

지능형 광 전달망 기반의 Optical VPN 서비스 플랫폼 개발

김병재, 정현호, 이용기, 민경선
 KT 차세대통신망연구소, 기간망연구팀

An Optical VPN Service Platform Based on Intelligent Optical Transport Networks

Byungjae Kim, Hyunho Jeon, Yong-Gi Lee, Kyoung-Seon Min
 KT Telecommunications Network Research Lab. Backbone Research Team

Abstract - 차세대 지능형 광 전달망의 구축, 확산에 따라 새로운 개념의 L1 VPN인 Optical VPN에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 현재까지의 Optical VPN은 OXC 시스템 제조업체가 제공하는 EMS/NMS의 부가 기능으로 구현되고 있으며 따라서 멀티 벤더 환경의 광 전달망 구조에서는 적용할 수 없는 문제점이 있다. 본 논문에서는 표준화된 시그널링 인터페이스를 활용하여 이러한 문제점을 극복하고 CNM 및 bandwidth-on-demand 기능을 제공하는 새로운 Optical VPN 서비스 플랫폼의 개념 및 개발 현황을 소개한다.

통해 상호 연결하고 있으며 VPN site 간의 연결 구성은 CNM 인터페이스를 통해 고객의 요구에 실시간으로 설정 변환될 수 있다.

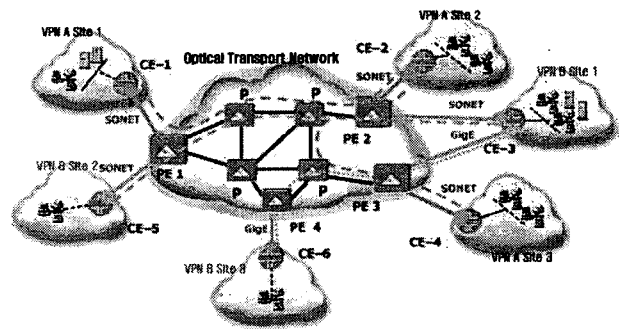


그림 1. Optical VPN 구성 사례

1. 서론

국내 기간 광네트워크는 단순한 점대점, 환형 SONET/SDH, WDM 전송망 구조에서 메쉬 형태의 새로운 광 전달망 구조로 전환되는 시점에 있다. 메쉬 광 전달망 구조에서는 OXC나 MSPP 형태의 TDM, WDM 스위칭 시스템이 통신 노드로서의 역할을 담당하며 지능형 광 제어평면 (Optical Control Plane)이 탑재되어 시그널링과 라우팅을 통한 동적인 연결 생성 및 해지, 수정을 가능하게 한다. 지능형 광 전달망의 이러한 특징은 기존의 전용 회선 서비스가 제공하는 고정 대역폭 연결 서비스의 한계를 뛰어넘어 다양한 고객 맞춤형 서비스를 가능하게 한다. Optical VPN은 지능형 광 전달망 구조에서 실현 가능한 새로운 개념의 L1 VPN 서비스로서 Bandwidth-on-Demand (BonD) 및 Customer Network Management (CNM)의 특징을 가지고 있다. 본 논문에서는 Optical VPN의 정의와 서비스 확산에 따른 기대 효과, 구현 모델 및 기존 솔루션 분석과 현재 KT가 추진하고 있는 서비스 플랫폼 프로토타입 개발 현황을 소개하고자 한다.

2. Optical VPN

2.1 Optical VPN의 정의

일반적으로 가상 사설망 (VPN)은 공유 네트워크 인프라를 이용한 사설 통신망으로 정의되고 있으며 Optical VPN은 WDM, TDM 기반의 지능형 광 전달망에서 제공하는 L1 VPN 서비스로 정의할 수 있다. Optical VPN의 일반적인 구성 사례는 그림 1과 같다[1]. 그림 1에서 광 전달망을 구성하는 P 시스템과 PE 시스템은 OXC 혹은 MSPP 시스템에 해당하며 CE 시스템은 고객측에 존재하는 통신 시스템에 해당한다. 그림 1에서는 VPN A와 VPN B 두 고객이 각각 3개씩의 VPN site를 광 전달망을

