

CR-LDP 우회를 통한 GMPLS LSP의 보호 및 복구

정회원 김진형*, 정회원 정재일**

Protection and Restoration of GMPLS LSP using CR-LDP Detours

Jin-Hyoung Kim* *Regular Members*, Jae-Il Jung** *Regular Members*

요약

GMPLS는 신호 및 라우팅 기술을 기반으로 트래픽의 요구가 있을 때 동적으로 네트워크에서 경로를 설정하고 자원을 할당하는 기술이다. 또한 많은 양의 트래픽을 처리하는 특성상 네트워크의 실패(failure)가 일어났을 때 동적으로 트래픽을 보호하는 경로 보호 및 복구 메커니즘을 포함한다. 본 논문에서는 GMPLS의 신호 프로토콜 기술인 CR-LDP의 오브젝트를 확장하여 매 노드에서 자동적으로 우회 경로를 설정하여 주 경로를 보호 및 복구하기 위한 정적 우회 기법 및 동적 우회 기법을 제안하고 기존의 경로 보호 및 복구 기법과 성능을 비교 평가한다.

Key Words : MPLS; CR-LDP; LSP

ABSTRACT

The key feature of GMPLS is the provision of network resources and the automatic set-up of a path. And the mechanism of protection and restoration of a path is presented when network component fails. This paper suggests CR-LDP Static Detour Mechanism and Dynamic Detour Mechanism. CR-LDP Detours are a mechanism to set up detour paths automatically at every node to protect working path. Hence suggested mechanism performance is compared with existing mechanisms by computer simulation.

I. 서론

최근의 광 네트워크 관련 표준화 동향은 광 네트워크에서 IP 기반의 MPLS 프로토콜을 확장하는데 초점을 맞추고 있다. MPLS의 신호기술을 이용한 트래픽 엔지니어링 기능을 일반적인 패킷 네트워크 뿐 아니라 ATM, SONET/SDH 및 OXCs에도 적용할 수 있도록 MPLS의 기능을 확장하는 것이다. 이렇게 IP 기반의 MPLS를 확장하여 광 네트워크의 제어평면으로 적용하기 위한 기술을 GMPLS (Generalized

MPLS)라 한다. 즉 트래픽의 요구가 있을 때 자원을 할당하고 경로를 배정하기 위해서 MPLS의 신호 프로토콜을 다양한 네트워크에 적용하기 위해 확장하는데 중점을 두고 있다.

광 네트워크는 이러한 신호 프로토콜의 확장뿐 아니라 백본망이라는 때문에 기존의 SONET/SDH에 결합하는 경로 보호 및 복구 능력을 가질 필요가 있다. 즉 광 네트워크의 어느 연결이 논리적 혹은 물리적 실패(failure)가 일어났을 때 그 연결을 통해 전달되는 트래픽이 가능한 빠르게 데이터의 손실 없이 다른 경로를 통해 전달되도록 하는 네트워크의 제어평

* 삼성전자 통신연구소(elecraim@mnlab.hanyang.ac.kr) ** 한양대학교 전자통신전파공학과 멀티미디어 네트워크 연구실(jijung@hanyang.ac.kr)

논문번호 : 020258-0603, 접수일자 : 2002년 6월 3일

이 연구는 한국 과학재단 지정 최적설계 신기술 연구 센터의 지원에 의해 수행되었습니다.

면울 확장하는 기술이 필요하다.

경로 보호 및 복구에서 가장 중요한 요소는 가능한 빠르게, 가능한 데이터의 손실 없이 기존의 트래픽을 다른 경로를 통해 전송하는 것이다. 현재 제안되고 있는 기법은 복구의 범위에 따라 지역 보호 및 복구와 경로 보호 및 복구, 자원 예약 상황에 따라 1:1, 1+1, 1:N, M:N 보호 및 복구 기법이 제안되고 있으며 GMPLS의 신호 프로토콜인 RSVP의 오브젝트를 확장한 빠른 경로 재설정 기법도 제안되고 있다.

그러나 지금까지 광 네트워크의 경로 보호 및 복구에 관한 다양한 기술들이 제안되고 있기는 하지만 경로 보호 및 복구에 관한 표준화 작업이나 관련 기술에 대한 성능평가는 미흡한 실정이다.

본 논문에서는 현재 제안되고 있는 GMPLS에서의 경로 보호 및 복구 방안에 대해 언급하고 RSVP의 오브젝트를 확장하여 자원을 예약한 후, 네트워크의 연결 실패 시 빠르게 대처할 수 있는 RSVP 우회 기법을 GMPLS의 또 다른 신호 프로토콜인 CR-LDP에 적용하는 방안에 대해 논의하고 그 성능을 평가한다.

