

# 광전달망에서 CR-LDP 를 이용한 효율적인 시그널링 제공 방안에 관한 연구

오선근, 조규섭

성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학과

전화 : 031-290-7195 / 핸드폰 : 016-256-2105

## The Study on Efficient Signaling Supply Using CR-LDP in the Optical Transport Network

Sunkeun Oh, Kyu-Seob Cho

Dept. of Information and Communication Engineering, SungKyunKwan University

E-mail : skoh@ece.skku.ac.kr

### Abstract

인터넷 데이터 트래픽의 증가로 인한 광 전달망에서의 효율적인 트래픽 이용에 대한 관심이 집중됨에 따라 제어평면상의 라우팅 및 시그널링 제공 방안에 관한 연구의 필요성이 대두 되고 있다. 광 네트워크의 시그널링 인터페이스 구조는 UNI 와 NNI 로 구분되며, 본 논문에서는 서브 네트워크간 인터페이스인 NNI 상에서의 신호/연결제어 경로를 만들기 위해 수행되는 CR-LDP 시그널링의 여러 기능과 메커니즘을 통해 NNI 에서의 sub-area 의 개념을 적용시킨 효율적인 광 전달망 내에서의 신호 프로토콜 제공 방안에 대해 연구하고, GMPLS 의 시그널링 프로토콜중 CR-LDP 를 이용하여 트래픽 엔지니어링 지원 방안을 살펴봄으로써, NNI 내에서의 효과적인 시그널링 제공을 위한 연구 방안을 제안한다.

### I. 서론

차세대 통신망에서 고품질의 서비스를 제공하기 위해서는 고용량의 트래픽을 효율적으로 전달하고, 그에 따른 Qos 를 만족시킬 수 있어야 한다. 이러한 광대역 서비스 제공을 위한 광 인터넷에서의 자원을 효율적으로 사용하기 위해서는 근본적으로 광 전달망에 적합한

형태의 라우팅 및 시그널링 제공이 필요 하게 된다. 이러한 관점에서 OIF 에서는 현재 UNI(User to Network Interface) 및 NNI(Network to Network Interface) 구간에서의 라우팅 프로토콜로 OSPF-TE(Open Shortest Path First Traffic Engineering) 와 IS-IS (Intermediate System to Intermediat System)를, 시그널링 프로토콜로는 CR-LDP(Constraint-based Routing - Label Distribution Protocol) 와 RSVP-TE(Resource reSerVation Protocol - Traffic Engineering)가 논의 되고 있다.

본 논문은 광 전달망에서의 동적인 연결 설정을 위한 시그널링 제공을 위해서 GMPLS(Gernalized Multi-Protocol Label Switching) 시그널링 프로토콜인 CR-LDP 와 RSVP-TE 중 상대적으로 확장성이 우수한 CR-LDP 를 이용하여 NNI 에서의 sub-area 개념을 적용한 광 전달망내에서의 보다 효율적인 시그널링 제공 방안에 관한 연구 분석을 수행 하였다.

### II. 광 전달망에서의 시그널링

광 전달망 내에서의 동적인 광 경로 설정 및 유지, 해제를 위해서는 시스템간의 일련의 신호체계가 필요하며, 이때 클라이언트 네트워크와 광 네트워크간의 인터페이스를 UNI 로 정의하고, 광 전송 장비간의 인터페이스

스를 NNI 로 정의한다.

UNI 및 NNI 에 관한 광 네트워크 시그널링 인터페이스의 구조를 그림 1에 나타내었다.

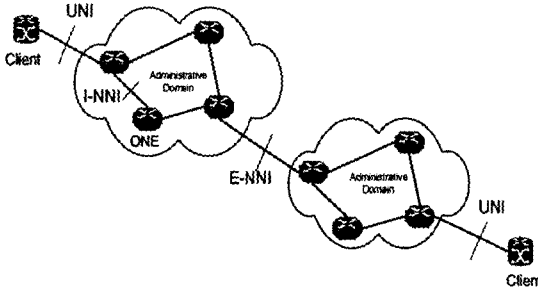


그림 1. Optical Network Signaling Interface

광 전달망 제어평면에서 시그널링 프로토콜의 역할은 연결 설정 및 유지, 해제 기능을 수행한다. 이는 GMPLS의 제어평면에 기반하며, 여기서 광 전달망을 위해 새롭게 정의된 노드 및 링크 속성을 지원하기 위해서는 기존 시그널링 프로토콜의 수정 및 보완이 필요하게 된다.