VPN은 공유 네트워크의 다른 트래픽으로부터 해당 고객의 VPN 트래픽을 분리하기 위해 tunneling을 이용한다. 즉 코어 네트워크를 경유하는 논리적인 혹은 물리적인 tunnel을 구성하여 고객의 트래픽을 전달하게 되는 것이다. Tunnel이 구성되는 위치에 따라 VPN은 CE-based VPN과 PE-based VPN으로 구분된다. CE-based VPN은 CE의 위치에서 tunneling이 이루어지는 경우에 해당하며 service provider (SP) 네트워크는 VPN 서비스에 대한 특별한 고려를 필요로 하지 않는 특징이 있다. 이러한 경우 VPN 내의 사설 주소를 SP 네트워크내의 유일한 (unique) 주소로 변경 시키는 등의 작업이 CE에서 이루어지게 되고 따라서 CE의 프로세싱 부담이 커지는 문제점을 가지므로 일부 구성 및 관리 기능을 SP 쪽에서 담당하도록 허용한 모델이 CE-based Provider-Provisioned VPN이다. 반면에 PE-based VPN은 PE의 위치에서 tunneling이 이루어지며 하나의 PE가 여러 CE와 연결될 수 있으므로 개별 CE에 대한 구분 (isolation), 주소 변환 등의 작업을 전적으로 PE에서 처리하게 된다.

VPN은 방향성 결정을 위해 참조하는 VPN 트래픽의 주소 정보의 종류에 따라 다시 L1, L2, L3 VPN으로 나누어지게 된다. Optical VPN은 PE-based VPN중에서 L1 VPN에 해당하며 전체적인 구분은 그림 2와 같다. Optical VPN이 제공하는 연결은 L2, L3 VPN이 제공하는 논리적인 연결이 아니라 TDM 회선 혹은 WDM 파장 경로에 해당한다. 따라서 Optical VPN이 참조하는 주소 정보는 시스템의 포트 또는 타임 슬롯, 파장 채널 정보와 같이 트래픽이 전달되는 물리적인 자원 정보를 직접 활용하는 형태로 구현된다[2,3,4].

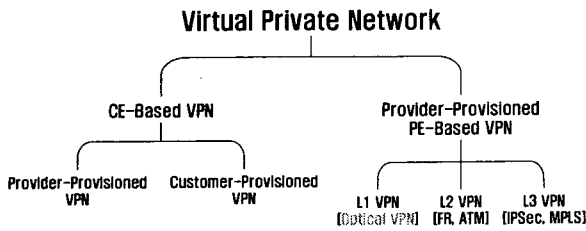


그림 2. VPN 구분

2.2 Optical VPN의 구현 모델

일반적으로 Optical VPN의 구현 모델은 Overlay, Peer-to-peer, Resource Partition 모델로 구분될 수 있다[2].

Overlay 모델에서는 광 전달망과 CE 들이 server/client 관계로 운용되며 광 전달망 내의 연결 경로 결정 (routing)이 PE 혹은 P 시스템에서 이루어지게 된다. CE 시스템은 광 전달망 내부의 세부 자원 활용 정보를 파악할 수 없으며 정해진 서비스 인터페이스 프로토콜을 통해서만 광 전달망과 연결 구성 및 해지, 수정 요구를 주고받을 수 있다.

Peer-to-peer 모델은 CE, PE, P 시스템들이 상호간에 routing peer로 동작하는 GMPLS의 integrated service model에 기반을 둔 구현 모델이다. CE 시스템이 광 전달망 내부의 세부 자원 활용 정보를 파악할 수 있고 연결 설정 시에 사용될 자원의 선택권을 CE 시스템이 보유할 수 있게 된다.

Resource Partition (RP) 모델은 광 전달망을 논리적인 서브 네트워크로 분할하여 각 VPN 고객에게 할당하는 방식이다. 광 전달망 내의 시스템 쉘프, 라인 카드, 포트, 타임 슬롯, 등의 자원에 대한 소유 권한을 각 고객별로 관리하며 고객은 SP 네트워크 운용자가 사용하는 동일한 EMS/NMS에 해당 고객의 ID로 접속하고 할당된 네트워크 자원들에 대한 망 관리기능을 수행하게 된다.