II. GMPLS의 경로 보호 및 복구

1. GMPLS 개요

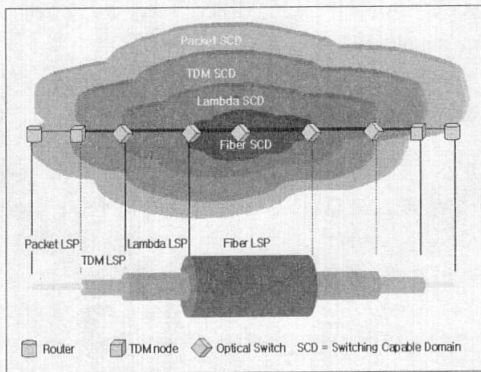


그림 4. LSP의 계층화

GMPLS(Generalized Multi-Protocol Label Switching)는 그림 1에서 보듯이 MPLS를 광 도메인(optical domain)에서 파장(wavelength)의 스위칭으로 라우팅을 가능하게 하도록 확장한 MPλS(Multi-Protocol Lambda Switching)에 시분할(time-division, e.g., SONET/SDH)과 공간형 스위칭(spatial switching, e.g., PXCs, OXCs)

에서도 적용 가능하도록 확장하는 기술을 말한다. GMPLS의 특징은 이러한 다양한 계층에 적용 가능한 공통의 제어 평면(control plane)에 있다. 공통의 제어 평면은 네트워크의 관리와 운용을 단순화시키고 오버레이 모델(overlay model)에서 피어 모델(peer model)까지 다양하게 네트워크를 구성할 수 있는 융통성을 제공한다¹¹.

이런 다양한 스위칭 타입에 공통적인 제어 평면을 구현하기 위해서 GMPLS에서는 기존의 MPLS 신호(signaling) 및 라우팅(routing) 프로토콜을 확장한다. 그리고 확장성(scalability) 향상을 위해 몇 가지 방안을 제안한다.

1.1 MPLS 신호 프로토콜의 확장

MPLS에서 트래픽 엔지니어링을 위한 신호 프로토콜인 CR-LDP (Constraint Based-Label Distribution Protocol)와 RSVP-TE (Resource reSerVation Protocol-Traffic Engineering)를 네트워크에 적용하기 위해 확장 시킨다²¹.

1.2 라우팅 프로토콜의 확장

광 네트워크에서 다양한 링크 타입(link type), 대역폭(bandwidth), 링크 보호 타입(link protection type) 등의 정보를 주고받기 위해 MPLS에서 링크의 상태 정보를 교환하기 위해 사용되었던 OSPF나 IS-IS 프로토콜을 확장한다^{3,4}. 기존의 라우팅 프로토콜을 확장한 OSPF-TE와 IS-IS-TE의 GMPLS 버전은 다음과 같은 특징을 가진다.

- 1) 링크 상태 라우팅 프로토콜
- 2) 도메인 내(intra domain) 라우팅 프로토콜
- 3) 번호 없는 링크(unnumbered link)를 위한 OSPF/IS-IS의 확장
- 4) 링크 묶음(link bundling)을 위한 OSPF/IS-IS의 확장

1.3 링크 관리 프로토콜

GMPLS에서 이웃한 노드들 사이에서 동작하는 LMP(Link Management Protocol)라는 새로운 링크 관리 프로토콜을 제시한다⁵.

LMP는 대표적인 제어 채널 관리(control channel management), 링크 연결 입증(link connectivity verification), 링크 특성 상호관련(link property correlation), 결함 고립화(fault isolation) 등의 4가지 기능이 있다.

1.4 확장성 향상

GMPLS에서는 일반적으로 기존의 MPLS보다 코어(core) 네트워크에서 많은 수의 링크가 존재한다. 개별 링크별로 관리하는 것은 확장성에 문제가 된다. 이러한 확장성 문제를 해결하고 향상시키기 위해 링크 묶음, 번호 없는 링크, LSP 계층화 방안을 제시한다¹¹.

2. GMPLS의 경로 보호 및 복구

2.1 결함 관리(fault management)

광 네트워크의 공통의 제어 평면을 적용하기 위해서는 신호, 라우팅과 결함을 관리할 수 있는 링크 관리 프로토콜이 필요하다. 일반적으로 네트워크에서 결함 관리를 위해서는 다음과 같은 네 가지의 단계가 요구된다^{6,7,8}.

