

효율적인 자원사용을 고려한 GMPLS 망에서의 경로복구 방안

이완섭^{0*}, 최다혜^{*}, 조평동^{**}, 김상하^{*}
충남대학교 컴퓨터과학과^{*}, 한국전자통신연구원^{**}

A Path Restoration Scheme to Use Efficiently Resource in GMPLS Networks

Wan-Seop Lee^{0*}, Da-Hye Choi^{*}, Pyung-Dong Cho^{**}, Sang-Ha Kim^{*}
Department of Computer Science, Chungnam National University^{*}, ETRI^{**}
{wslee,dhchoi,shkim}@cclab.cnu.ac.kr^{*}, phchoi@pec.etri.re.kr^{**}

요 약

MPLS망 등에 적용되는 경로 수준의 복구에는 일반적으로 1+1, 1:1, 1:N등의 방법이 제안되었다. 하지만, 이 방법들은 복구 경로 설정 시 모두 자원의 낭비를 초래하며 GMPLS망에 적용 시에도 같은 문제점을 야기한다. 본 논문은 Kini[1]등이 MPLS망에 적용했던 메커니즘의 문제점인 망 자원의 낭비를 최소화하는 동시에 GMPLS망에 적용 가능한 효율적인 경로 복구 방안을 제안한다. 본 메커니즘은 작업 경로 설정 시 복구 경로에 대한 계산은 수행하지만 자원 할당을 장애가 발생할 때까지 연기함으로써 자원의 활용성은 최대한화하는 동시에 실제 장애가 발생했을 경우 신속한 자원할당이 가능하도록, CR-LDP[2] Label Request 메시지 전송 시 복구 경로상의 자원을 예약하는 기능을 수행할 수 있도록 CR-LDP를 확장한다.

1. 서론

복구 경로의 설정에 있어서 대역을 공유하여 경로를 설정하게 되면 각 복구 경로 별로 할당하는 경우 보다 훨씬 자원의 낭비를 감소시킬 수 있다[4]. 이러한 개념을 기본적으로 적용한 경우가 Kini가 제안한 알고리즘이다. 하지만 Kini의 알고리즘의 경우 망에서 경로 구성 정보를 정확히 이용하지 않고 작업 경로상에서 요구되는 대역 중 가장 큰 대역을 중심으로 복구 경로의 자원을 할당하기 때문에 여전히 복구 경로의 자원 낭비를 초래한다.

따라서 본 논문에서는 위의 문제점들을 해결하기 위해 경로 구성 정보를 정확히 이용하여 복구 경로에 대한 자원 낭비를 제거하는 동시에 GMPLS망에 적용할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 기존 메커니즘의 문제점과 연구 방향을 제시한 서론에 이어 2장에서는 제안하는 경로복구 방안의 상세한 설명과 GMPLS망에의 적용방안을 설명한 후 3장에서 시뮬레이션 결과를 보이고 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다

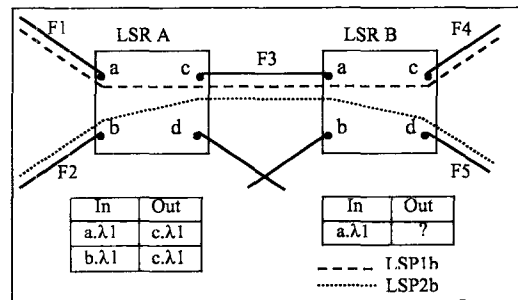
2. GMPLS망에서 효율적인 경로복구 방안

2.1. 제안 메커니즘

제안된 메커니즘의 특징은 GMPLS망에서 복구 경로를 설정함에 있어 자원의 효율적 이용을 위하여 작업 경로 설정 시 복구 경로에 대한 계산은 수행하지만 그 복구

경로에 대하여 레이블을 할당하지 않고 장애가 발생할 때까지 미룸으로써 이후에 이 경로를 공유할 다른 복구 경로와의 자원을 공유하는 것이다. 따라서, 실제 복구 경로에 대한 자원의 공유는 작업 경로가 문제가 발생한 경우에 이루어지게 된다.[3] 이는 기존 연구들이 작업 경로 설정 시 복구 경로에 대하여 자원을 할당함으로써 생길 수 있는 자원의 낭비를 줄이는데 그 목적이 있다.

