험 항목에는 펄스 시험, 절분 시험, 손실 시험, 심선 대조, 정기 시험이 있으며 모든 데이터는 데이터베이스화되어 관리되며 또한 시험 결과를 손쉽게 볼 수 있다. 구성은 서버와, 작업 단말기, 조작 단말기에 시험제어장치로 구성된다. 여기서 시험장치는 인터넷과 연결되어 무한대의 접속이 가능하다. 중요한 점은 시험제어장치가 서버 또는 단말기에 직접 연결되는 것이 아니라 인터넷망에 연결되어 서버 또는 단말기와 통신을 한다는 점이다.

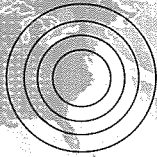
3.3 국내 기술 전망

국내의 경우 2002년 3월 조사된 바에 의하면 모두 9개의 업체가 광선로 감시 장비 시장에 제품을 내놓고 있는 실정이다. 이중 2~3개 업체만이 자체적인 기술력을 이용해 제품을 만들었고, 나머지 업체들은 대부분이 외국 업체의 제품을 도입한 기술을 활용하고 있거나 타사의 제품에 자사의 브랜드를 결합하는 방식을 취하고 있다. 그래서, 전자와 같은 경우에는 국내업체가 단순한 서비스 및 지원에만 전담하고 개발에 있어서는 외국 업체가 직접하고 있기 때문에 국내와 국외 기업의 기술력의 차이가 엄청나다고 할 수 있다. 모든 업체가 언제 어느 때 발생할 지도 모르는 광선로 사고에 대비하고, 신속한 대처를 하여 시스템 채용 효율을 극대화하는데 목표를 두고 있는 가운데 국내 기업의 광선로 장애감시 시스템 개발은 몇몇 업체를 제외하고 대부분 소극적이어서 내수시장을 한 순간 외국 기업과 제품에 게 시장을 내놓아야 할지도 모르는 상황도 예견된다.

4. 국외 기술개발 현황

4.1 Anritsu

RFTS(네비게이션 단말 + RFTU)라는 이름으로 제품을 내놓고 있는데, 아래의 제품 사진이 보이고 있는 제품의 구

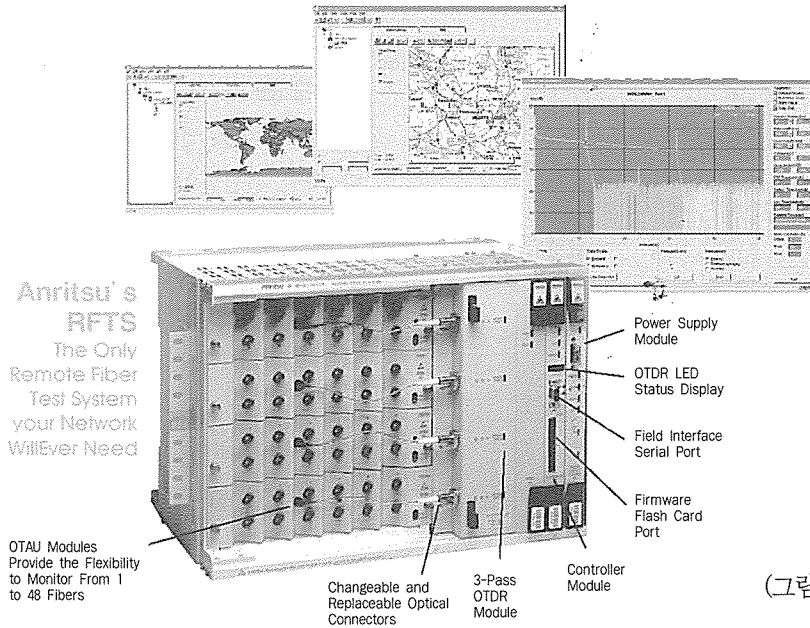


	회 사	제품명	제품현황	구 분	기술도입처
국 내 업 체	액티브스	OMDS	출시	자체개발	안리츠
	안나텔레콤	FRAME3000	출시	"	
	뉴튼네트웍	RFTS	출시	도입	
	서원코퍼레이션	FAMOS	출시	도입	
	NMSSoft	Access	개발중	자체개발	
	리치스톤	AROFOS	출시	자체개발	NetTest
	ifeelnet	RFTS	출시	도입	
	삼지코퍼레이션	RFTS	출시	도입	
	동양	AQ82XX	출시	도입	
국 외 업 체	Anritsu	RFTS	출시	자체개발	
	Ando	AQ82XX	출시	"	
	Agilent	HP81700 series	출시	"	
	Acterna	ONMS	출시	"	
	Exfo	Fiber Visor	출시	"	
	NetTest	Questfiber	출시	"	

