

광 인터넷을 위한 제어 및 관리 기능

김진년^o 백현규 김춘희 차영욱
안동대학교 컴퓨터공학과
edie@comeng.andong.ac.kr

Control and Management Functions for Optical Internet

Jin-Nyun Kim^o Hyun-Gyu Baek Choon-Hee Kim Young-Wook Cha
Dept. of Computer Engineering, Andong National University

요 약

광 인터넷의 서비스는 단일서비스 모델과 도메인서비스 모델로 구분된다. IETF는 단일서비스 모델의 제어 평면을 위하여 GMPLS를 정의하고 있으며, OIF 및 ODSI는 도메인 서비스 모델 기반의 O-UNI 규격을 정의하고 있다. 광 인터넷을 위한 망 관리 기능은 제어 기능에 비하여 표준화가 활발히 진행되고 있지 않으며, OIF 및 ODSI에서 O-UNI의 구성 및 연결 관리를 위한 MIB를 정의하고 있다. 본 논문에서는 광 네트워크의 제어평면 및 관리평면과 전달평면사이의 개방형 인터페이스 모델을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 모델은 네트워크 장비들에게 시스템 관리 기능을 최소화 시키므로 새로운 서비스의 창출 및 소프트웨어의 유지보수를 용이하게 한다.

1. 서론

인터넷 서비스는 음성과 고정 회선 서비스를 제공하기 위해 설계되어진 텔레커뮤니케이션 하부 구조 위에서 제공되어져 왔다. 이러한 접근 방법은 서비스의 제공이나 갱신을 관리하기에 매우 힘들고 복잡한 다-계층(multiplayer)의 네트워크를 야기시켰다. 새로운 IP 하부 구조의 기본적인 필요 조건들은 광전달 계층과 MPLS(Multi Protocol Label Switching) 서비스 계층을 갖는 2 계층 구조의 네트워크에 최적으로 대처 할 수 있다. 이러한 2 계층 네트워크 구조로의 발전은 최근의 네트워크 설치에서 지배적인 기술로 떠오르는 IP/MPLS와 DWDM으로 진행중이다 [1].

광 네트워크와 IP의 관계는 광 네트워크상에서의 IP(IP on Optics)와 광 네트워크를 위한 IP(IP for Optics)로 구분할 수 있다. IP 트래픽의 전달을 위하여 광 전송을 직접적으로 사용하는 IP on DWDM가 광 네트워크 상에서의 IP의 한 예이다. 광 네트워크 상에서의 IP는 계층 3과 계층 2 사이의 광 인터넷으로 일컬어진다. 광 네트워크를 위한 IP는 광 전송과 포트닉 경로 제어를 위해 IP 제어 프로토콜들을 사용하는 것으로 G.ASTN과 OIF O-UNI가 예이다. 광 네트워크를 위한 IP는 계층 1과 계층 0 사이의 광 인터넷으로 일컬어진다[2].

본 논문에서는 광 네트워크에서의 IP 서비스를 위한 제어 및 관리 기능의 연구 동향을 분석하여 광 인터넷을 위한 개방형 인터페이스의 연구 방향을 정립하고자 한다. 본 논문의 2장에서는 IETF 및 OIF에서 진행되고 있는 광 인터넷의 제어평면에 대한

연구 동향을 기술하며, 3장에서는 광 인터넷을 위한 개방형 인터페이스의 연구동향에 대하여 기술하며 모델을 제안한다. 마지막으로 4장에서는 본 논문의 결론 및 향후 과제에 대하여 기술한다.

