

광 인터넷에서 망 관리를 이용한 자동 구성 메커니즘

안명규, 권태현, 차영욱
안동대학교 컴퓨터공학과

Auto-Configuration Mechanisms Using Network Management at Optical Internet

MyoungGui Ahn, TaeHyun Kwon, YoungWook Cha
Dept. of Computer Engineering, Andong National University
E-mail : anmgui@naver.com, freeman@comeng.andong.ac.kr, ywcha@andong.ac.kr

요 약

링크 관리 프로토콜에서 데이터 링크의 연결성 검증 및 링크 식별자의 자동 매핑을 위하여 교환하는 Test 메시지와 제어채널의 IP 주소를 자동으로 발견하기 위한 Bootstrap 메시지는 제어채널이 아닌 데이터 링크로 전달되므로 광 네트워크에서 불투명한 스위칭 기술을 요구한다. 본 논문에서는 불투명한 스위칭 기술을 지원하지 않는 광 네트워크에서 망 관리 기능을 이용하여 인접 노드 사이의 제어채널에 대한 IP 주소 및 인접 노드와 데이터 링크에 대한 식별자를 자동으로 구성 할 수 있는 메커니즘을 제안한다. 망 관리를 통한 자동 구성은 불투명한 스위칭 기술을 지원하지 않는 광 네트워크에서 수동 구성에 따른 오류 발생의 가능성을 개선시킬 수 있다.

1. 서론

인터넷에서 가입자의 요구 대역폭 및 QoS(Quality of Service)를 만족시키면서, 경제적이고 단순한 광 네트워크를 구축하기 위해서는 IPOW(Internet Protocol Over WDM)가 적합한 기술로 여겨지고 있다[1]. WDM(Wavelength Division Multiplexing) 기술이 급속히 확산되어 인터넷 망의 전송기능을 담당하게 됨에 따라 기존의 라우터로 이루어진 IP 네트워크 계층과 광 전달기능을 하는 물리적 계층간의 연동기술이 논의되고 있다. 또한 트래픽 처리에 대한 전체 네트워크의 효율을 향상시키기 위해서 제어평면의 기능이 인터넷에 도입되고 있으며, 이를 위한 요소 기술로 IETF의 GMPLS(General Multiprotocol Label Switching)를 들 수 있다[2].

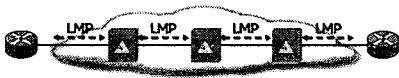
장래의 데이터 및 전송망은 라우터, 스위치, DWDM(Dense WDM) 시스템 그리고 PXC(Photonic Cross Connect) 또는 OXC(Optical Cross Connect) 등의 망 요소들로 이루어질 것이다. MPLS는 패킷 스위칭

만을 지원하는 MPLS를 다중 스위칭 유형, 즉 TDM 스위칭, 램다 스위칭, 파이버 스위칭을 지원하기 위해서는 GMPLS로의 확장이 필요하다. GMPLS의 목적은 단일 제어 평면의 구축, 트래픽 엔지니어링 기능의 지원, 절체와 복구를 수용하고, 광 스위치, 광 전송 그리고 레이블 스위치 라우터를 통합하는 것이다. GMPLS의 도입은 기존 MPLS에서 사용되던 신호 및 라우팅 프로토콜의 수정을 요구하며 또한 링크관리를 위한 새로운 프로토콜을 요구한다[3][4].

본 논문의 2장에서는 GMPLS에서 링크관리를 위하여 새롭게 요구되는 링크 관리 프로토콜에 대해서 소개한다. 3장에서는 불투명한 스위칭 기능을 지원하지 않는 광 네트워크에서 망 관리 기능을 이용하여 인접 노드 사이의 제어채널에 대한 IP 주소 및 데이터 링크에 대한 식별자를 자동으로 구성할 수 있는 메커니즘을 제안한다. 마지막으로 4장에서는 본 논문의 결론과 향후 과제에 대하여 기술한다.

2. 링크 관리 프로토콜

IETF에서는 기존의 디지털 크로스커넥터(DXC)나 라우터의 링크 관리기능을 강화시키며, 이중의 광 네트워크에서 새로이 도입되고 있는 광 크로스커넥터(OXC)나 DWDM 시스템들의 상호 호환성을 개선시키기 위하여, LMP(Link Management Protocol)를 정의하고 있다. LMP는 그림 1과 같이 라우터나 ATM 스위치 같은 클라이언트 장비와 OXC 사이 또는 OXC와 OXC 사이에서 동작하는 프로토콜이다.