<표1> 국내외 광선로 장애감시시스템 개발 현황

성을 살펴보면 운용 측에서 네비게이션 단말기가 있고, 장비 측에서 제어부, 전원부, 그리고 OTDR과 광선로에 연결되는 12채널 모듈 Otau 4개로 기본 구성되어 있다. 그래서 총 48 코어의 심선을 동시에 감시할 수 있게 되어 있다. 네비게이션 단말기를 제외한 장비부를 통칭해 RFTU9611A라고 하는데, 이는 다이내믹 범위가 일반적으로 42dB에 내부 자동 교정, 외부 독립적인 장비 이상 점검 등의 주요 기능을 갖고 있다. 네비게이터는 GIS를 채택해서 지리적 정보를 표시하며, 쉬운 GUI 환경에 경보보고, 요구 테스트, 경보 관리 및 통보와 온라인 도움말을 지원한다. 또한 경보가 발생되면, 이메일, 페이지, 모니터 프린터를 통해 알려주면 이 때는 표준 프로토콜 SNMP, TCP/IP, SMTP를 사용한다. 액티브 코어를 감시하는데, 최우선 광파이버를 먼저 모니터링하고, 모니터링을 위해 추가적인 광파이버 할당을 할 필요가 없으며, 이미 전송 중인 케이블 경로를 모니터링 할 수 있다.

네비게이션 운영 지원에 있어 윈도즈 NT에서 동작하며, GUI 인터페이스이다. OTDR 테스트 데이터는 데이터베이스화되고, 멀티유저를 지원한다. 그리고 어느 곳에서나 Log-on이 가능하며 TMN ITU-T M.3010과 호환된다. 안리츠는 기능과 구현하는 면에 있어서 국산 장비와 엄청난 대조를 보여주고 있다. 기본적으로 국산 장비의 기능과 더불어 안리츠의 독창적인 기능을 추가하여 사용자 편의성을 확실하게 구현하였다고 볼 수 있다. 두 번째는 애질런트의 accessFIBER 솔루션이다. 프로세서와 측정 및 통신 하드웨어와 운영 애플리케이션 등으로 기본 구성된다. 안리츠와 마찬가지로 단독으로 설치되어 동작이 가능할 뿐만 아니라, 멀티 사이트에서 원격으로 설치하여 작동이 가능하도록 제작되었다. OTDR로 측정된 데이터는 원격 유닛을 통해 수집되고 분석된다. 그래서 사전에 저장된 기준 값과 비교를 통해 이상 동작을 감지한다. 사용자가 경보 범위를 정의하고, 이상이 발생할 때 보고하도록 되어 있다. 그리고 네트워크 디스플레이와, 신속한 경보, 지리정보(GIS)를 제공한다. 주요 구성으로는 데이터 서버 유닛, 클라이언트 GUI, RTU(Remote Test Units)으로 나뉜다. 데이터 서버 유닛은 오라클 데이터 베이스에 모든 시스템 정보를 제어하고 저장하며 MS 윈도즈 베이스의 클라이언트와 RTU가 접속된다. 클라이언트 GUI는 GIS/GPS 기반으로 망 구조의 문서화 및 셋업을 지원한다. 또한, 경보 관리 및 Topology Navigator, MapX, MapViewer, 측정 관리, 경보 및