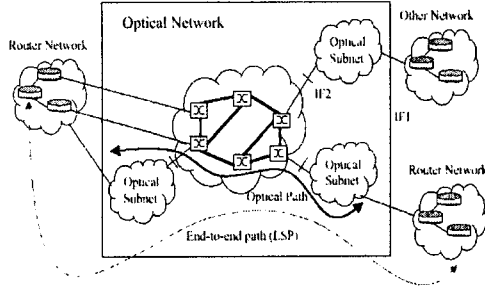
2. 광 인터넷의 제어 기능

전통적으로 텔레콤 커뮤니티와 인터넷 커뮤니티는 네트워크의 운영에 있어서 매우 다른 견해를 가지고 있다. 텔레콤 네트워크는 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 실행성의 최적화 및 신뢰성이 지원되도록 IP 네트워크보다 훨씬 중앙 집중적이다. 텔레콤 장비의 표준화 경향은 가능한 제어 평면의 내용을 최소화하고 대신에 관리 영역의 내용에 많은 비중을 두고 있다. 텔레콤 네트워크의 결점은 비유연성으로 음성 호이외의 새로운 응용을 지원하는 것이 매우 어렵다. 인터넷 노드들은 분산 제어를 강조하며 네트워크의 관리 보다는 제어쪽에 많은 비중을 두어 더욱 자동적이며 단순한 네트워크 계층을 유지하면서 새로운 응용을 촉진시키려는 추세이다[3].

2.1 광 네트워크 상의 IP를 위한 네트워크 모델

라우터 및 ATM과 같은 클라이언트 네트워크들은 그림 1과 같이 광 코어 네트워크에 IF1로 인터페이스되며, 광 코어 네트워크내의 서브 네트워크들은 IF2로 인터페이스된다. 논리적 제어 인터페이스 관점으로 보면 IF1은 UNI, IF2는 NNI에 해당한다. 논리적 제어 인터페이스를 실현하기 위한 물리적 제어 구조는 다양할 수 있다. IF1 인터페이스의 물리적 제어 구조의 예로는 직접 인터페이스와 간접 인터페이스

스가 있다[4].



<그림 1> 네트워크 상호 연결

2.2 서비스 모델

IF1과 IF2에 대한 서비스 모델은 단일서비스 모델(Unified Service Model)과 도메인서비스 모델(Domain Service Model)로 구분 된다[4]. 단일서비스 모델은 제어 목적을 위해 IP와 광 네트워크를 하나의 통합 망으로 취급하는 모델이다. 광 네트워크 장비는 제어 평면이 존재하여 라우터처럼 취급되므로, 라우팅과 신호기능의 관점에서 보면 IF1과 IF2는 차이가 없다. 단일 서비스 모델에서의 제어평면은 일반화된 MPLS(GMPLS)기반이라고 가정한다.

도메인서비스 모델은 IP와 광 도메인이 독립적으로 동작하므로 인터페이스를 지나면서 어떠한 라우팅 정보도 교환할 필요가 없다. 도메인서비스 모델은 ODSI 및 OIF에서 단기간 내에 광 네트워크의 서비스 도입을 목적으로 고려되고 있는 모델이다. IF1을 통하여 소수의 잘 정의된 서비스만이 제공되므로 신호 프로토콜의 요구사항은 최소화되어 있다.

2.3 제어 기능

광 네트워크에서의 제어 기능을 위하여 고려되어야 할 사항들은 어드레싱, 이웃 발견, 토폴로지 발견, 복구 모델, 양방향 광 경로 설정, 제어 채널의 장애 회복, 경로 계산, 광 인터워킹 등이다.

2.3.1 OIF의 제어 기능

도메인서비스 모델 기반의 OIF에서는 광 네트워크 서비스를 위하여 추상 신호 메시지 및 파라미터를 정의하고 있다. 표 1과 같은 추상 신호메시지의 실현은 RSVP 또는 LDP 기반의 신호 프로토콜을 고려하고 있다[5].

<표 1> 추상 신호 메시지

Abstract message
Connection Create Request
Connection Create Response
Connection Delete Request
Connection Delete Response
Connection Status Enquiry
Connection Status Response
Address Resolution Query
Address Resolution Response
Notification

2.3.2 GMPLS

GMPLS의 목적은 단일 제어 평면의 구축, 트래픽 엔지니어링 기능의 지원, 절체와 복구를 수용하고, 광 스위치와 광 전송 그리고 레이블 스위치 라우터를 통합하는 것이다. GMPLS 관련 주요 내용은 다음과 같다[1].