1) 결함 감지(fault detection)

결함 감지는 네트워크의 실패를 알아내는 메커니즘으로 가능한 실패가 일어난 가장 가까운 계층에서 다루어 져야한다. 광 네트워크에서는 광 계층에서의 빛의 손실(loss of light)등으로 감지하거나 OSNR(Optical Signal to Noise Ratio), BER(Bit Error Rate)등과 같은 방법으로 실패를 알아낼 수 있다.

2) 결함 지역화(fault localization)

결함 지역화는 어디에서 실패가 일어났는지를 결정하기 위해 노드 사이의 통신을 요구한다. 광 네트워크에서는 링크 관리 프로토콜이 데이터의 인코딩 방식에 관계없이 실패를 지역화하기 위한 일련의 절차를 정의하고 있다.

3) 결함 통지(fault notification)

네트워크의 실패가 감지되면 그 네트워크의 실패를 감지한 노드와 실패를 처리해야할 노드 사이에 통신이 이루어져야 하는데 그것을 결함 통지라 한다.

4) 결함 회복(fault recovery)

실패가 감지되고 지역화한 후에 결함 회복에 대해 책임이 있는 노드는 결함 통지를 받았을 때 정해진 절차에 따라 결함을 회복해야 한다. 결함을 회복하기 위해서 경로의 보호 및 복구 메커니즘이 이용된다.

2.2 경로 보호 및 복구

경로 보호(path protection)는 네트워크의 실패가 일어나기 전에 주 경로(working path)에 대해 보호 경로(protection path)를 설정해 놓고, 어떤 링크 혹은 노드에 실패가 일어났을 때 정해진 보호 경로로 주 경로의 트래픽을 보내는 것을 말한다. 이때 주 경로에 대한 보호 경로를 설정한다는 것은 보호 경로에 대해

주 경로와 같이 자원을 예약한다는 것을 의미한다. 이에 반해 경로 복구(path restoration)는 네트워크의 실패가 일어난 후에 그 정해진 방식에 따라 네트워크의 실패를 회복하는 것을 의미한다⁶.

네트워크에서 보호 경로를 설정하는 것은 네트워크의 자원 예약 상황도 함께 고려해야 한다. 모든 보호 경로에 대해 주 경로와 같은 자원을 예약한다면 그만큼 복구 시간은 짧아지고 패킷의 손실도 줄겠지만 그만큼 네트워크 자원의 이용률은 낮아진다. 즉 네트워크의 실패가 일어나지 않았는데도 네트워크의 자원을 보호 경로가 점유하고 있다는 것은 그만큼 다른 트래픽에 대해 자원을 할당할 수 없기 때문에 미리 자원을 예약하는 것은 신중하게 고려해야 한다.

그렇기 때문에 시간 영역에서 보면 경로 보호가 경로 복구에 비해 빠르게 회복하는 것을 말한다. 그러나 이러한 경로 보호와 복구는 대부분의 경우 네트워크 실패 시 경로 복구 알고리즘에 따라 보호 경로로 트래픽의 방향을 바꾸는 방식을 사용하기 때문에 경로 보호 및 복구는 함께 동작해야 한다.

2.3 경로 보호 및 복구 방식

경로 보호 및 복구 방식은 자원 예약 방식⁷, 자원 예약 시간⁸ 및 복구 범위⁹에 따라 다양한 분류가 가능하다.

2.3.1 자원 예약에 따른 분류

1) 1+1 보호 및 복구

주 경로와 보호 경로로 트래픽을 동시에 전송하는 방식이다. 이 경우 수신노드에서 가장 좋은 트래픽을 선택할 수 있다(그림2).

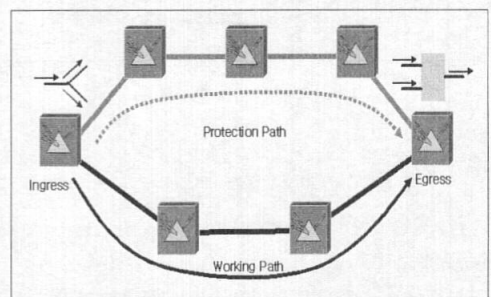


그림 1. 1+1 경로 보호 및 복구 방식

2) 1:1 보호 및 복구

주 경로와 보호 경로를 설정해 놓고 실패 시 송신 노드에서 보호 경로로 전송하는 방식이다(그림3).

3) 1 : N 보호 및 복구

N개의 주 경로에 대해 1개의 보호 경로만 설정하는 경우이다.

4) M : N 보호 및 복구

N개의 주 경로에 대해 M개의 보호 경로를 설정하는 경우이다.