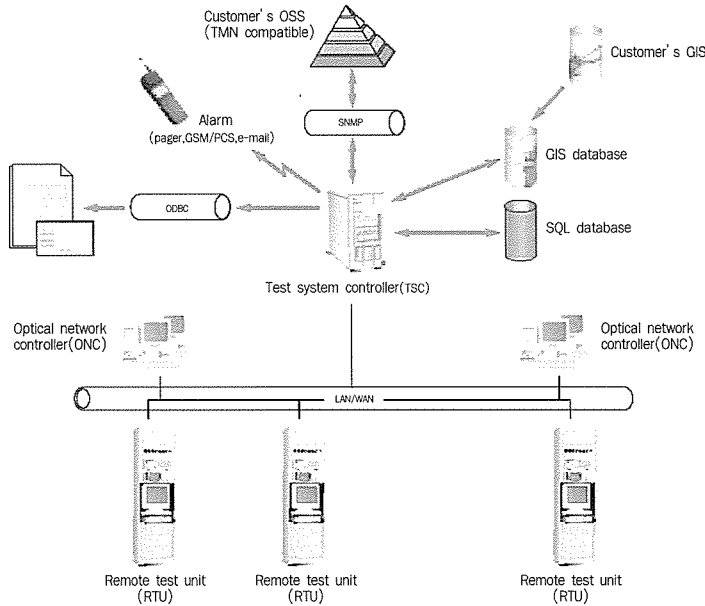
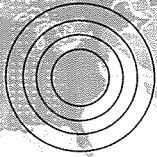
(그림 1) Anritsu RFTU

fault 관리, World Wide Web, 기업과 고객의 관리를 지원한다. RTUs는 애질런트의 OTDR를 이용해 광선로의 상태를 체크하며 언제든지 분석해 볼 수 있도록 한다. RTU는 직·간접적으로 클라이언트 GUI와 연계가 가능하다. 1310nm, 1550nm, 1620nm의 파장을 테스트할 수 있고 자동으로 표준화된 문서 형태의 결과를 출력한다.

4.2 Exfo

국내에는 알려지지 않은 업체로 외국 기업 중 또 하나의 광선로 감시 및 관리를 하는 제품을 출시한 기업이 있는데 FiberVisor의 Exfo라는 기업이다. 구현 기능 및 구성이 안리츠나 애질런트 등과 유사하다. 기본적인 구성은 안리츠와 애질런트의 accessFIBER와 같다. 테스트 전반에 걸쳐 제어를 맡고 있는 TSC가 있고, 사용자의 조작할 수 있는 ONC, 실제적인 광선로와 접속되어 물리적 처리를 맡고 있는 RTU로 크게 구성되었다. TSC는 ODBC 및 SQL 데이터베이스 GIS 데이터베이스 및 경보 발생의 전달 등을 맡고

있고, RTU는 내부에 설치된 OTDR를 통해 선로 측정을 전담한다. 사용자는 ONC를 통해 제어하거나 상황을 모니터링할 수 있다. 그리고 LAN/WAN를 통해 상호간에 원활한 통신이 가능하다. TSC는 GSM/PCS, 페이지, 이메일 등을 통해 경보를 전달한다. 그래서 시스템 관리자가 어디에 있는지 간에 선로의 이상이 발생했을 때, 신속한 조치가 가능하도록 되어 있다. 이상으로 국내·외 광선로 감시 및 관리 시스템에 대해서 알아보았다. 국내 자체 개발된 제품과 외국의 제품을 비교·평가해 보면 우선 외국 제품들의 경우 모두가 자체 기술로 제품을 만들었지만 시스템이 구성되어 있는 형태에 있어서 어떤 표준이 있는 것 같다. 경보를 알리는 방식, 전체 시스템이 TCP/IP의 네트워크 망을 통해 통신을 하고 시스템 구성도 유사한 점을 볼 수 있다. 이외에도 외국 제품의 경우 앞서 언급된 기능 외에도 국산 제품과는 비교할 수 없을 정도의 막대하고 방대한 기능을 제공하고 있다. 하지만 국내 제품은 크게 기능은 광선로를 감시 하나 약간 세부적인 사항을 보면 그 구성과 형태 및 인터페이스가 저마다 틀리다는 것, 즉 표준화가 되어 있지 않았음



(그림 2) Exfo의 FiberVisor 구성

을 볼 수 있다. 그리고 국내 업체 중 광선로 감시 시스템을 구성하는 데 있어 핵심 부분은 외국 업체에 의존적인 것을 확인할 수 있다.