[그림 1] 인접 노드 사이의 LMP 동작

LMP에는 제어채널 관리와 링크 속성의 교환이 기본 기능으로 정의되며, 링크 연결성 검증과 장애관리가 부가적인 기능으로 정의되어 있다. 링크의 연결성 검증 단계에서 사용되는 Test 메시지를 제외한 모든 LMP 메시지들은 UDP 메시지에 실려서 제어채널로 송수신된다[5].

2.1 제어채널의 관리

사용자 데이터를 투명하게 스위칭하는 광 네트워크에서는 네트워크의 효율을 높이기 위하여 제어평면과 사용자평면의 정보를 분리하여 전송하게 된다. 즉, 제어채널과 데이터 링크들에 대한 상호함의 상관관계가 없으므로 제어채널에 대한 관리기능이 별도로 요구된다. 제어채널의 관리 기능은 파라미터 협상 단계와 Hello 프로토콜을 이용하는 keep-alive 단계로 구성된다. 협상 단계에서는 Config 메시지를 이용하여 제어채널의 식별자 교환, keep-alive 단계의 동작 타이머에 관한 협상을 수행한다. Keep-alive 단계에서는 Hello 메시지를 교환하여 LMP 엔티티가 살아있음을 상호 확인하게 된다[5].

제어채널을 설정하기 위하여서는 인접 노드의 제어채널에 대한 IP 주소를 알아야 한다. 대역내(in-band) 제어채널을 사용하는 경우에는 서버넷의 모든 시스템에 전달하는 멀티캐스트 IP 주소 224.0.0.1로 Config 메시지를 전송한다. 상대 노드는 수신한 Config 메시지의 IP 헤더에 있는 근원지 주소를 목적지 주소로 하여 ConfigAck 메시지를 송신함으로써 제어채널을 설정하게 된다.

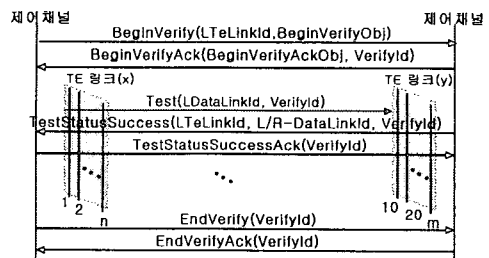
대역외(out-of-band) 제어채널을 사용하는 경우에는 제어채널의 양단에서 IP 주소를 수동으로 세팅하거나 데이터 링크로 전달되는 Bootstrap 메시지를 이용하여

자동으로 제어채널의 주소를 알아낼 수 있다[6]. Bootstrap 메시지를 수신한 노드는 Bootstrap 메시지의 제어채널 주소 정보 요소에 있는 IP 주소를 이용하여 인접 노드와 Config와 ConfigAck 메시지를 교환함으로써 대역외 제어채널을 설정하게 된다. 그러나 제어채널 자동 발견방식에서 Bootstrap 메시지를 데이터 링크로 전달할 수 없는 경우에는 대역외 제어채널을 위한 IP 주소를 자동으로 발견할 수 없게 된다.

2.2 링크의 연결성 검증 및 속성 교환

GMPLS는 다양한 스위칭 유형을 지원하므로 MPLS에 비하여 인접 노드 사이에 훨씬 많은 링크들을 유지 및 관리하여야 한다. 많은 링크들을 효율적으로 관리하기 위하여 비번호 링크, 링크 다발 그리고 링크 속성의 자동 교환이 링크관리에 도입되었다. 하나 이상의 데이터 링크로 구성되는 링크 다발은 TE(Traffic Engineering) 링크의 한 종류이다[7][8]. LMP는 링크들에 대한 속성 및 식별자 정보를 LinkSummary 메시지를 이용하여 자동으로 교환할 수 있는 메커니즘을 제공하므로, 수동 구성에 따른 오류의 발생 가능성을 개선시킨다.

데이터 링크들이 투명하게 스위칭 되는 광 네트워크에서는 데이터 링크의 연결성에 대한 검증 기능을 요구하게 된다. 검증을 위하여 Test 메시지를 데이터 링크로 송신하여야 하므로, 데이터 링크들은 사용자 데이터를 위하여 할당되기 전까지는 불투명하여야 한다. 그림 2는 데이터 링크의 연결성을 검증하는 절차를 나타낸다.



[그림 2] 데이터 링크의 연결성 검증 절차

이러한 검증 절차는 연결성의 검증뿐만 아니라 인접 노드 사이의 TE 및 데이터 링크 식별자에 관한 매핑 관계를 자동으로 제공하게 된다. 즉, TE 링크 x의 데이터 링크 n은 인접 노드에 있는 TE 링크 y의 데이터 링크 m과 자동으로 매핑 됨을 알게 된다[5].

