

GMPLS 망에서 경로 복구 시 RSVP-TE 적용방안

이준화^{0*} 조평동^{**} 김상하^{*}
충남대학교^{*} 한국전자통신연구원^{**}
(jhlee, shkim)@ccclab.cnu.ac.kr^{*}, pdcho@pec.etri.re.kr^{**}

The Mechanism to Apply RSVP-TE when Restoring the Path in GMPLS Network

Jun-Hwa Lee^{0*}, Pyung-Dong Cho^{**}, Sang-Ha Kim^{*}
Dept. of Computer Science, Chungnam National University^{*}
ETRI^{**}

요 약

오늘날 MPLS 망에서의 제어 부분(control plane)을 다양한 장치의 스위칭(switcing)과 포워딩(forwarding) 기술 및 계층을 포함할 수 있도록 확장하기 위해서 IETF에서 GMPLS 망이 제안되고 있다. 그리고 망은 보호(protection)와 복구(restoration)를 통해서 망의 생존성(survivability)을 지원해야만 한다. 망은 어떤 장애에서도 서비스가 제공될 수 있어야 한다. 본 논문은 Kini에 의해서 제안된 [5] MPLS 망에서 망의 장애 시에 망의 생존성과 효율성을 고려해서 복구하기 위해서, 백업 패스(Backup Path)를 설정하는 방법을 GMPLS에서 적용하려고 한다. 즉, GMPLS 망에서 망에 장애가 발생했을 때 효율적으로 복구하기 위해서, RSVP-TE(resource ReSerVation Protocol with Traffic Engineering)를 이용해서 백업 패스를 잡는다.

1. 서 론

현재 네트워크에서 트래픽의 증가와 빠른 전송속도를 요구하고 있다. 이런 문제점을 해결하고자 광(optical) 인터넷의 등장으로 DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing) 시스템이 전송장비로 대두되고 있다. 거기다 사용자들에게 제공되는 서비스는 IP를 이용하고 있다. 이 두 가지를 모두 해결하고자 MPLS(Multi-Protocol Label Switching)를 확장한 GMPLS(Generalized Multi-Protocol Label Switching) 망이 IETF(Internet Engineering Task Force)에 의해서 제안되고, 현재 표준화가 진행되고 있는 상황이다.

GMPLS는 초기에 MPAS란 이름으로 MPLS가 제공하는 패킷 스위칭 대신 람다(Lambda)를 스위칭하는 방법이 제안되었지만, 그것보다 더 일반화된 개념으로 람다뿐만 아니라 다른 기술(시분할(time-division), 파이버(fiber) 스위칭 등)도 포괄하고 있다.

현재 망은 한번에 전송될 수 있는 양이 매우 크기 증가되었기 때문에, 한번 망에 장애가 발생하면 그것에 의한 파장은 매우 커지고 있다. 그렇기 때문에 더욱 더 망에 대한 생존성(survivability)에 대한 중요성이 부각되고 있다. 또한 망 서비스에서 매우 중요한 요구사항으로, 망에 장애가 발생했을 때 가능한 빠른 시간에 복구(restoration)를 하므로서 서비스에 주는 지장을 최소화해야 한다.

기존에 Kini라는 사람이 MPLS 망에서 장애가 발생 시,

망의 자원을 효율적으로 이용하면서 망을 복구해 주는 방안을 제안하고 있다[5]. 본 논문에서는 [5] 방법을 다시 GMPLS에 적용해 봄으로써 망의 자원을 효율적으로 이용하면서 망을 복구하는 방법을 제안한다. 이 때, 레이블(label)을 할당 시 MPLS나 GMPLS 모두 CR-LDP(Constraint-Based Routing Label Distribution Protocol)와 RSVP-TE(resource ReSerVation Protocol with Traffic Engineering) 둘 중 하나를 이용한다. 본 논문에서는 이 중에 RSVP-TE 방법을 택해서 레이블 할당 시에 이용하고 있다. 다시 말해서 망의 복구를 위해서 기존에 MPLS 망에서 제안하고 있는 RSVP-TE[7]나 GMPLS 망에서 제안하고 있는 RSVP-TE[8]를 [5]번을 적용하기 위한 차이점이 무엇인지 설명하고 있다.