4.3 해외 기술 전망

국내의 광선로 장애감시 시스템 종류에 더하여 해외의 RFTS(Remote Fiber Testing System) 제품의 수는 수십 가지가 넘은 정도로 많은 제품이 있는 것으로 파악된다. 무수히 많은 광선로 장애감시용 장비업체 뿐만 아니라 세계적으로 널리 알려져 있는 기업까지 제품을 출시해 놓고 시장 경쟁에서 우위를 노리고 있다. 지금까지 살펴본 바와 같이 미국의 애질런트와 안리쓰, 일본의 안도를 선두로 Acterna, Exfo, NetTest, Tektronic 등이 대표적인 기업이고, 이외에도 많은 기업에 있어 모두를 언급하기가 힘들 정도이다. 그 중에서 국내업체로서 머큐리가 지난 4월부터 국내 총판으로서 제품 공급을 하고 있는 애질런트, 동양과 군소 광 계측기 판매 업체들이 맹활약을

하고 있는 안도(Ando), 안리쓰들이 모두 국내에 RFTS 판매처를 확보하여 내수시장에 교두보를 만들어 놓고 있다는 점이다. 다만, 걸림돌이 되고 있는 가격과 사후 서비스(A/S) 문제가 쉽게 풀리지 않고 있어서, 전세계 어디를 보나 지역적으로 활동하고 있는 업체들에게 유리하도록 전개되고 있는데, 사실 세계적인 광 산업이 지속적으로 성장하기를 바라면서도, 아직까지 서비스업체의 이중화 대책과 백업 및 통신망 선로관리 대책으로 인하여 광선로 장애감시 시스템은 구체적인 시장이 지역적이고 부분적으로만 형성되고 있어서 종류별 제품들의 구성이나 규격이 제각각임이 사실이다. 하지만, 외국 기업들의 제품

을 살펴보면, 제품들의 구성이나 규격이 유사함을 알 수 있고, 국내의 경우도 광선로 장애감시 시스템은 앞으로 외국 제품 구성과 유사한 형태로 변모해 가능성이 높다고 파악되므로 산업 표준까지는 아니더라도 표준화된 기술과 서비스로서 고객을 창조할 것이다.

5. HFC선로 장애감시 기술

5.1 개요

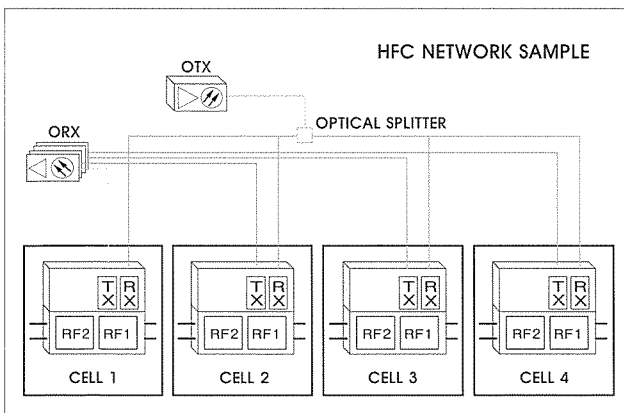
기존의 아파트에 맥내에 설치되어 있는 전화선을 이용하는 방법에는 크게 3가지 정도가 있는데 전화모뎀의 방법은 속도가 너무 느리고 전화비가 너무 많이 나와서 요즘은 거의 쓰지 않고, HomePNA와 같이 HFC(CATV 광 동축 혼합망)망을 이용하여, 아파트 지하에 케이블 모뎀을 설치하고 난 후, 다시 전화선에 연결시켜 주는 일종의 허브를 통해 서비스하는 방식으로서 1~2Mbps 정도의 속도로 서비스하고 있다. 그에 비해, ADSL은 아파트에 ADSLAM을 설치 후 역시 전화선을 MDF(Main Distribution Frame)를 거