GMPLS 시그널링 프로토콜인 CR-LDP는 기존 LDP에서 트래픽 엔지니어링을 위해 확장된 것으로, Explicit Route 정보, 자원 예약을 위한 Traffic Parameter 정보와 ER-LSP(Explicit Route Link State Path)의 장애 복구등에 대한 여러 기능의 Object를 추가하였다. 여기서 CR 알고리즘은 데이터 베이스 및 링크 상태를 이용하여 광 네트워크 상에서의 적절한 경로를 계산하고, 이러한 경로가 설정되면 CR-LDP 시그널링 프로토콜을 통해 경로를 설정하게 되는 구조를 가진다.[1]

### III. NNI에서의 효율적인 시그널링을 위한 sub-area 개념의 적용

망 내에서의 효율적인 연결 설정과 관리를 위해서는 보다 세분화된 계위 구조와 구획화를 필요로 하게 된다. 이러한 관점에서 NNI 내에서의 시그널링 프로토콜은 QoS 지원이 가능해야 하며, CR-LDP를 적용하여 ER-LSP 설정을 보다 세분화할 수 있는 방안의 하나로 NNI에서의 sub\_area 개념을 적용시킬 수 있다. 이는 기존 area 개념에 트래픽 엔지니어링을 위해 보다 세분화된 계위(hierarchy) 구조인 sub-area 개념을 추가적

으로 적용한 것으로, 이를 통해 하나의 area 내에서 보다 세분화된 링크 상태 데이터 베이스 구성이 가능해지고 그에 따른 보다 큰 area 또는 AS(Autonomous System)의 구성과 세분화된 시그널링이 가능해진다.

NNI 참조 모델을 그림 2에 나타내었다. 여기서 보는 것 처럼, 각 carrier는 여러 개의 area로 나뉘어지고, area는 또한 sub-area로 세분화된다. 이러한 carrier의 구획화로 인해 제어 도메인 또한 여러 개의 계위를 갖는 구조를 취하게 된다.[2]

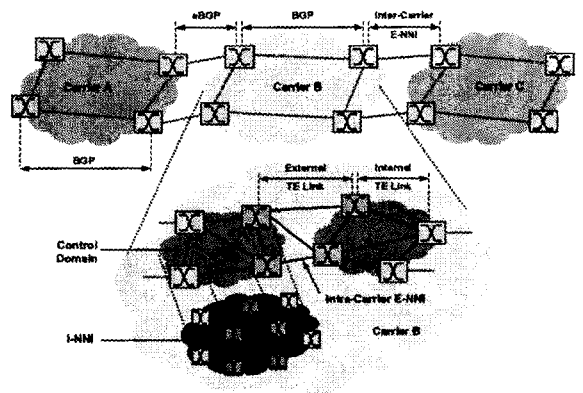


그림 2. Intra-Carrier E-NNI Reference Model

NNI 모델에서 알 수 있는 것 처럼, sub-area가 적용된 모델의 경우, sub-area들 간에 축약된 토폴로지 정보만을 서로 전달하게 되므로, 하나의 area 내의 sub-area 간 토폴로지 정보가 다를 수 있다는 특징을 갖게되며, sub-area로부터 전달 받은 축약된 토폴로지 정보가 특정 라우터(SABR: Sub Area Border Router)에 의해 자신의 sub-area 내에서 통용될 수 있는 라우팅 정보의 형태로 변형되기 때문에, 하나의 sub-area 내 다른 라우터들은 업그레이드 될 필요가 없다는 장점 또한 갖게 된다. 그리고 하나의 sub-area의 문제를 그 sub-area 내로 국한 시킴으로써 전체 네트워크의 사용 효율성을 증가시킬 수 있는 장점 또한 갖게 되어, 망에서의 연결 설정 및 유지, 해제의 기능을 지원하는 시그널링이 효율적으로 이루어질 수 있게 된다.

### IV. 광전달망내 sub-area에서의 CR-LDP를 이용한 효율적인 시그널링 모델 제안

#### 4.1 Multi-Area TE 지원 시나리오

다중 area 상에서 트래픽 엔지니어링을 지원하기 위해 제안된 시나리오들은 다음과 같다.[3]

각 시나리오에는 Distributed Method(시나리오-1), Path Computation Sever(시나리오-2,4,5), Interarea Flooding Method(시나리오-3)이 적용되었고, 이는 기본적으로 area 와 AS 의 2 계위 구조를 지닌다.