- LSP(Label Switched Path) 계층 : GMPLS는 트래픽 트렁크의 설정을 지원하기 위하여 LSP의 네스팅(nesting)을 허락하는 LSP 계층을 정의 한다. 이러한 계층의 최하위 바닥은 패킷 스위칭에서 시작하여, TDM 스위칭, 램다 스위칭 그리고 마지막으로 광 섬유 스위칭 노드까지의 계층을 이룬다.
- 신호 확장 : LSP를 위해서 패스를 계산한 후, 입구(ingress) LSR은 패스를 따라 레이블 바인딩을 설립하기 위하여 RSVP-TE나 CR-LDP 프로토콜을 사용한다. 패킷, TDM, 램다, 광 섬유 등에 기반한 LSP의 설립을 지원하기 위하여 일반화된 레이블 요청 오브젝트가 정의되며, 양방향 LSP와 빠른 오류 알림 메커니즘을 지원한다. 또한 레이블이 업스트림 노드에 의해서 제안되도록 허락하고, 다운스트림 노드에 의해서 선택될 수 있는 레이블 범위를 허락한다.
- 링크 관리 프로토콜 : LMP(Link Management Protocol)는 링크 관리를 단순하게 하기 위해서 인접 노드사이에서 구동 된다. LMP는 제어 채널의 연결을 설립하고 유지하는 역할을 수행하며, 배어러 채널의 연결성을 검증하며, 광 도메인 내에서의 링크, 광 섬유 또는 채널의 고장에 대한 신속한 식별을 수행한다.
- IGP(Interior Gateway Protocol) 확장 : GMPLS는 IGP 확장을 이용하여 포워딩 인접 상태를 포함하는 전송 네트워크 토폴로지 정보를 배포한다.
- 링크 다발 : LSR의 쌍이 다수의 링크나 램다에 의해서 연결된 경우, 트래픽 엔지니어링의 확장성을 향상시키기 위해서 GMPLS는 IGP에게 다수의 링크들이 하나의 링크로 광고되어 질 수 있게 한다.
- 제약 기반의 라우팅 : IGP 확장을 통하여 수집된 정보는 광 전달 네트워크 상의 점대점 패스를 계산하기 위한 제약 기반 라우팅 시스템에 의해서 사용될 수 있다.

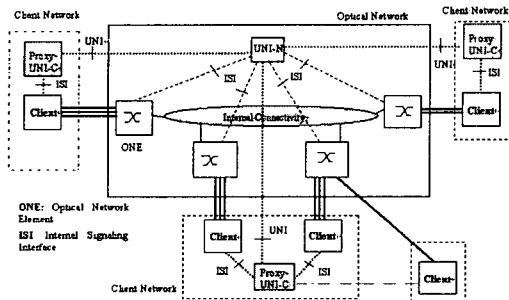
3. 광 인터넷을 위한 개방형 인터페이스

3.1 연구 동향

광 네트워크에서 라우팅은 네트워크 토폴로지와 자원 이용 가능성의 정보에 의존한다. 이러한 정보는 집중화된 시스템이나, 분산된 링크 상태 라우팅 프로토콜에 의해 수집되고 사용된다[4]. 집중화된 모델에서 서버가 클라이언트를 대신하여 광 경로를 설정하는 경우에는 서버와 클라이언트 사이의 연결 및 관리 제어를 위하여 개방형 인터페이스가 요구된다. 이러한 개방형 인터페이스는 하나의 교환 및 전송 인프라로 현존하는 모든 서비스의 통합 수용과 새롭게

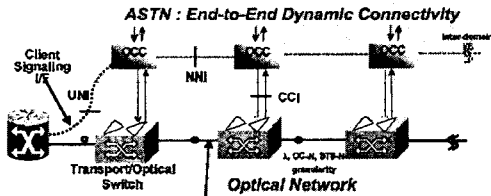
창출될 서비스의 용이한 수용을 가능하게 하는 기술이다.

OIF에서 규정하고 있는 다양한 UNI 서비스의 활성화 구성 중에서 에이전트를 이용하는 ISI(Internal Signaling Interface)는 개방형 인터페이스 방식이다 [5]. 그림 2는 프락시 신호 기능과 ISI를 이용하여 제 3자에 의한 서비스를 활성화시키는 방법을 나타낸다. 이러한 방식은 광 네트워크의 전송 및 스위칭 장비들이 신호 프로토콜로부터 독립적으로 진화할 수 있게 한다. ISI에 대한 상세사항은 UNI의 규격에 규정하지 않고 있다.