2.3 Optical VPN 솔루션 분석

현재 Optical VPN 서비스 플랫폼은 특정 OXC 시스템 제조업체가 자사의 EMS/NMS의 일부 기능, 혹은 기능 확장의 형태로 구현하여 통신 사업자에게 제공되고 있다. 지능형 OXC 시스템의 보급이 확산되지 않은 현재 상황에서 Optical VPN은 보편적으로 운용되는 형태의 서비스는 아니며, 또한 특정 시스템 제조업체의 서비스 플랫폼 활용에 따른 시스템 종속성과 고객 맞춤형 서비스 개발의 어려움, 등은 지속적인 연구를 통해 해결해 나가야할 과제이다.

현재 프랑스의 Cegetel, 등에서 활용되고 있는 Optical VPN 서비스 플랫폼은 Alcatel의 1355VPN 솔루션에 기반하고 있다. Alcatel의 1355VPN은 기본적으로 Alcatel NMS시스템을 필요로 하며 1355VPN server 시스템과 웹 기반의 client 시스템으로 구성된다. VPN 고객은 공중 인터넷 망을 통하여 1355VPN server로 접속하며 server 상에서 VPN 망의 연결 구성 및 성능 정보, 등을 모니터링 하고 동시에 연결 구성 및 대역폭의 수정, 등을 요구할 수 있다. 1355VPN server는 고객의 VPN 구성 수정 요구를 받아들이고 이를 Alcatel NMS에 전달하며 NMS는 각각의 노드에

적절한 설정 명령을 내려 보내게 된다. Alcatel의 1355VPN은 Overlay 구현 모델에 해당한다.

Sycamore 에서는 CNM이라는 기능을 EMS에 포함시킴으로서 Resource Partition Optical VPN 서비스 모델을 제공하고 있다. 즉 EMS에 고객의 계정 관리 기능과 네트워크 자원의 제어, 관리에 대한 고객의 권한을 지정할 수 있는 기능을 구현하고 특정 고객이 EMS에 접속하면 해당 고객에게 할당된 네트워크 자원만으로 서브 네트워크를 구성하여 EMS를 통해 관리 및 제어를 가능하게 한다.

2.4 Optical VPN의 비전

경쟁의 심화와 대체 서비스의 등장으로 인해 기존의 전용회선 시장 규모는 매년 조금씩 축소되고 있으며 또한 대형 고객의 자가망 전환 및 전용망 구축 요구의 증가는 망운용 부담을 가중시키는 형태로 사업자를 압박하고 있다. 인터넷의 활성화에 따른 통신 패턴의 변화는 저렴한 대용량 전용회선의 수요를 증가시키고 있으며 또한 유연한 대역폭 및 고객 맞춤형 서비스의 요구, 등 새로운 서비스 기준이 적용되어야 할 시기에 도래하였다. Optical VPN은 통신 사업자들에게 있어 이러한 위기 상황에 대한 해결책으로서 인식되고 있으며 신규 서비스 제공을 통한 수익 증대와 CNM 개념의 도입을 통한 망 관리 비용의 절감, 지능형 광 전달망 인프라를 그대로 활용할 수 있다는 점, 등의 여러 장점을 가지고 있다.

Optical VPN 고객의 입장에서는 기존 전용회선의 정적인 서비스와는 달리 실시간으로 VPN 설정 상황을 변경시킬 수 있으므로 필요한 시점에 언제든 회선을 구성, 해지할 수 있고 자가망 구축에 따른 초기 투자 비용 부담을 완화시키며 필요한 만큼의 광 전달망 자원을 임대해서 사용하므로 사업 환경의 변화에 따라 VPN 네트워크의 용량 확장 및 변화 요구에 신속히 대응할 수 있는 점, 등의 장점을 가지고 있다. 즉, Optical VPN은 통신 사업자나 VPN 고객 모두의 요구를 동시에 만족시켜 줄 수 있는 새로운 사업 모델에 해당한다.

3. Optical VPN 서비스 플랫폼 개발

현재 개발이 진행되고 있는 Optical VPN 서비스 플랫폼은 앞서 설명한 시스템 제조업체의 서비스 플랫폼이 특정 통신 시스템에 종속적으로 구현될 수밖에 없는 한계점을 극복하기 위해 표준화된 시그널링 인터페이스를 이용하여 광 전달망과 상호 연동되도록 설계되었다. 현재 OIF에서는 서로 다른 시스템들 간의 상호 시그널링 연동을 위해 Optical UNI, NNI 표준을 규정하고 있으며 이를 활용할 경우 특정 시스템과는 무관한 서비스 플랫폼의 구현이 가능해진다 [5].