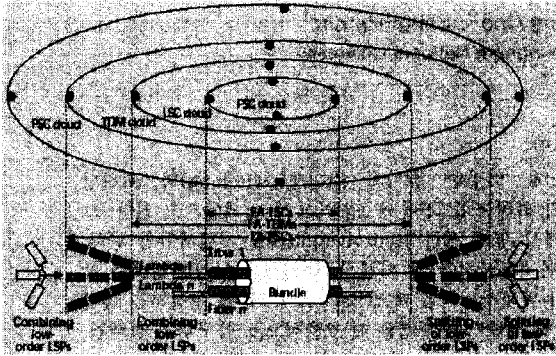
본 논문은 다음과 같이 구성되어지고 있다. 먼저 제 2 장에서는 GMPLS 망의 특징을 설명하고, 제 3장에서는 [5] 알고리즘이 무엇인지 설명하고 있다. 제 4장에서는 GMPLS 망에서 [5] 알고리즘을 적용하기 위한 RSVP-TE와 기존의 RSVP-TE를 비교하고 있다. 제 5장에서는 본 논문의 결론 및 향후 연구에 대해서 제안하고 있다.

2. Generalized MPLS 망[1]

GMPLS 망을 일반화 시키면서 나타나고 있는 확장된 주제에 대해서 4가지 부분에 대해서 기술할 것이다.

첫 째, LSP 계층화(Hierarchy)이다. GMPLS 망에서

는 패킷에 의한 스위칭 외에 time-slot, 파장(wavelength), 파이버(fiber) 스위칭도 지원한다. 다시 말해서, 새로운 종류의 인터페이스들을 포괄하게 된다는 것이다. 기존 MPLS 망에서는 패킷만 스위칭 했기 때문에 같은 종류의 인터페이스 사이에서 포워딩 계층 구조를 갖는다. 하지만 GMPLS 망에서는 같은 인터페이스 사이에서 포워딩 계층뿐 아니라, 다른 종류의 인터페이스 간에서도 LSP의 계층관계를 가질 수 있게 된다. [그림 1]은 GMPLS 망의 전달계층 구조를 보여주고 있다.



[그림 1] GMPLS 망에서 LSP의 계층화

Packet-Switch Capable(PSC) 인터페이스는 패킷 및 셀의 경계를 인식하고 헤더 정보에 따라 데이터를 전달한다. Time-Division Multiplex Capable(TDM) 인터페이스는 time-slot에 따라 데이터를 전달한다. Lamda Switch Capable(LSP) 인터페이스는 파장에 의해서 데이터를 전달한다. Fiber-Switch Capable(FSC) 인터페이스는 실제 물리공간적인 위치를 기반으로 데이터를 전달한다.

두 번째는 두 노드 사이에 존재하는 링크가 MPLS 망에서는 10 개 정도였지만, GMPLS로 가면서 두 노드 사이에 수 백 개의 링크가 놓일 수 있고 또는 각각에서 수 백 개의 램다므로 데이터를 전송할 수 있다. 그러면, 두 노드 사이에 지나가는 제어 정보가 너무 많아지기 때문에 비슷한 링크끼리는 묶어서 하나로 간주하고 제어 정보를 한번만 보내게 하는 방법으로 Link Bundle이라고 한다.

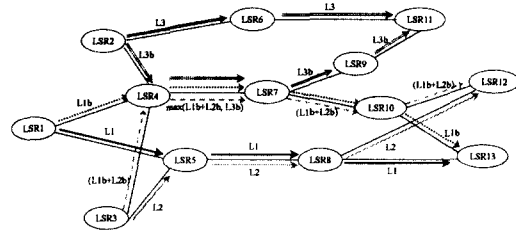
세 번째는 이런 각각의 링크나 램다에다가 라우팅을 하기 위해서 IP 주소를 할당해야 한다. 그러나 현재 IP 주소도 고갈 상태이다. 그래서 각각에 IP 주소를 할당하는 것이 아닌 [라우터 ID, 링크 번호]라는 튜플로 링크의 정보를 주고 받는다. 이런 방법을 Unnumbered Links라고 한다.