GMPLS망에서 자원을 미리 할당하게 되는 경우 어떤 측면에서 자원의 낭비가 일어나게 되는지에 대하여 [그림 1]를 통하여 설명한다.



[그림 1] LSR들의 포워딩 테이블

[그림 1]에서 작업 경로 LSP1b와 LSP2b는 LSR A와 LSR B사이의 링크 F3를 공유하고 있다. 따라서, F3에서는 같은 레이블을 사용할 수 없다. 하지만, LSP1b와 LSP2b 각각의 작업 경로들이 서로 공유하는 링크가 없고 망에 하나의 장애만 발생한다면 LSP1b와 LSP2b가 동시에

사용되는 않는다. 따라서, LSP1b와 LSP2b가 같은 레이블을 사용할 수 있다. 이와 같은 경우에 기존의 메커니즘을 적용하는 경우 복구 경로 LSP1b이 작업 경로 설정 시 할당되게 된다면 LSP2b는 같은 레이블을 사용할 수 없기 때문에 다른 레이블에 대하여 자원의 할당이 이루어진다. 따라서, 자원의 낭비가 발생하게 된다.

하지만, 제안된 메커니즘의 경우에는 작업 경로 설정 시 복구 경로에 대하여 어느 레이블을 사용할 것인지는 미리 계산해 놓지만 실제 레이블 할당은 망에 장애가 발생하기 전까지 미룬다. 따라서, 작업 경로가 서로 다른 두 개의 복구 경로끼리는 임의의 채널을 공유할 수 있게 된다. 왜냐하면, 기존의 메커니즘과 같이 망에서는 하나의 장애만이 발생한다고 가정하기 때문에 두 개의 복구 경로가 같이 사용될 상황은 발생하지 않기 때문이다.

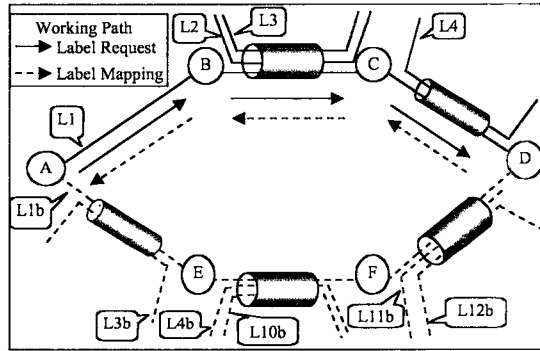
위의 방법과 같이 미리 계산된 경로에 대한 할당은 실제 망에서 작업 경로의 장애가 발생한 경우 수행된다. 즉, 장애 발생시 이미 계산되어 있는 복구 경로에 대하여 확장된 CR-LDP의 Label Request 메시지를 전송함으로써 빠른 복구 경로 설정이 이루어 진다.

2.2. GMPLS망에 적용방안

본 장에서는 제안한 알고리즘을 실제 GMPLS망에 적용한 예를 작업 경로, 복구 경로 측면에서 각각 설명한다.

■ 작업 경로 설정

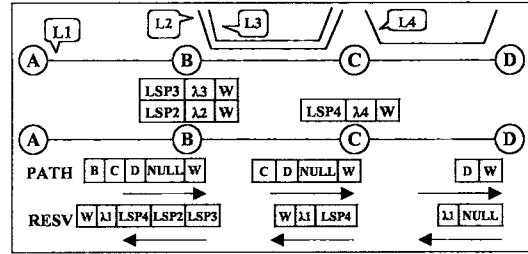
작업 경로를 설정하는 방법을 [그림 2]에 있는 네트워크 토폴로지를 사용하여 설명한다.



[그림 2] 작업 경로 설정

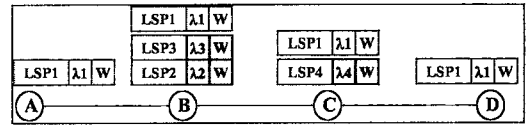
[그림 2]에서 A, B, C, D, E, F는 LSR이며 L1, L2 등은 각각의 Lightpath 즉 LSP의 ID이다. L1b, L2b 등은 L1, L2 등에 대응되는 복구 경로이다. 그림 상에서 작업 경로는 실선으로 복구 경로는 점선으로 나타내었다.