표 1. 자원 예약 시간에 따른 분류

분류	경로 계산	자원 계산	자원 할당
1	실패 전	실패 전	실패 전
2	실패 전	실패 전	실패 후
3	실패 전	실패 후	실패 후
4	실패 후	실패 후	실패 후

2.3.2 자원 예약 시간에 따른 분류

표 1은 자원 예약 시간에 따른 분류를 보여준다. 네트워크 실패가 일어나지 않았는데도 자원을 할당하는 것은 비효율적이다. 보호 경로를 설정하는 것은 네트워크 자원의 효율성과도 밀접한 관계를 갖기 때문에 보호 경로에 대한 자원 할당을 언제 할 것인가 또한 중요한 문제이다. 1+1 보호의 경우 분류1의 방식을 사용해야 한다.

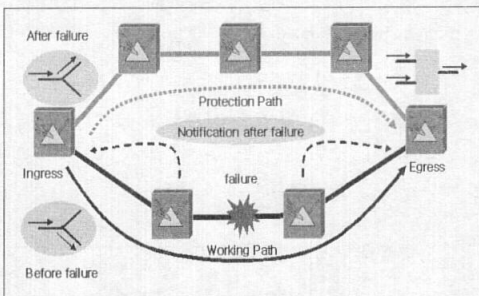


그림 2. 1:1 경로 보호 및 복구

2.3.3 복구 범위에 따른 분류

1) 짧은 거리 보호 및 복구(span protection and restoration)

짧은 거리 보호란 실패가 일어났을 때 인접한 두 노드 간에 가능한 링크를 찾아내어 복구하는 기법이다⁹⁾. 광 네트워크에서는 두 노드 간에 많은 수의 채널이 존재하게 되는데 채널에 실패가 일어났을 때 다른 채널을 선택해서 전송함으로써 복구하는 기법이다.

2) 경로 보호 및 복구(path protection and

restoration)

경로 보호란 경로 전체에 대해서 복구하는 것을 말한다. 즉 채널상의 실패가 아닌 물리적인 실패로 인한 경우에는 경로 전체에 대해서 복구해야 한다.

III CR-LDP 우회 기법

지금까지 제안된 경로 보호 및 복구 기법에는 Haskin 기법¹⁰⁾, Makam 기법¹¹⁾, Doverspike 기법^{12,13)} 등이 있다.

네트워크의 실패에 빠르게 대처하기 위해서는 보호 경로가 가능한 적은 수의 노드를 거치도록 해야 하며 빠른 경로 재설정을 위해서 경로 보호 및 복구는 실패가 일어난 지점에서 가능한 가장 가까운 노드에서 이루어져야 한다. 위에서 살펴본 기법들은 입구(ingress) LSR 혹은 출구(egress) LSR에서 경로 복구가 이루어지기 때문에 만약 네트워크의 코어 부분에서 실패가 일어났을 때는 그 만큼 복구 시간(restoration time)에 많은 시간이 걸릴 수밖에 없다.

또한 Haskin 기법이나 Makam 기법은 주 경로를 설정할 때 자동적으로 보호 경로를 설정하는 방식에 대해서는 구체적이지 못하다. Doverspike 기법은 네트워크의 실패가 일어났을 때 종단에서 복구를 위한 메시지를 보내야 하기 때문에 노드 수가 많은 큰 범위의 네트워크에서는 적용하기 어려운 단점이 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 RSVP 우회 경로 기법이 제안되었다¹⁴⁾. RSVP 우회 경로 기법은 주 경로를 설정할 때 주 경로에 대한 우회 경로를 자동적으로 설정함으로써 주 경로에 대한 보호 경로를 설정하는 기법이다. RSVP 우회 경로 기법의 특징은 매 노드에서 주 경로에 대한 우회 경로를 자동적으로 설정 가능하게 하는데 있다.