쳐서 ADSL(Asynchronous Data Subscriber Line)모형을 통해 PC에 연결되는 방식으로서 그 송신과 수신 속도가 다름에 따라 전송속도가 하향 8[Mbps]정도까지 서비스되고 있다. HFC(Hybrid Fiber Coaxial)이란 광케이블(Fiber)과 동축케이블(Coaxial Cable)을 혼합한 망으로서 요즘은 아파트를 중심으로 한 인구 밀집 지역의 인터넷 서비스에서 요구하는 양방향 특성이 뛰어나고 유지 및 설치비용이 저렴한 장점이 있다. 컴퓨터의 수요 및 보급의 증가로 인한 사용자들의 멀티미디어 통신서비스의 욕구확산 등이 데이터통신망의 체중을 불려오고 있기에 그 해결방안으로 가입자망의 고속화를 향한 다양한 기술들이 제시되고 있는데 그 하나가 방송국에서 원거리(광단국 ONU : Optical Network Unit)까지는 광케이블을 이용해서 데이터를 전송하고, 광 단국에서 가입자까지는 동축케이블을 사용하는 HFC망이 선진국에서 서비스 중인 케이블TV망에 대부분 사용되고 있을 뿐만 아니라, 국내에서도 동축케이블 기반의 CATV 전송망 피쳐 구간을 광케이블로 대체하는 광케이블-동축케이블 결합방식의 구조로 급속히 전환되고 있어서 확산의 귀추가 주목되고 있는 선로 및 전송 기술이다. 따라서, HFC(Hybrid Fiber Coaxial)망은 광케이블과 동축케이블의 장점을 살려 광-동축 혼합망으로서 기존 케이블

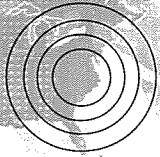
TV망에 있어서 하나의 유선방송지역을 여러 단위 셀(Cell)로 나누고 있고, 방송국에서 단위 셀(Cell)까지는 광케이블을 사용하며, 단위 셀(Cell)에서 각 가입자들까지는 동축케이블을 사용하는 복합적인 선로들을 가지고 있는 것이다.

5.2 망 구성 및 구성요소

HFC전송망은 전송망의 구조를 기준으로 분류하면 광전송 부분과 동축 전송 부분으로 구분할 수 있으며, 대역을 기준으로 분류하면 하향대역과 상향대역으로 구분된다. 아래의 (그림 3)과 같이 가입자단 구조에 따른 광전송 부분은 하향신호 전송 경로인 광 송신기⇒ 광케이블 ONU(광 수신 모듈)와 상향신호 전송 경로인 ONU(광 송신 모듈) ⇒ 광 케이블 ⇒ 광 수신기로 구분되어 구성된다. 동축 전송 부분은 증폭기, 전원공급기, 수동소자, 동축케이블, 콘넥터로 구성된다. 또 일반적으로 HFC 시스템에서 사용하는 전체 주파수 대역폭은 약 750MHz이다. 이는 Sub Split방식의 주파수 대역 중 5~42MHz 대역은 상향 신호전송을 위해, 54~450MHz 대역은 하향 신호전송을 위해, 그리고 450~750MHz 대역은 향후 추가될 하향 신호를 위해 할당되었다. 이 중 하향 대역은 방송국에서 송출된 대용량의 방송신호를 가입자 측으로 전송하기 위해 사용되는 대역으로 상향에 비해 대역폭이 대단히 크며, 최근에는 인터넷 신호의 전송용으로도 사용되고 있다. 구성요소별 기본기능으로서 광 송신기는 헤드엔드에서 전송된 RF신호를 광케이블 전송에 적합한 광 신호로 변환하는 역할을 하고, 광케이블은 광 송신기에서 인가된 광 신호를 매우 낮은 손실만으로 ONU에 전달하며, ONU는 광케이블을 통해 전송된 원래의 RF신호로 변환한 후 RF증폭 모듈을 통해 적정 크기의 신호로 증폭하여 동축케이블에 전송한다.



(그림 3) HFC망의 가입자단 구성



5.3 국내 기술 개발 방향

HFC 망도 역시 365일×24시간 긴급 복구 태세를 유지하고 있는 전국적인 조직망과 탁월한 기술력을 보유한 인력만으로 유지 보수회사가 전담한다지만, 광케이블 및 네트워크 설비를 안정적으로 관리하기 위해서는 장애/설비 관리 및 전산화시스템이 필요하고, 정보통신 위탁설비의 운영 및 유지보수 업무를 효율적으로 수행하기 위한 서비스 업체에게는 제반기술의 Know-How를 가치로 변환하고, 효율적이고 신속한 장애감시 정보의 처리를 통하여 원가 절감과 유지보수의 품질향상을 기해야 한다. 따라서, 고객 사별 유지보수 업무와 관련된 다양한 정보를 현장에서 취득하여 즉시 적용할 수 있는 현장중심의 시스템을 WEB 방식으로 환경을 조성함으로써 시간, 장소에 무관하게 실시간 (Real-Time)으로 현장 정보를 제공하기 위한 인프라(Infrastructure)를 구성하는 HFC선로의 장애감시 시스템은 대상설비와 선로를 고객사별로 분류하여 설비현황 관리, 설비이력 및 고장 관리, 네트워크 관리 시스템, 품질관리, 기술 및 교육관리, 고객관리, 통계처리 시스템 등을 통합한 광범위하고 체계적인 지식 경영시스템으로까지 확대되는 추세이다.