[그림 3]에서와 같이 출발지인 LSR A에서 작업 경로를 설정하기 위해 작업 경로를 설정하는 것임을 나타내는 Working Path TLV(WR-TLV)를 추가시킨 Label Request 메시지를 송신한다. 또한 명시적 경로인 B,C,D를 ER-TLV에 포함하고 사용 가능한 채널 값을 Label Set 객체[2]에 명시한다.



[그림 3] 작업 경로 LSP1 설정 위한 시그널링

이러한 Label Request 메시지를 받은 LSR B는 명시적 경로에서 자신의 ID인 B를 ER-TLV에서 제거한다. 이러한 방식으로 메시지가 D까지 전송되면 목적지 LSR D는 WR-TLV 객체를 삽입한 Label Mapping 메시지를 생성하여 A로 송신한다.

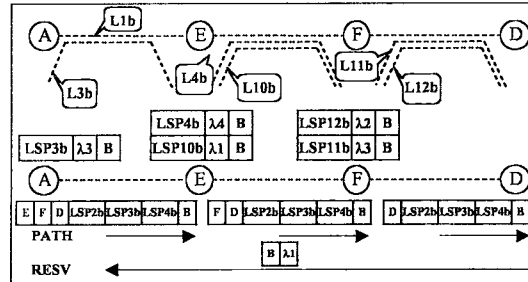


[그림 4] 작업 경로 설정 후 경로 정보 테이블의 변화

Label Mapping 메시지를 받은 LSR C는 LSP1에 대한 Label을 할당하고 경로 정보 테이블에 LSP1에 관한 정보를 갱신한다. 그리고 경로 정보 테이블을 참조하여 현재 링크를 공유하고 있는 LSP들의 ID인 LSP4를 WP-TLV에 첨가한 후, 다음 LSR로 전송한다. 이런 방식으로 Label Mapping 메시지가 LSR A에 도달하면 작업경로가 설정되고 또한 LSR A는 경로상에 LSP1과 링크를 공유하고 있는 LSP들의 ID를 모두 알아낼 수 있다.

■ 복구 경로 설정

복구 경로 또한 [그림 2]와 동일한 네트워크 토폴로지를 사용한다.

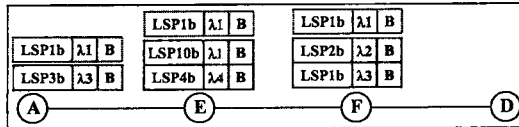


[그림 5] 복구 경로 LSP1b 설정 위한 시그널링

LSR A에서 LSP1과 분리된 복구 경로 LSP1b를 계산한다. 본 예제에서는 LSR A-LSR E-LSR F-LSR D가 복구 경로가 된다. 또한 LSP1과 링크를 공유하는 작업 경로들에 대응하는 복구 경로들을 계산한다. Label Request 메시지는 이렇게 계산된 명시적인 복구 경로와 LSP1과 경로를 공유하는 작업 경로들에 대응하는 복구 경로들의 LSP ID를 포함한다. 그리고 사용 가능한 채널 값을 Label Set 객체에 명시하여 D로 송신한다.

Label Request 메시지를 받은 LSR E는 경로 정보 테이블을

참조하여 이를 수락할 수 있는 지를 결정한다. LSR E의 경로 정보 테이블을 보면 시은 이미 LSP10b에 의해서 예약이 된 상태이다. 하지만 LSP1a와 링크를 공유하지 않고 하나의 장애만을 가정했으므로 LSP1b와 LSP10b가 동시에 사용되지 않는다. 따라서 LSP1b도 또한 시을 사용할 수 있다. 이러한 방식으로 LSR D까지 송신되면 LSR D에서는 Label Mapping 메시지를 생성하고 A로 송신한다.



[그림 6] 복구경로 설정 후 경로정보테이블의 변화

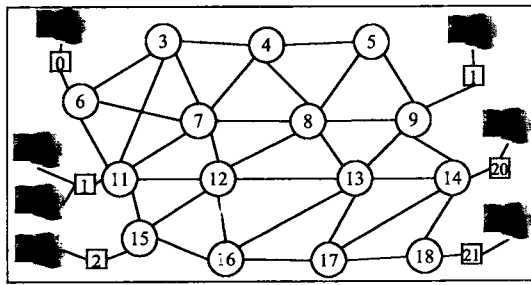
복구 경로 상에 있어서 Label Mapping 메시지는 경로상의 LSR에서 경로 정보 테이블을 갱신하고 채널을 확보한다. 그러나 여기서 레이블 분배는 일어나지 않는다. 실제적인 레이블 분배는 망에 장애가 발생한 후에 일어난다.