Optical VPN 서비스 플랫폼의 기본 구성은 그림 3과 같으며 Overlay 구현 모델을 따르고 있다. 그림 3에서 알 수 있듯이 서비스 플랫폼은 Optical VPN server와 client, UNI-C proxy agent로 구성된다. UNI-N의 역할을 담당하는 OXC 시스템이 지능형 광 전달망의 근간을 이루고 있으며 UNI-C의 기능을 담당하는 별도의 proxy agent를 외부에 두어 시그널링 연동을 가능하게 한다. CE에 해당하는

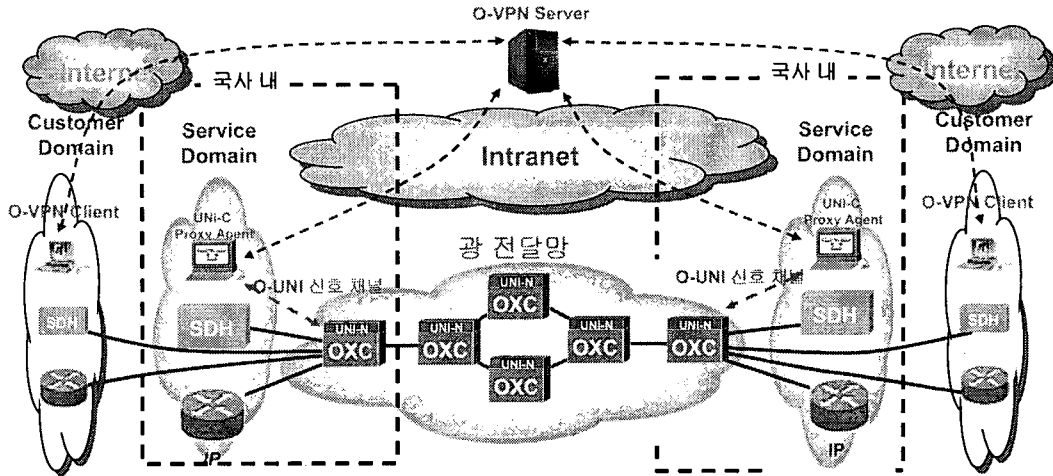


그림 3. Optical VPN 서비스 플랫폼 구성도

고객의 통신 시스템들은 OXC 시스템과 물리적으로 직접 접속되는 구조를 취하며 이는 지능형 광 전달망의 데이터 평면이 제공하는 회선 연결에 의해 상호 접속된다. 고객은 공중 IP 망을 통해 Optical VPN 서버로 접속하며 VPN 서버는 고객에 대한 인증을 거치고 고객이 임대한 네트워크 자원의 설정 현황을 고객에게 알려준다. 고객은 주어진 네트워크 자원 설정 현황에 대하여 필요한 변경을 수행하며 그 내용을 최종 인가하면 VPN 서버가 실질적인 설정 변경에 대한 기능을 수행하게 된다. 그림 3에서 알 수 있듯이 고객이 요구한 설정 변경 사항은 O-UNI 시그널링을 통하여 실현되며 VPN 서버는 고객의 설정 변경 요구를 일련의 O-UNI 시그널링 시퀀스로 변경시키는 스케줄링 기능을 수행해야 한다. 스케줄링 기능은 VPN 서버의 핵심 기능으로서 고객의 요구가 성공적으로 반영되기 위해서는 고성능의 스케줄링 알고리즘의 개발이 요구된다.