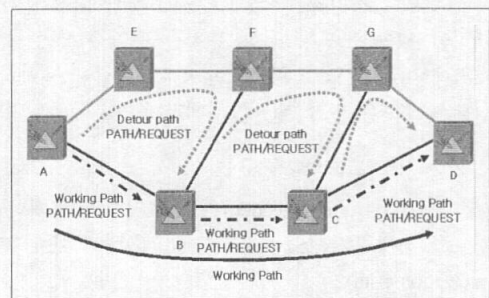


그림 3. RSVP/CR-LDP 우회 기법을 이용한 보호 경로의 설정

그림 4는 RSVP-TE/CR-LDP를 이용한 우회 경로 설정에 대해 보여주고 있다. RSVP-TE와 CR-LDP는 GMPLS에 적용하기 위해서 같은 형태로 오브젝트를 확장하기 때문에 제안된 RSVP 우회 경로 기법은 CR-LDP에도 동시에 적용이 가능하다^[2]. RSVP-TE/CR-LDP의 PATH/REQUEST 메시지가 주 경로를 통해서 전달 될 때 매 노드는 PATH/REQUEST 메시지를 받을 때 마다 다음 홉으로 가는 우회 경로를 계산한다. 경로를 계산한 후에 PATH/REQUEST를 우회 경로를 보내서 보호 경로를 설정한다. 만약 주 경로에 실패가 일어났을 때 해당하는 우회 경로로 트래픽의 방향을 바꿈으로써 트래픽을 보호할 수 있다. 우회 기법의 장점은 주 경로의 어떠한 곳에서 실패가 일어나더라도 대처할 수 있다는 장점이 있다.

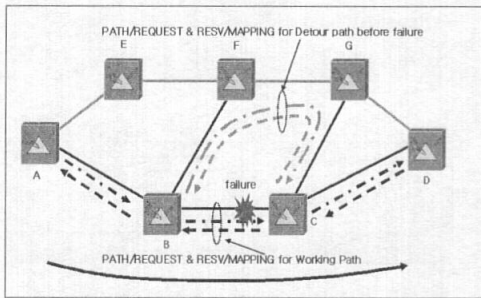


그림 4. 정적 우회 기법을 이용한 경로 보호 및 복구

1. 우회 기법을 위한 CR-LDP의 확장

매 노드가 우회 경로를 설정하기 위해 CR-LDP에 새로운 오브젝트를 추가함으로써 자동적으로 주 경로에 대한 보호 경로를 설정하게 할 수 있다. 표 2는 우회 기법을 위한 확장된 오브젝트를 보여주고 있다. 두 오브젝트는 CR-LDP의 REQUEST 메시지에 포함되어 전달된다.

표 2. 우회 기법을 위한 오브젝트의 확장

FAST REROUTE
DETOUR

1.1 FAST REROUTE 오브젝트

FAST REROUTE 오브젝트는 우회 경로의 계산 및 설정에 대한 정보를 가지고 있는 오브젝트이다.

만약 RSVP-TE나 CR-LDP의 PATH/REQUEST 메시지에 FAST REROUTE 오브젝트가 포함되어 있다면 우회 경로 설정이 요구되었다는 것을 의미한다.

1.2 DETOUR 오브젝트

FAST REROUTE가 포함된 REQUEST 메시지를 받은 노드가 우회 경로를 설정하기 위해 사용하는 오브젝트이다. 우회 경로를 위한 오브젝트는 우회 경로를 위한 REQUEST 메시지에 포함된다. 즉 REQUEST 메시지에 DETOUR 오브젝트가 포함되어 있다면 그것은 우회 경로를 설정하기 위한 REQUEST 메시지임을 나타낸다.

2. 우회 기법의 동작 절차

FAST REROUTE 오브젝트를 포함하고 있는 REQUEST 메시지를 받은 노드는 CSPF(Constraint Shortest Path First) 알고리즘을 통해 FAST REROUTE에 포함된 정보에 부합하는 우회 경로를 찾는다. 우회 경로를 계산하고 나면 노드는 DETOUR 오브젝트를 가지는 REQUEST 메시지를 우회 경로로 보내야 한다. DETOUR 오브젝트를 포함한 REQUEST 메시지를 받은 목적지(destination) 노드는 MAPPING 메시지를 보냄으로써 우회 경로를 설정한다.

3. FAST REROUTE 및 DETOUR 오브젝트의 확장

FAST REROUTE 오브젝트 및 DETOUR 오브젝트를 통하여 우회 경로를 예약할 때 제안된 우회 기법은 LSP를 위한 신호를 보낼 때 각 노드가 자동적으로 우회 경로를 계산하고 그 우회 경로를 설정함으로써 경로 보호 및 복구 방안을 제시하고 있다. 그러나 매 노드에서 우회 기법을 사용하여 경로를 할당하는 것은 네트워크 자원을 낭비하는 결과를 초래할 수 있다. 즉 우회 경로 또한 하나의 LSP로서 네트워크 실패가 일어나지 않았음에도 불구하고 네트워크 자원을 소비하게 된다. 그래서 본 논문에서는 우회 경로를 설정할 때 자원을 예약하거나 네트워크 실패가 일어났을 때 우회 경로에 대한 자원을 예약하도록 FAST REROUTE 오브젝트와 DETOUR 오브젝트를 확장하는 수정된 우회 기법을 제안한다.