1. 경로 계산을 area 마다 수행(Signaling 메시지가 제약사항 및 요구사항 전달)
2. head-end TNE(Transport Network Element)는 자신이 속해있는 area 내의 ABR(Area Border Router) 에게 tail-area 내 ABR 로의 모든 경로 계산을 요구(경로 서버(RS)로써 Source ABR 을 사용)
3. head-end TNE 는 ABR 에 의해 생성된 LSA(Link State Advertisement)를 back bone 을 통해 얻고, 이 정보(축약된 토폴로지 정보)를 이용하여, tail-end area 내 ABR 로의 모든 경로를 계산
4. head-end TNE 는 tail-end area 내의 ABR 에게 목적지로의 경로 계산을 요구(경로 서버(RS)로써 Destination ABR 을 사용)
5. head-end TNE 전체 경로 계산을 위해 전체 네트워크 토폴로지를 알고 있는 entity 에게 경로 계산을 요구(중앙 집중형 라우터 서버(Centralized Route Server))

이상의 시나리오에 NNI 에서 보다 세분화된 시그널링 지원을 위해 sub-area 의 개념을 적용하면 sub-area, area, AS 의 3 계위 구조를 가지게 된다. 이때 NNI 지원을 위해서는 sub-area 지원을 위한 sub-area ID 와 sub-area TLV 그리고 SABR 지원 TLV 등과 같은 파라미터들이 추가되어야 한다. 이러한 파라미터들의 적용으로 각 트래픽 엔지니어링 지원을 위한 효율적인 시그널링이 제공되어질 수 있게 된다.

#### 4.2 NNI 트래픽 엔지니어링을 위한 sub-area 에서의 SABR 을 이용한 효율적인 시그널링 제공 방안

NNI 내에서 3 계위 구조로 확장된 효율적인 시그널

링 정보 전달 방안은 sub-area 의 SABR 을 통해 적용될 수 있다.

Sub-area 의 경계를 이루는 경계 라우터인 SABR 은 내부링크, 외부링크, TNA(Transport Network Assigned) 링크를 가지며, LSA 를 통해서 area 내의 SABR 을 식별한다.

SABR 은 같은 area 내 sub-area 사이의 경계를 이루는 라우터와 다른 area 와의 경계를 이루는 SABR 로 구분되며, 하나의 sub-area 에서 다른 sub-area 로 전달되는 라우팅 정보는 SABR Leader 에 의해 수행된다. 즉, 축약된 정보가 SABR Leader 를 통해 다른 sub-area 의 SABR 로 전달 되게 되는 것이다. 이러한 정보를 기반으로 다른 sub-area 간의 세분화된 시그널링이 가능해질 수 있다.

#### 4.3 NNI 트래픽 엔지니어링을 위한 sub-area 에서의 CR-LDP 시그널링 프로토콜 지원 방안

다중 area 상에서 트래픽 엔지니어링을 위해 제안된 시나리오에서 시나리오(II-III)은 기본적으로 유사하다.

TE 정보를 PCS(Path Computation Sever)를 사용(시나리오-II)하고, backbone area 를 통해 획득(시나리오-III)하는 차이가 있지만, 계산된 경로를 사용하는 LSP setup 이 시작되는 것은 head-end LSR 이며, LSP 의 setup 의 부분에 따라 경로의 나머지를 계산하는 것도 tail-end LSR 로 동일 하다. 이와 같은 관점을 유도하여 NNI 에서 sub-area 의 SABR 을 기준으로 적용해 보면, 시그널링 지원 방안은 LSP Setup 절차가 head-end 로 시작되는 시나리오를 통해 설명될 수 있다.

CR-LDP 는 트래픽 엔지니어링을 위한 요구 사항들을 지원하기 위해서 기존의 LDP 를 확장함으로써 ER-LSP 를 설정하고, Frequency, Weight, PDR(Peak Data Rate), PBS(Peak Burst Size), CDR(Committed Data Rate), CBR(Committed Burst Rate), EBS(Excess Burst Size)등의 트래픽 파라미터들을 Label Request Message 내에 포함해 전달한다.[4]

시그널링은 기본적으로 CR-LDP 의 Label Request Message(LRM)와 Label Mapping Message(LMM)를 통해 이루어 지게 되는데, LRM 은 요청한 연결의 특성에 관련된 TLVs 를 포함하며, 수신 LMM 은 one-directional 과 two-directional 연결을 위한 자원 사용의 이용을 표시

한다.

Sub-area 의 SABR 개념을 CR-LDP 에 적용한 세부적인 시그널링 지원 절차에 대한 signaling message flow 를 그림 3 과 같이 제안 하였다. 여기서는 head-end sub-area 의 SABR 에서부터 tail-end sub-area 의 SABR 까지의 시그널링 절차를 internal sub-area 또는 external sub-area 를 통해 전달되는 과정을 설명한다.