네 번째는 주위 링크에서 장애가 발생하면 그것을 주위 노드에게 알려주는 LMP(Link Management Protocol)을 이용해서, 링크의 제공과 장애를 분리시키고 있다. LMP는 노드에 대해서 제어채널 관리, 링크연결 확인, 링크 속성 관계, 장애 분리로 나누어서 제공하도록 설계되어진다.

3. Kini 알고리즘 [5]

현재 망에서는 장애에 대한 복구하기 위해서 같은 서비스에 대해서(소스와 출발지가 같음) 2 종류의 다른 경로에 대해서 패스를 설정한다. 보통의 경우에 데이터가 흘러가는 패스를 작업 경로(working path)라고 불리우고, 만약 망에서 데이터가 지나가는 워킹 패스에 문제가 생겼을 때 다른 경로로 우회를 시킨다. 그때 그 경로를 대체 경로(backup path)라고 부른다.

[5] 방법은 Kini라는 사람이 MPLS 망에서 제안한 방안이다. 모든 작업 경로에 대해서 대체 경로를 설정시 망의 대역을 최소한 이용하는 방법이다. 즉, 여러가지 패스에 대해서 최대한 링크를 서로 공유하므로 대역을 최소한 이용한다. [그림 2]는 망에 L1, L2, L3 라는 LSP와 각각의 대체 경로를 나타내고 있다.



[그림 2] 대역을 공유하는 LSP 예

대체 LSP들간에 할당되는 대역을 계산하는 알고리즘은 다음과 같다.

1) 링크 (i, j)에 대해서 다음과 같이 정의한다.

- i) $F(i, j)$ - 작업 경로에 할당된 대역의 합
- ii) $G(i, j)$ - 대체 경로에 할당된 대역의 합
- iii) $R(i, j)$ - 현재 남아 있는 대역

2) 대역 b 를 요구하는 작업 경로는 $R(i,j) > b$ 를 만족하는 링크들로 구성되는 토폴로지 상에서 최단 경로로 설정된다. 이렇게 설정된 작업 경로상의 링크들이 갖는 F 값 중에서 최대값을 M 이라고 하자. 이때, 대체 경로는 다음과 같이 계산된다. 링크 (u,v)의 cost를 다음과 같이 계산한다.

- i) 0 if $\{ (M+b) \leq G(u,v) \}$ else
- ii) $M+b - G(u,v)$ if $\{ (M+b) < G(u,v) \text{ and } (M+b) - G(u,v) \leq R(u,v) \}$
- iii) else infinity in all other cases

3) 대체 경로는 이와 같이 계산된 링크 비용을 갖는 링크들로 구성된 토폴로지 상에서 최단 경로로 설정된다.

4. RSVP-TE 적용 방안

LSP 설정할 때 CR-LDP와 RSVP-TE 두 가지 모두 이용되고 있다. 두 가지 방법 모두 아직 표준이 되지는 않았지만, 현재 출시되고 있는 MPLS 스위치를 볼 때, 노텔을 제외한 모든 벤더는 RSVP-TE 방법을 사용하고 있다. 노텔도 현재 CR-LDP는 옵션(option)으로 하고 RSVP-TE로 하려고 하고 있다. 아마 곧 표준화에서도 이런 벤더들의 기술이 반영이 되어 RSVP-TE가 표준으로 될 것이고, GMPLS도 MPLS의 확장이므로 CR-LDP 보다는 RSVP-TE가 더욱 더 많이 사용되어질 것이다.

이런 대역을 공유하는 대체 경로를 이용한 복구는 링크 상태 라우팅 프로토콜에서 다음과 같은 정보를 제공한다. 가정 하에서 동작한다. 또한, 대체 경로마다 설정 정보 및 절차와 작업 경로와 대체 경로들간의 관계가 신호 프로토콜 정보로 제공되어야만 한다.