그림 4는 서비스 플랫폼의 보다 세부적인 기능 모듈 별 구성도를 보여주고 있다. VPN server는 고객

정보와 네트워크 자원 구성 정보, 고객의 네트워크 자원 사용 현황에 대한 정보를 데이터베이스로 유지하며 이를 VPN client의 요구에 따라 전달한다. VPN client는 VPN server에서 전달된 네트워크 자원 구성 정보를 사용자에게 GUI 형태로 보여주고 고객이 직접 Optical VPN 설계를 시행할 수 있도록 O-VPN Designer 기능을 가지고 있다. 또한 필요에 따라 과거의 사용 내역과 현재까지의 요금 정보, 등을 server의 데이터베이스를 참조하여 고객에게 제시한다. Optical VPN server 시스템은 고객이 접속할 때 마다 별도의 mediator process를 실행시켜 고객의 VPN 구성 변경 요구를 받아들이고 다양한 고객으로부터 동시에 주어진 변경 요구들에 대하여 작업순서처리기(scheduler)를 통해 처리 순서를 결정한 후 시그널링 제어기를 이용하여 적절한 UNI-C proxy agent를 구동시키게 된다. UNI-C proxy agent는 OXC 시스템과 동일 국소에 위치하며 server와는 보안성이 강화된 사내 망을 통하여 상호 연결되는 구조를 취하고 있다.

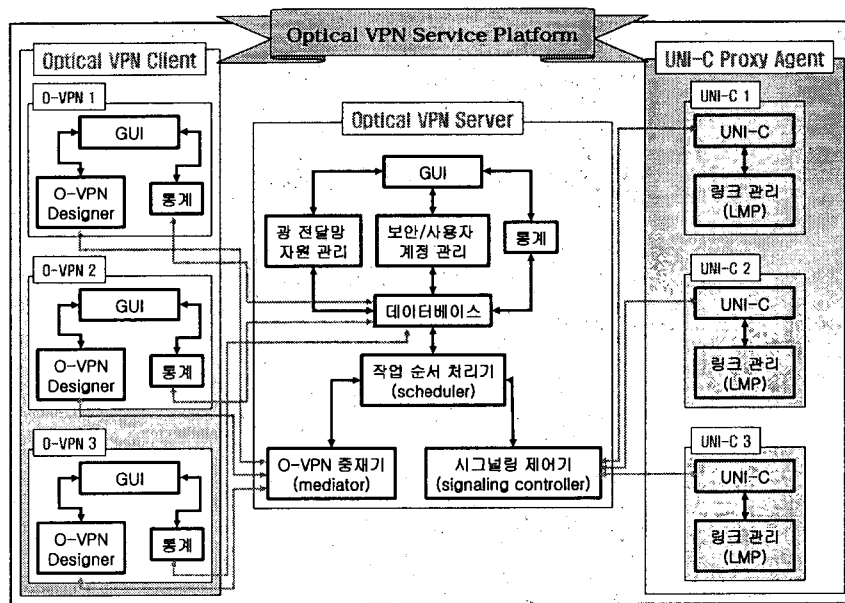


그림 4 Optical VPN 서비스 플랫폼 기능 모듈 구성도

4. 결 론

본 논문에서는 일반적인 Optical VPN의 정의와 구현 모델, 기존 서비스 플랫폼에 대한 소개와 현재 개발 진행중인 서비스 플랫폼에 대하여 간략히 설명하였다. Optical VPN 서비스가 활성화되기 위해서는 먼저 지능형 광 전달망 인프라가 갖추어져야 하며 2004년을 시착점으로 국내 기간 광 네트워크는 지능형 플랫폼 기반으로 전환될 전망이다. 인프라의 확보와 동시에 기본요금, 시간대별 요금 정책, 등 다양한 요금 체계와 서비스 등급별 차별화 전략 마련을 통해 고객에게 넓은 선택의 폭을 제시해 줄 수 있도록 지속적인 연구, 개발이 이루어져야 할 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] Hamid Ould-Brahim, "Optical VPNs", MPLS 2001
- [2] Zhensheng Zhang, Ya-Qin Zhang, Xiaowen Chu and Bo Li, "An Overview of Virtual Private Network (VPN): IP VPN and Optical VPN", Photonic Network Communications, 213 ~ 225, 2004
- [3] Stephen French and Dimitrios Pendarakis, "Optical Virtual Private Networks: Applications, Functionality and Implementation", Photonic Network Communications, 227 ~ 238, 2004
- [4] IETF draft "A Framework for Layer 3 Provider Provisioned Virtual Private Networks", <draft-ietf-l3vpn-framework-00.txt>, work-in-progress
- [5] OIF User Network Interface 1.0, OIF2001-125.7