상향과 하향링크의 트래픽이 다른 HFC망에서 ONU를 중심으로 한쪽은 광케이블, 다른 한쪽은 동축케이블인 선로의 특성상 최근 윈도우 기반의 서버 기술의 발달과 통합 DB체계의 발달로 인하여 장애 관리, 인력관리의 자료 구축과 운영이 용이하도록 개발되고 있다. 이 모두가 소프트웨어 기술로서 설계 및 시공품질 향상, 데이터베이스의 통계 및 분석 활용, 장애 접수 및 처리분석의 일원화, 돌발 사고시 신속한 장애조치 정보 제공, 고장부분의 신속 정확한 진단으로 시간절약, 관련도면 및 기술문서의 온라인 검색으로 빠른 정비 조치 등을 서비스의 요구품질 파라미터로 설정하여 개발되고 있는 것이다. 전국 어느 지역이든 30분 이내에 도착하여 장애를 복구하기 위해서는 결과적으로 장애 발생 ⇒ 장애 감지 ⇒ 경보 발생 ⇒ 장애 해결

⇒ 장애 보고 ⇒ 장애 기록 관리로 이르는 일련의 과정에서 소요되는 시간과 경비와 인력을 절감하는 것이 목표이다.

케이블TV/HFC 전송망 유지보수 서비스, 케이블 TV/HFC 가입자 전송망 구축을 통한 최첨단 기술과 최고의 솔루션을 바탕으로 각 방송구역의 전송망과 분배센터, 프로그램 공급사의 프로그램 분배망, 역중계를 위한 현장 중계소를 빈틈없이 운영, 멀티미디어 서비스 지원을 위한 완벽한 쌍방향 커뮤니케이션 실현을 위해 국내에서도 해외의 기술 동향과 마찬가지로 전송 품질 향상기술, 품질유지와 쌍방향 커뮤니케이션 기술들이 개발되고 있다. 이제, 국내 각 방송국에 원격에서 HFC 망 감시 시스템을 가동함은 물론 24시간 상주근무 체제의 확립과 같이 인력의 운영과 기술의 개발이 거의 동시에 이루어지고 있는 광-동축 혼합형 선로 장애감시 기술은 광섬유 융착 접속기, 조급차 장비, 고소 작업차 외에도 보다 통계적이고 과학적인 유지보수 기법을 통한 유지보수 품질 향상이 필요하므로 서버와 클라이언트로 구성되어 있는 정보처리 시스템 내에서 장애의 자료 수집 ⇒ 기준 파라미터 설정 ⇒ 파라미터별 장애 자료 재구성 ⇒ 시간대별, 지역별, 장비별, 선로별 정밀한 진단과 분석 기능이 요구되고 있는 것처럼 이제 선로 장애감시 기술은 한 차원 승화되어 장애에 대한 Before Service의 개념을 지향하고 있다.

6. 결론

지금까지 국내·외 광선로 감시 및 관리 시스템에 대한 개발 동향을 알아보았다. 국내의 광선로는 수년 전부터 각종 사고와 노화에 노출되어 있었는데, 그 동안 급속히 발달한 인터넷과 결합하여 초고속 정보통신을 위한 국가 기간망, HFC와 같이 가입자 측의 비대칭 트래픽 해소를 가입자망, 그리고 광 단국이나 이동통신 기지국이나 전력회사의 변전소와 같은 국사대 국사를 연결하는 국간망으로서 그 광대역 멀티미디어 서비스의 유일한 해법이 되고