Head-end LSR 은 backbone area 로부터 TE 정보를 획득하고, 그 정보를 기반으로 sub-area 의 SABR 을 통해 시그널링 정보가 교환된다.

Hello 를 통한 peer 발견후, head-end sub-area 의 SABR 은 먼저 LDP 세션 설정을 위해 Initialization Message 를 이용해 세션의 동작과 관련된 파라미터들을 주고, 이것이 수용 가능할 경우 tail-end sub-area 의 SABR 은 KeepAlive Message 로 응답함으로써 세션을 성립시킨다.

LSP Setup 을 위해 발신측 head-end sub-area 의 SABR 은 연결 생성 요청을 위해 external-area 로부터 전달받은 Label Request Message 를 다른 동일 계층(sub-area)의 tail-end sub\_area 에 전달한다. 이때 연결 생성 요청의 메시지 내에는 다양한 속성들이 추가되어질 수 있다. 그 예로 ER-LSP(Explicit Routes & Label Switched Path)를 설정하기 위해 CR-LDP 의 트래픽 엔지니어링을 위한 각 파라미터들(TLV)이 메시지 내에 추가되어 전달되게 되며, 이때의 연결은 양방향 연결을 의미한다.

계산된 경로 설정이 internal sub-area 인 경우는 바로 자신의 sub-area 내의 라우터로 전달 된다.

착신측 tail-end sub-area 의 SABR 은 메시지 연결 실패가 없으면, 이에 대한 응답으로 Label Mapping Message 를 전송함으로써 데이터 전송을 위해 해당 연결이 망에서 적용가능함을 나타내게 된다. 이로써 head-end sub-area 와 tail-end sub-area 사이에 시그널링을 통한 연결 설정이 이루어지게 된다.

연결 설정 실패가 일어날 경우는 Notification Message 를 사용하여 망 내에서의 연결 설정에 관한 오류를 통보하고, 해당 연결을 재설정하게 된다.

CR-LDP 신호방식 프로토콜은 이와 같은 신호방식을 통해 NNI 에서의 트래픽 엔지니어링 지원을 위한 레이블 관련 객체들을 이용하여 원하는 LSP 를 제어하고, 각 sub-area 의 SABR 을 통해 그 해당하는 sub-area 의 축약된 정보를 기반으로 3 계위 구조의 세분화된 시그널링

이 가능하게 된다.

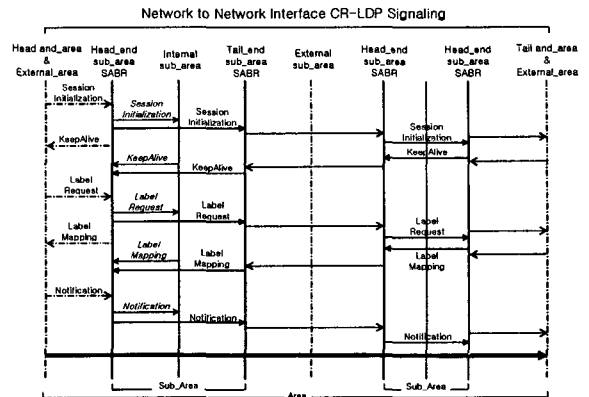


그림 3. CR-LDP Signaling Message Flow

## V. 결론

본 논문에서는 차세대 광 전달망에서의 신호 프로토콜로 CR-LDP 를 사용하여 NNI 내에서의 효율적인 트래픽 엔지니어링을 위한 시그널링 방안을 제안하였다.

NNI 모델에서는 area 를 sub\_area 로 세분화하여 사용함으로써 전체 area 를 통해 전달되어지는 트래픽의 양을 줄이고 기존 area 와 AS 를 보다 확장하여 사용할 수 있는 장점을 바탕으로, CR-LDP 의 효율적인 트래픽 엔지니어링을 위한 신호/연결 설정이 가능해진다. 이러한 NNI 시그널링 제공 방안에 관한 연구는 광 네트워크에서 상위 계층 서비스의 유연한 제공과 효과적인 트래픽 관리를 가능하게 할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- [1] Jim Jones, "NNI Requirements & Framework Resource Document", January, pp. 86~87, 2002
- [2] 연구보고서, "NNI 프로토콜 연구", 성균관대학교, November, pp. 56~64, 2002
- [3] K.Kompella et al, "Multi-area MPLS Traffic Engineering", November, pp. 4~8, 2001
- [4] B. Jamoussi, "Constraint-Based LSP Setup using LDP", January, pp. 4~15, 2002