3.1 정적 우회 기법

정적 우회 기법이란 우회 경로를 설정할 때 우회 경로의 설정을 책임지는 시작 노드는 목적지로 우회 경로를 위한 REQUEST 메시지를 보내고 목적지에서는 MAPPING 메시지를 보냄으로써 우회 경로를

설정하는 기법을 말한다. 즉 우회 경로에 대해 REQUEST 메시지와 MAPPING 메시지를 주고받음으로써 경로를 설정하고 동시에 자원을 예약하는 방식이다.

그림 5는 정적 우회 기법을 보여주고 있다. A->B->C->D로 주 경로가 설정 될 때 B는 C로 가는 우회 경로를 설정하기 위해 F->G->C로 우회 경로를 위한 메시지를 주고받음으로써 네트워크의 실패가 일어나기 전에 우회 경로를 설정하고 자원을 예약하는 방식이다.

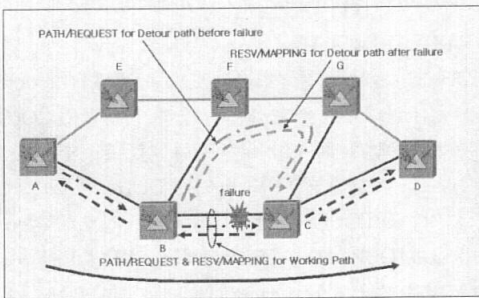


그림 5. 동적 우회 기법을 이용한 경로의 보호 및 복구

3.2 동적 우회 기법

동적 우회 기법이란 우회 경로를 설정할 때 우회 경로의 설정을 책임지는 시작 노드는 우회 경로를 위한 REQUEST메시지만 보내고 DETOUR오브젝트를 포함한 메시지를 받은 우회 경로의 목적지 노드에서는 네트워크의 실패가 일어난 후에 MAPPING 메시지를 보냄으로써 경로를 설정하고 자원을 예약하는 방식이다.

0		1		2		3	
Length(bytes)		Class-Num		C-Type			
Setup Prio	Hold Prio	Hop-limit	Reserved				
Bandwidth							
Exclude colors							
Include colors							

그림 6. FAST REROUTE 오브젝트의 확

이러한 방식은 정적 우회 기법에 비해서는 패킷

손실이 많을 수 있으나, 네트워크 자원을 효율적으로 이용할 수 있고 실패가 일어났을 때 MAPPING 메시지만 보냄으로써 보호 경로의 복구를 빠르게 진행할 수 있다(그림 6).

3.3 오브젝트의 확장

어떠한 LSP에 대한 우회 경로를 설정할 때 정적 우회 기법을 사용할 것인지 동작 우회 기법을 사용할 것인지를 LSP가 설정될 때 자동적으로 결정될 수 있도록 FAST REROUTE 오브젝트와 DETOUR 오브젝트를 확장한다.

1) FAST REROUTE 오브젝트의 확장

그림 7에서처럼 FAST REROUTE 오브젝트를 확장하기 위해 RESERVED 필드를 이용한다.

- Reserved field : 0
주 경로에 대해 정적 우회 경로 설정
- Reserved field : 1
주 경로에 대해 동적 우회 경로 설정

0	1	2	3		
Length(bytes)		Class-Num		C-Type	
Source ID					
Downstream ID					
Detour Option					

그림 7. DETOUR 오브젝트의 확장

2) DETOUR 오브젝트의 확장

그림 8에서처럼 DETOUR 오브젝트를 확장하기 위해 Detour Option 필드를 추가한다.

- Detour Option : 0
주 경로에 대해 정적 우회 경로 설정
- Detour Option : 1
주 경로에 대해 동적 우회 경로 설정

3) 확장된 오브젝트의 동작

FAST REROUTE 오브젝트의 Reserved 필드가 0인 LSP의 설정이 요구되면 REQUEST 메시지를 받은 노드는 DETOUR 오브젝트의 Detour option 필드를 0으로 하여 우회 경로를 위한 REQUEST 메시지를 보낸다. 목적지 노드에서 DETOUR 오브젝트의 Detour option이 0인 값이면 목적지 노드는 바로 MAPPING 메시지를 보냄으로써 정적 우회 기법을 적용할 수 있다.