2.3 장애관리

포토닉 기반 광 네트워크에서의 장애관리 이슈로는 LOL(Loss Of Light)을 감지하는 방법과, 제어채널을 이용하여 감지한 장애정보를 신속히 통보함으로써 적절한 보호/복구 메커니즘이 수행되도록 하여야한다. 데이터 링크에 장애가 발생하면, 모든 다운스트림 노드의 파워 모니터링 시스템은 LOL을 감지하며, 자신의 업스트림 노드에게 ChannelStatus 메시지를 전달한다. 메시지를 수신한 업스트림 노드는 다운스트림 노드에게 ChannelStatusAck 메시지를 반송하고, 크로스-컨넥터 내부 또는 입구 쪽에 장애가 발생하였는지를 체크한다. 장애가 감지되지 않은 경우에는 자신과 인접 다운스트림 노드 사이의 데이터 링크에서 장애가 발생하였음을 알게되며, 장애를 국부화(localization)시킬 수 있게 된다.

3. 망 관리를 이용한 자동 구성

데이터 링크의 연결성 검증 및 링크 식별자의 자동 매핑을 위하여 교환하는 Test 메시지와 제어채널의 IP 주소를 자동으로 발견하기 위한 Bootstrap 메시지는 제어채널이 아닌 데이터 링크로 전달되어야 한다. 이는 데이터 링크가 투명하게 스위칭되는 광 네트워크에서 Test 와 Bootstrap 메시지가 크로스-컨넥터에서 불투명하게 스위칭 될 수 있는 기능을 부가적으로 구현하여야 한다.

데이터 링크의 유형은 포트 또는 컴포넌트 링크이다. 컴포넌트 링크는 ATM 연결, TDM 연결 또는 램다 연결 등이 될 수 있다. ATM 망에서 연결 식별자인 가상 경로 및 가상연결 식별자는 사전 매핑이 요구되지 않으며, TDM 연결 또한 표준화된 타임 슬롯에 의하여 인코딩 되므로 사전 매핑이 요구되지 않는다. 램다 연결도 파장별로 표준화된 식별자가 정의된다면, 인접 노드 사이에 램다 연결 식별자의 사전 매핑이 필요하지 않게 된다. 그러나 포트는 각 노드에서 국부적으로 유지하는 식별자가 다르므로, 두 노드 사이에 포트 식별자의 사전 매핑이 요구된다.

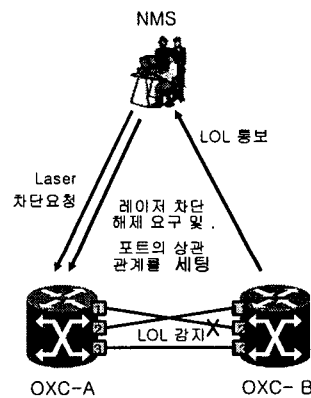
본 논문에서는 불투명한 스위칭 기능을 지원하지 않는 광 네트워크에서 망 관리 기능을 이용하여 자동으로 제어채널의 IP 주소 발견 및 인접 노드와 데이터 링크에 대한 식별자를 교환할 수 있는 메커니즘을 제안한다. 망 관리를 통한 자동 구성은 불투명한 스위치 기능을 지원하지 않는 광 네트워크에서 수동 구성에 따른 오류 발생의 가능성을 개선시킬 수 있다.

3.1 포트 식별자의 자동 매핑

크로스-컨넥터는 시스템의 운영 및 유지보수를 위하

여 특정 포트에 대하여 레이저를 차단할 수 있는 기능과 LOL을 감지할 수 있는 기능이 있어야 한다. 특정 포트에 대하여 LOL을 감지한 노드는 해당 포트의 식별자 및 속성 정보를 망 관리 매니저로 통보하게 된다. 그림 3은 망 관리를 이용한 포트 식별자의 자동 매핑 절차를 나타낸다.

- NMS(Network Management System)는 OXC-A에게 특정 포트(1번)의 레이저를 차단하도록 요청한다.
- OXC-A는 NMS의 요청에 의하여 해당 포트의 레이저를 차단한다.
- OXC-A의 인접 노드인 OXC-B는 특정 포트(12번)의 LOL을 감지한다.
- OXC-B는 자신의 특정 포트에서 LOL이 감지되었음을 NMS에게 통보한다. LOL의 통보 시에 노드 식별자, 포트 식별자 및 속성 정보를 통보하므로 NMS는 OXC-A의 포트 식별자 1번이 OXC-B의 포트 식별자 12번이 상호 연결되어 있음을 알게된다.
- NMS는 OXC-A에게 요청하였던 레이저 차단을 해제하도록 요구하면서 OXC-A의 포트 1번과 OXC-B의 포트 12번의 상관관계를 세팅한다.
- 남은 포트들에 대하여 위의 과정을 되풀이한다.
- OXC-A는 OXC-B와 LinkSummary 및 LinkSummaryAck 메시지를 교환하므로 TE 링크와 포트의 식별자 및 속성을 교환한다.