<그림 2> 제 3자에 의한 서비스의 활성화

ITU-T의 ASTN(Automatic Switched Transport Network)은 동적인 연결관리 능력을 갖는 광 및 전달 망으로써 그림 3은 ASTN의 프레임워크를 나타낸다[2].



<그림 3> ASTN 프레임워크

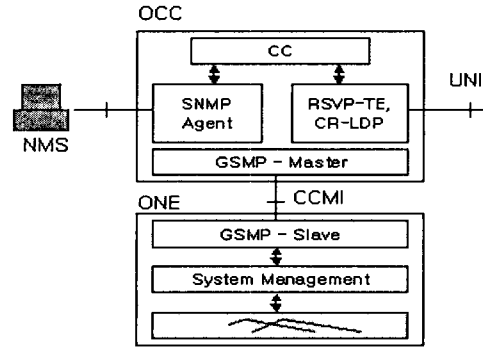
ASTN 프레임워크는 전송평면, 제어평면 그리고 관리평면으로 구성이 된다. ASTN 제어 평면의 일부인 CCI(Connection Control Interface)는 클라이언트-서버 모델과 같이 계층 3과 계층 2의 장비 소유권이 서로 다른 경우의 제어평면과 전달평면 사이를 위한 개방형 인터페이스이다. CCI는 연결의 설정 및 해제와 스위치의 포트 상태를 조회하는 기능이 지원되어야 한다.

3.2 광 인터넷의 개방형 인터페이스 모델

광 인터넷을 위한 개방형 인터페이스에 대한 기존의 연구는 연결제어 기능을 망 장비로부터 분리하여 연결제어 노드에 두는 연구에 집중되어 있다. 이러한 모델에서는 망 관리 기능의 에이전트가 장비 내부에 위치하여야 한다. 망 관리 에이전트는 매니저의 연결요청을 처리하여야 하므로 연결수락 제어 및 크로

스-컨택팅과 같은 연결제어 기능이 장비 내부의 시스템 관리 기능에 구현되어야 한다.

레이블 스위치의 제어를 위한 IETF의 GSMP (General Switched Management Protocol)는 광 인터넷을 위한 개방형 인터페이스로 적용될 수 있는 프로토콜이다. 광 네트워크의 장비들에게 기본적인 드라이버 및 최소한의 시스템 관리 기능만이 요구되도록 본 논문에서는 그림 4와 같이 망 관리 에이전트와 GSMP 마스터가 OCC(Optical Connection Control)에 탑재되는 개방형 인터페이스, CCMI (Connection Control and Management Interface)를 제안한다. 광 네트워크를 위한 연결 제어 기능의 메시지 및 파라미터들과 망 관리 기능을 위하여 요구되는 MIB들을 분석함으로써, GSMP 기반의 CCMI를 정의할 수 있다.



NMS : Network Management System

OCC : Optical Connection Control

CCMI : Connection Control and Management Interface

<그림 4> 광 인터넷의 개방형 인터페이스 모델

3.2.1 관리 기능

광 네트워크를 위한 망 관리 기능은 제어 기능에 비하여 아직은 표준화가 활발히 진행되고 있지 않다. OIF 및 ODSI에서 O-UNI를 위한 구성 및 연결관리를 위한 MIB가 정의되어 있다. IETF에서는 MPLS를 위한 MIB를 기반으로 광 네트워크를 위한 MIB들을 정의할 것으로 예상된다.

IETF는 현재 MPLS LSR 모델링, LDP 그리고 트래픽 엔지니어링을 위해 관리되어야 할 오브젝트들을 정의하고 있다. MPLS LSR 모델링을 위하여 정의한 MIB 그룹들은 다음과 같다.

- mplsInterfaceCongTable
- mplsSegmentTable, mplsOutSegmentTable
- mplsXCTable
- mplsTrafficParamTable
- mplsInterfacePerfTable
- mplsInSegmentPerfTable
- mplsOutSegmentPerfTable

OIF에서 UNI를 위하여 정의하고 MIB 그룹들은 다음과 같다[6].

- oifUniEquipmentObjects