이와 달리 FAST REROUTE 오브젝트의 Reserved 필드가 1인 LSP의 설정이 요구되면 DETOUR 오브젝트의 Detour option 필드를 1로 하여 우회 경로를

위한 REQUEST 메시지를 보낸다, 목적지 노드에서 DETOUR 오브젝트의 Detour option이 1인 값이면 목적지 노드는 바로 MAPPING 메시지를 보내지 않고 네트워크의 실패가 일어난 후에 MAPPING 메시지를 보냄으로써 동적 우회 기법을 적용할 수 있다.

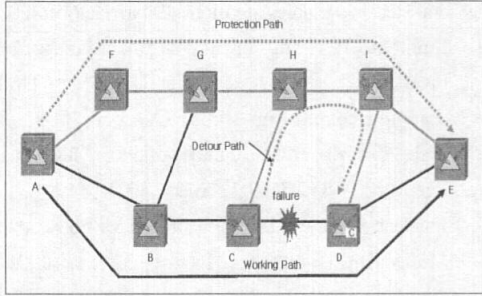


그림 8. 시뮬레이션을 위한 테스트 네트워크

IV 시뮬레이션

1. 시뮬레이션 환경

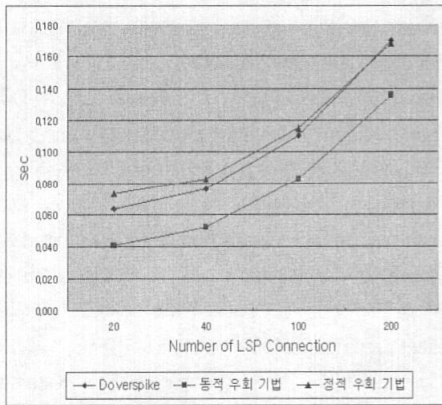


그림 9. Doverspike 기법과 동적 우회 기법 및 정적 우회 기법의 보호 경로 설정 및 복구 시간

시뮬레이션을 위한 테스트 네트워크는 그림 9와 같다. 주 경로는 A->B->C->D->E이고 Haskin 기법, Makam 기법 및 Doverspike 기법에 대한 보호 경로는 A->F->G->H->I->E이다. 정적 우회 기법 및 동적 우회 기법을 위한 우회 경로는 C->H->I->D로 설정하였다. 각 기법에서 시뮬레이션이 시작하면 주 경로와 기법에 따른 보호 경로를 설정하고 트래픽을 주 경로를 따라 전송하다가 임의의 시간에 C-D의 링크를

실패(failure) 시킴으로써 각 기법의 성능을 비교하였다.

- 시뮬레이션 툴 : MNS v2.0
- 트래픽 환경 : 패킷 사이즈 200bytes
- 전송률 500Kbps
- 링크 지연 10ms
- 링크의 전송 속도 10Mbps

2. 시뮬레이션 결과

2.1 경로 개수에 따른 경로 복구 시간 및 보호 경로 설정 시간

그림 10은 Doverspike 기법, 정적 우회 기법과 동적 우회 기법의 보호 경로 설정 및 복구 시간을 보여준다. 여기서 특징적인 것은 정적 우회 기법 REQUEST 메시지를 보내고 MAPPING을 받음으로써 보호 경로가 설정되는데 LSP의 개수가 많으면 많을수록 MAPPING 메시지를 보내는 Doverspike 기법과 비슷한 성능을 보여주고 있다. 즉 LSP의 개수가 많아지면 네트워크의 실패가 일어났을 때 우회 경로를 설정하는 것도 경로 보호 및 복구 기법으로 고려할 수 있다.

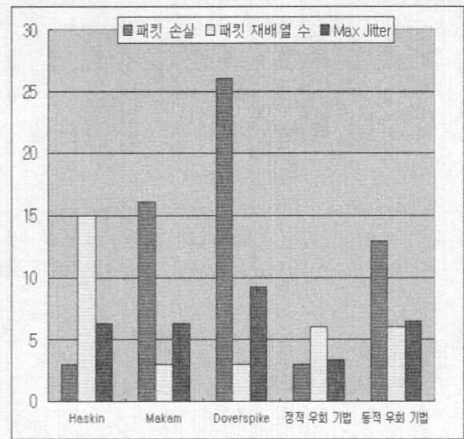


그림 10. 복구 기법별 성능 비교

2.2 각 기능별 성능 비교

그림11은 총 468개의 패킷을 전송했을 때 각 기법별 결과를 보여준다. 지연 변이(Jitter) 계산은 식 (1)에 의해 계산한다.

$$Jitter = Present\ Packet\ Arrival\ Time - Previous\ Packet\ Arrival\ Time \quad (1)$$

그림 11에서 보듯이 정적 우회 기법이 패킷의 손실이나 패킷의 재배열 최대 지연 변이 등을 고려할 때 가장 우수한 성능을 보여준다. 동적 우회 기법도 Makam 기법이나 Doverspike 기법에 비해서는 패킷의 손실이 적으며 Haskin 보다는 패킷 손실이 많지만 패킷 재배열이나 최대 지연 변이에서는 다른 기법들과 비슷한 성능을 보여준다.