- 1) 각 링크에서 작업 경로에 의해서 사용되어지는 대역의 총합
- 2) 각 링크에서 대체 경로에 의해서 사용되어지는 대역의 총합
- 3) 각 링크에서 현재 사용 가능한 대역의 총합

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
Length										Class-Num (19)										C-Type (4) [TBA]	
LSP Enc. Type										Switching Type										G-PID	

[그림 3] 일반화된 레이블 요청 오브젝트

[그림 3]은 GMPLS에서 이용되는 레이블 요청 오브젝트이다. 이 오브젝트는 RSVP의 PATH 메시지가 다운스트림으로 전송 시에 이용된다. 여기서 C-Type이라는 필드에다가 경로를 설정하려는 것이 작업 경로인지 대체 경로인지를 구별해서 알려준다.

- 1) 작업 경로 : C-Type = 0
- 2) 대체 경로 : C-Type = 1

오브젝트를 보고 작업 경로이면 바로 레이블을 할당과 동시에 대역도 같이 할당을 하지만, 대체 경로인 경우에는 레이블만 할당을 한다. 그리고, 만약에 링크나 노드에 장애가 발생했을 때 그것을 PATH 메시지를 통해서 알려줄 때에는 대역도 같이 할당하면서 지나간다.

5. 결 론

현재 IETF에서 제안되고 있는 GMPLS 망에서 장애가 발생했을 때 대역을 효율적으로 이용하면서 복구를 하기 위해서 기존에 MPLS 망에서 제안되었던 알고리즘을 확장해 보았다. 그러기 위해서 작업 경로와 대체 경로의 설정 시에

RSVP-TE가 이용되고, 효율적인 복구를 하기 위해서 신호 프로토콜인 RSVP-TE에 확장이 필요하다.

현재 GMPLS는 MPLS의 확장이지만 여러 가지 인터페이스에 대해서 지원해야 하기 때문에 고려해야 할 사항이 망의 생존성뿐 아니라 여러 가지 다른 사항도 더 많다. 그리고 망을 복구 하기 위해서 RSVP-TE에 대해서 좀더 자세한 연구가 필요하고, CR-LDP도 같이 고려해 봐야 한다. 거기다 두 가지 방법으로 정보를 전달하기 위해서 OSPF(Open Shortest Path First)와 IS-IS(Intermediate System to Intermediate System) 프로토콜을 이용해야 하는데 그 부분에 대한 확장도 생각해 봐야 한다.

6. Reference

- [1] A. Banerjee et al., "Generalized Multiprotocol Label Switching: An Overview of Routing and Management Enhancements," IEEE Communication Magazine, vol. 39, no. 1, January 2001, pp. 144 - 150.
- [2] A. Banerjee et al., "Generalized Multiprotocol Label Switching: An Overview of Signaling Enhancements and Recovery Techniques," IEEE Communication Magazine, vol. 39, no. 7, July 2001, pp. 144 - 151.
- [3] P. Ashwood-Smith et al., "Generalized MPLS - Signaling Functional Description," Internet draft, draft-ietf-mpls-generalized-signaling-03.txt, April 2001.
- [4] P. Ashwood-Smith et al., "Generalized MPLS Signaling - RSVP-TE Extensions," Internet draft, draft-ietf-mpls-generalized-rsvp-te-02.txt, April 2001.
- [5] S. Kini et al., "Shared Backup Label Switched Path Restoration," Internet draft, draft-kini-restoration-shared-backup-01.txt, May 2001.
- [6] S. Kini and C. Villamizar, "ReSerVation Protocol with Traffic Engineering extensions. Extension for Label Switched Path restoration," Internet draft, draft-kini-rsvp-lsp-restoration-00.txt, November 2000.
- [7] D. O. Awduche et al., "RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels," Internet draft, draft-mpls-rsvp-lsp-tunnel-06.txt, July 2000.
- [8] R. Braden et al., "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification," RFC 2205, September 1997.