3. 시뮬레이션 및 결과

이번 장에서는 제안하는 메커니즘을 시뮬레이션을 통해 분석한다. 시뮬레이션은 MNS(MPLS Network Simulator)[5]를 사용하였으며 시뮬레이션에 사용된 파라미터와 토폴로지는 각각 [표 1]과 [그림 7]와 같다.

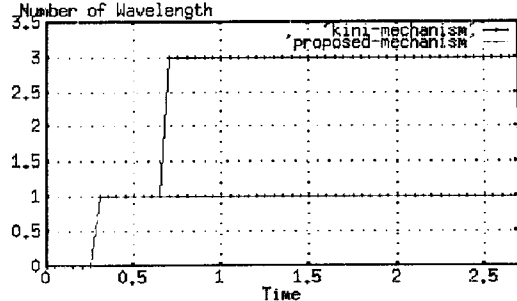
트래픽 모델	지수 분포를 따름
링크 전송률	1Mbit/s
링크 장애	링크 8-9 1.3초에 장애 발생 후 1.7초에 복구 링크 16-17 1.8초에 장애 발생 후 2.1초에 복구

[표 1] 파라미터

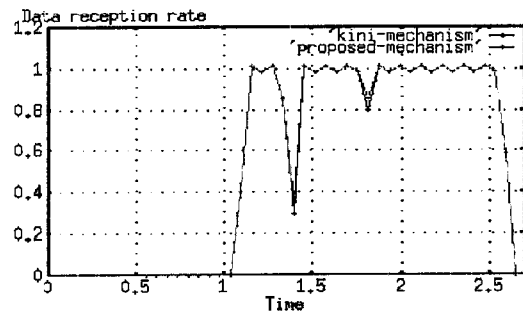


[그림 7] 시뮬레이션 토폴로지

시뮬레이션의 목적은 kini의 방법과 제안된 메커니즘을 각각 복구 경로 설정에 적용한 경우 필요한 파장의 수와 그 때의 트래픽 변화량을 비교하고자 한다. 각각의 비교는 [그림 8,9]에 나타나 있다. [그림 8]에 보듯이 복구 경로를 위한 파장의 수는 kini의 방법에 비해 훨씬 적지만 데이터 전송률에서는 거의 차이가 없음을 알 수 있다. 따라서 [그림 8]과 [그림 9]를 통해 알 수 있듯이 적은 수의 파장으로 복구 경로를 설정하지만 장애 발생시 망의 복구에는 전혀 문제가 없음을 알 수 있다.



[그림 8] 링크 8-9에서의 파장수의 변화



[그림 9] 노드20에서의 트래픽 변화량

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 GMPLS망에서 작업 경로에 대한 복구 경로 설정 시 작업 경로에 대한 정확한 정보를 이용하고 복구 경로의 자원 할당을 실제 장애가 발생할 때까지 연기함에 따라 복구 경로에 대한 자원 효율성을 최대화 할 수 있는 메커니즘을 제안하였고, 시뮬레이션 결과는 복구 경로상의 자원을 최적화 하여 할당하여도 망의 장애에 따른 복구에는 전혀 지장이 없음을 보여준다.

향후 연구방향으로는 트래픽에 우선 순위를 두어 복구 경로에도 낮은 트래픽이 흐를 수 있게 하는 메커니즘에 대한 구체적인 연구와 LDP의 확장에 따른 각 노드상에서의 지연에 관한 연구가 진행될 것이다.

[참고 문헌]

- [1] S. Kini et al., "Shared backup Label Switched Path Restoration," Internet Draft, draft-kini-restoration-shared-backup-00.txt, November 2000.
- [2] P.Ashwood-Smith et al., "Generalized MPLS Signaling - CR-LDP Extensions," Internet Draft, draft-ietf-mpls-generalized-cr-ldp-05.txt, May 2002
- [3] R. Doverspike et al., "Challenges for MPLS in Optical Network Restoration," IEEE Communications Magazine, pp. 89-96, February 2001.
- [4] M. Kodialam et al., "Dynamic Routing of Bandwidth Guaranteed Tunnels with Restoration," IEEE INFOCOM 2000, pp. 902-911, 2000.
- [5] <http://flower.ce.cnu.ac.kr/~fog1/mns/index.htm>