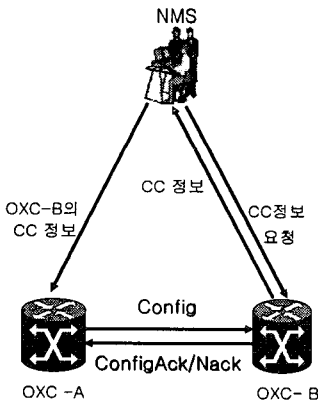
[그림 3] 포트 식별자의 자동 매핑

3.2 제어채널의 자동 구성

망 관리 매니저는 그림 3과 같이 임의의 OXC에게 특정 포트의 레이저 차단을 요구한 후, 특정 노드로부터 해당 포트의 LOL을 통보 받으면, 두 노드가 인접 관계라는 것을 알게 된다. NMS가 두 노드의 인접 관계를

알고 있으므로 두 노드 사이에 사용되는 대역의 제어채널의 IP 주소를 자동으로 세팅할 수 있게 된다. 그림 4는 망 관리를 이용하여 자동으로 대역의 제어채널을 구성하는 절차를 나타낸다.

- NMS는 OXC-B에게 제어채널의 정보를 요구한다.
- OXC-B는 NMS에게 자신의 제어채널들에 대한 IP 주소를 통보한다.
- NMS는 OXC-B의 제어채널에 대한 정보를 OXC-A에게 설정한다.
- OXC-A는 OXC-B에게 LMP Config 메시지를 제어채널을 통하여 보낸다.
- OXC-B는 LMP ConfigAck/Nack Message를 OXC-A에 반송함으로써 keep-alive 단계의 동작타이머 협상 및 제어채널을 활성화시킨다.



[그림 4] 제어채널의 자동 구성

4. 결론

다중 스위치 유형을 지원하는 GMPLS에서 LMP가 새로이 도입되었다. LMP에는 제어채널 관리, 데이터 링크의 물리적인 연결성 검증, 링크 속성의 교환 그리고 장애관리 기능을 정의하고 있다. 본 논문에서는 불투명한 스위칭 기능을 지원하지 않는 광 네트워크에서 망 관리 기능을 이용하여 제어채널의 IP 주소를 자동으로 발견하며, 데이터 링크에 대한 식별자를 자동으로 구성할 수 있는 메커니즘을 제안하였다. 망 관리를 통한 자동 구성은 투명한 광 스위치 네트워크에서 Test나 Bootstrap 메시지의 처리를 위한 불투명 스위칭 기술의 구현 오버헤드를 없애게 한다.

향후 과제로는 망 관리를 이용한 자동 구성을 위하여 요구되는 관리객체들을 정의하며, 이를 기반으로 매니저

와 에이전트를 구현함으로써 본 논문에서 제안한 메커니즘의 실현성을 확인하고자 한다.

본 연구는 한국과학재단 우수연구센터사업의 연구결과임.

참고문헌

- [1] 김병휘 외, "광 스위칭/라우팅 기술," TTA 저널 제 76호 광 인터넷 특집, 2001년 8월.
- [2] Awduche D., *et al.*, "Multiprotocol Lambda Switching Combining MPLS : Traffic Engineering Switching Control with Optical Crossconnects," IEEE Communications Magazine, Mar. 2001.
- [3] 이성창, "GMPLS(Generalized MPLS)," TTA 저널 제76호 광 인터넷 특집, 2001년 8월.
- [4] Peter Ashwood smith *et al.*, "Generalized MPLS Signaling-CR-LDP Extensions," Internet Draft, draft-ietf-mpls-generalized-cr-ldp-07.txt, Aug. 2002.
- [5] Lang, J., *et al.*, "Link Management Protocol (LMP)," Internet Draft, draft-ietf-ccamp-imp-06.txt, Dec. 2002.
- [6] Lang, J., *et al.*, "Control Channel Bootstrap for Link Management," Internet Draft, draft-lang-ccamp-imp-bootstrap-01.txt, sep. 2002.
- [7] Ayan Banerjee, *et al.*, "Generalized Multiprotocol Label Switching: An Overview of Routing and Management Enhancements," IEEE Communications Magazine, Jan. 2001.
- [8] Kompella, K., *et al.*, "Link Bundling in MPLS Traffic Engineering," Internet Draft, draft-kompella-mpls-bundle-05.txt, Feb. 2001.