있다. 이미, 한국통신을 비롯한 국내 통신회선 사업자들이 구축한 선로에 대하여 정확한 포설 정보와 운영자 및 유지보수반원의 경험 속에 담겨있는 각종 근거리 선로관련 장애정보들은 한 지역에서부터 광대한 지역에 이르기까지 국내외 장애감시시스템 개발업체들로 하여금 자사만의 특징적인 제품을 내놓고 시장의 문을 두드리도록 유도하고 있다. 국내의 몇몇 개발업체도 외국 제품에 도전장을 던지며 시장에 제품을 내놓고 있지만, 외국 제품들과 국내 제품들을 비교할 때 기능성, 편의성, 기술성, 성능, 디자인적인 면에서 서로 우열을 보이고 있으나 국내 업체들은 근접지원의 체계와 정보기술을 가지고 자사 제품만의 특징을 부각시켜서 외국산 제품보다 먼저 시장에 진입하는 것만이 성공으로 가는 지름길이다. 외국의 경우 Agilent를 비롯하여 Exfo에 이르기까지 다양한 솔루션을 출시하고 있고, 국내 업체들도 당사를 비롯하여 한전 KDN에 이르기까지 대기업 중소벤처기업을 가리지 않고 출시하고 있는 시장의 경쟁 상황에서 가격 대비 품질과 After Service와 Before Service의 기동력이 생존의 열쇠를 쥐고 있는 것 같다. 무선 인터넷의 보급으로 이제는 유지보수의 실시간 정보를 가장 먼저 접수할 수 있고, 경보를 가장 빨리 전달할 수 있는 시스템의 성능 비교도 관건이 되고 있는 것처럼 이미 당사가 2000년 말경에 한국전력의 OPGW망을 위하여 개발한 OFPS(Optical-fiber Fault Prevention System)는 광선로의 손실 값을 측정, 이상 유무만을 확인할 수 있도록 제작한 시초의 제품으로서, 총 12채널의 광선로를 감시할 수 있으며, 측정 손실 오차는 $\pm 0.05\text{dB}$ 이며, 실시간으로 측정된 모든 데이터들을 채널별, 날짜별, 시간별, 지역별로 DB화하여 언제라도 운용자에 의하여 호출될 수 있고, 판별과 관리의 편의성을 위해 표현부의 그래프 표시에 거리의 구간과 위치까지 추가한 것은 물론 선로 포설 정보와 연동하는 지리 정보 서비스를 제공할 수 있는 OMDS(Optical-fiber fault Monitoring and Diagnostic System)으로 발전하고 있다.

향후, 초고속 인터넷 서비스의 가입자 측에서 진가를 발휘할 HFC(Hybrid Fiber Coaxial)망에 있어서도 광선로만의 이중화 또는 동축케이블 상의 신호 품질을 결정짓는 신호대 잡음 레벨과 혼변조의 대책을 마련하는 일도 중요하다. 하지만, 각종 HFC망의 전달 노드들에서 존재하는 관련 상태 및 상황 정보들을 한곳에서 또는 동시에 여러 곳에서 감시 운용이 가능하다면, 현재 가입자망 기술에서 보편화되어 있는 ADSL선로의 품질과 대역폭에 비해 월등히 나은 품질과 대역폭을 보유한 HFC망이 선로장애와 관계된 상태정보, 관리정보, 위치정보, 분석정보, 거리정보를 수용한 HFC 장애감시 시스템(HMPS)과 함께 고객의 가치를 확실히 보장해줄 것이다. 그것은 또한 과거 수년간 국내 정보통신 분야에서 전송선로 및 시스템 유지보수 회사로서 괄목한 성장을 이룬 한전 KDN을 비롯한 기타 다수의 군소 정보통신 공사업체들이 과거 수년간 값비싼 외제 계측장비들과 고임금의 노동력에 대항하여 지불해야 했던 비용과 시간에 비해 앞으로 국내에 포설된 다양한 광/케이블/메트로이더넷/ADSL 유형의 공중망이나 자가 사설망이나 가입자망들을 유지보수하기 위해서 쏟아부어야 하는 엄청난 예산과 일정을 이제는 지능적이고, 분석적이고, 과학적인 장애감시 시스템과 초고속 장애정보의 전달경로를 통하여 사고 순간부터 상황 해결까지 안정적인 장애처리체계 내에서 최적화시키는 획기적인 전환점을 제시할 것이다.

[참고 문헌]

- [1] <http://www.annatel.co.kr/>
- [2] <http://www.newton-networks.com>
- [3] http://www.samjintel.co.kr/ko/product/product4_3.htm
- [4] <http://www.ifeelnet.com/korean/index.html>
- [5] <http://www.samjee.com/>
- [6] <http://www.nmssoft.co.kr/company.html>