VI 결론

본 논문에서는 제안된 CR-LDP의 오브젝트를 확장한 정적 우회 기법 및 동적 우회 기법은 신호 프로토콜을 통해 자동적으로 주 경로에 대한 보호 경로를 설정하고 네트워크의 실패가 일어난 가장 가까운 지점에서 복구하여 빠르게 복구할 수 있는 방안을 시뮬레이션을 통해 입증하였다. 정적 우회 기법은 Haskin 기법이나 Makam 기법에 비해 패킷 손실, 패킷 재배열 및 최대 지연에서 전반적으로 나은 성능을 보여주었고 동적 우회 기법은 Doverspike 기법에 비해 복구 시간, 패킷 손실 및 최대 지연에서 나은 성능을 보여주었다.

광 네트워크에서 보호 경로를 설정하는 것은 주 경로의 보호뿐 아니라 네트워크 자원의 효율적인 측면에서도 고려되어야 한다. 즉 많은 주 경로에 대해 어떻게 보호 경로를 설정해야 네트워크의 자원도 효율적으로 이용하면서 주 경로를 보호 및 복구 할 수 있을 것인가에 대해 향후 연구가 필요하다. 또한 각 기법별로 다른 특성을 보이기 때문에 트래픽 특성에 따라 다른 복구 방법을 적용하는 방안에 대해서도 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] Peter Ashwood-Smith *et al.*, "Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Architecture", Internet Draft, draft-ietf-ccamp-gmpls-architecture-07.txt, May 2003

[2] Peter Ashwood-Smith *et al.*, "Generalized MPLS-Signaling Functional Description", RFC 3471, January 2003

[3] K. Kompella *et al.*, "OSPF Extensions in Support Generalized MPLS", Internet Draft, draft-compella-ospf-gmpls-extensions-12.txt, October 2003

[4] K. Kompella *et al.*, "IS-IS Extensions in Support Generalized MPLS", Internet Draft, draft-ietf-isis-gmpls-extensions-19.txt, October 2003

[5] Jonathan P. Lang *et al.*, "Link Management Protocol", Internet Draft, draft-ietf-ccamp-lmp-10.txt, October 2003

[6] Vishal Sharma *et al.*, "Framework for MPLS-based Recovery", RFC 3469 February 2003

[7] Jonathan P. Lang *et al.*, "Generalized MPLS Recovery Mechanisms", Internet Draft, draft-lang-ccamp-recovery-01.txt, July 2001

[8] Rovert Doverspike and Jennifer Yates, "Challenges for MPLS in Optical Network Restoration", IEEE Communication Magazine, February 2001

[9] Ayan Banerjee *et al.*, "Generalized Multiprotocol Label Switching: An Overview of Signaling Enhancements and Recovery Techniques", IEEE Communication Magazine, July 2001

[10] Dimitry Haskin and Ram Krishnan, "A Method for Setting an Alternative Label Switched Paths to Handle Fast Reroute", Internet Draft, draft-haskin-mpls-fast-reroute-05.txt, November 2000

[11] Srinivas Makam *et al.*, "A Path Protection/Restoration Mechanism for MPLS Networks", Internet Draft, draft-makam-mpls-protection-00.txt, October 1999

[12] Robert D. Doverspike *et al.*, "Fast Restoration in a Mesh Network of Optical Cross-connects", Optical Fiber Communication Conference, 1999

[13] Guangzhi Li *et al.*, "Exprements in Fast Restoration using GMPLS in Optical/Electronic Mesh Networks", Optical Fiber Communication Conference and Exhibit, 2001

[14] Der-Hwa Gan *et al.*, "A Method for MPLS Fast-Reroute Using RSVP Detours", Internet Draft, draft-gan-fast-reroute-03.txt, July 2003

김진형 (Jin-Hyoung Kim)

정회원



2000년 2월 : 한양대학교 전자/전자통신/전파공학과 학사졸업

2002년 2월 : 한양대학교 전자/전자통신/전파공학과 석사졸업

2002년 3월 ~ 현재 : 삼성전자 근무

<주관심분야> 통신공학, 광통신 공학

정재일 (Jae-Il Jung)

정회원

03-28-4B-12 참고