

MPLS망에서 QoS 및 최단경로에 기반한 동적 재경로설정 기법

정운택^U 안개일 전우직
충남대학교 컴퓨터공학과
{edelide, fog1, chun}@ce.cnu.ac.kr

Dynamic Reroute Mechanism based on QoS & Shortest Path over MPLS Network

Yun-Taek Jeong^U Gae-Il Ahn Woo-Jik Chun
Dept. of Computer Engineering, Chungnam National University

요 약

재경로설정이란 MPLS 망에서 보호해야 할 트래픽의 노드나 링크가 에러이거나 혼잡이 발생했을 때 대체경로로 그 트래픽을 우회시켜 신뢰성 있는 서비스를 제공하는 기술이다. 본 논문에서 제안하는 기법은 QoS 및 최단경로를 고려하여 동적으로 대체 (backup) 경로를 설정하는 방법이다. 노드 에러를 탐지했을 경우에는 에러를 탐지한 노드가 에러가 발생한 노드의 다음 노드까지 QoS 및 최단경로를 고려하여 대체 경로를 설정하고 링크 에러를 탐지했을 경우에는 두 노드 사이에 QoS 및 최단경로를 고려하여 대체 경로를 설정함으로써 신뢰성 있는 데이터 전송을 보장할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 기법의 타당성을 검증하기 위하여 시뮬레이션을 통하여 기존에 제안된 기법들과 비교 분석한다.

1. 서론

MPLS(Multi-Protocol Label Switching)망에서 LSP(Label Switching Path)상의 트래픽이 링크 에러나 혼잡을 피해서 전송될 수 있도록 신뢰성 있는 서비스를 제공하는 것은 현재 중요한 문제이다. 재경로설정(Reroute)이란 MPLS 망에서 보호해야 할 트래픽의 노드나 링크가 에러이거나 혼잡이 발생했을 때 대체경로로 그 트래픽을 우회시켜 신뢰성 있는 서비스를 제공하는 기술이다.

대체 경로를 설정하는 시점에 따라서 정적(pre-negotiated) 설정과 동적(dynamic) 설정으로 구분된다. 정적 설정은 노드 에러가 발생하기 전에 미리 설정하는 방법이고, 동적 설정은 노드 에러가 발생한 후에 설정하는 방법이다. 경로를 복구하는 주체에 따라서 지역적(local) 복구와 전역적(global) 복구로 구분된다. 지역적 복구는 노드 에러를 탐지한 노드가 직접 복구하는 방법이며, 전역적 복구는 특정 노드(발신지 노드)에서 복구하는 방법이다.

본 논문에서는 동적설정 및 지역적 복구를 하는 재경로설정 방법을 제안하고자 한다. 이 방법은 QoS 및 최단경로를 고려하여 동적으로 대체 경로를 설정하는 방법이다. 노드가 에러인 경우에는 에러를 탐지한 노드에서 에러가 발생한 노드의 다음 노드까지 QoS 및 최단경로를 고려하여 대체 경로를 설정하고, 링크가 에러인 경우에는 그 링크에 연결된 두 노드 사이

에 QoS 및 최단경로를 고려하여 대체 경로를 설정함으로써 신뢰성 있는 데이터 전송을 보장할 수 있다.

대체 경로는 최단 경로로 설정되기 때문에 동적 설정 방법의 가장 큰 문제인 경로 설정시간을 최소화 할 수 있으며, 에러가 발생한 노드의 위치에 상관없이 일정한 성능을 갖는다. 또한 보호할 트래픽과 똑 같은 QoS를 가지고 설정하므로 에러가 발생한 노드의 네트워크 상태가 좋지 않을 때에는 대체 경로를 그 트래픽의 기본 경로로써 사용할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서 기존에 제시되었던 기법들 중에 Haskin과 Makam에 의해 제안된 기법들을 비교, 분석하고 3장에서 본 논문에서 제안하고자 하는 기법을 설명하고, 4장에서 제안하는 기법의 시뮬레이션 결과를 분석하며 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

기존에 제안된 재경로설정 기법으로는 Haskin[1]에 의해 제안된 기법과 Makam[2]에 의해 제안된 기법이 있다.

기본 경로(working path)는 보호할 트래픽에 설정된 경로를 말한다. 그림 1에서 기본 경로는 LSR1-3-5-7-9-11이다.

1) Haskin 기법

Haskin의 대체 경로를 설정하는 방식은 다음과 같다.

- 기본 경로와 중복되지 않도록 하면서 대체경로의 일부를 설정한다. 그림 1에서 LSR1-2-4-6-8-10-11이 대체 경로의 일부이다.
- 기본 경로와 반대방향으로 대체 경로의 일부를 설정한다. 그림 1에서 LSR11-9-7-5-3-1이 대체 경로의 일부이다.
- 두 대체 경로를 일부를 연결하여 하나의 대체 경로로 만든다.
- 에러가 탐지되면 대체 경로로 트래픽을 보낸다. 예를 들어 그림 1에서 LSR7이 에러일때 대체경로는 LSR5-3-1-2-4-6-8-10-11이 된다.

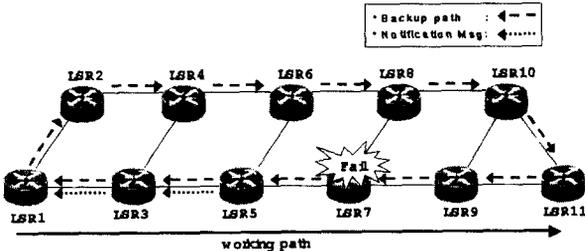


그림 1: Haskin과 makem 기법

Haskin의 기법은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

- 간단한 알고리즘이므로 구현이 용이하고 대체 경로에 대한 계산 복잡도가 아주 낮다
- 에러가 탐지될과 거의 동시에 트래픽을 대체 경로로 전달할 수 있으므로 데이터 손실이 거의 없다.

Haskin의 기법은 다음과 같은 단점을 가지고 있다.

- 에러가 복직지 근처에서 발생하면 발신지에서 목적지 사이의 거리를 왕복해야 하므로 데이터의 전송 시간이 길어지게 된다.
- 자원의 효율성은 떨어진다.

자원의 효율성을 높이기 위하여 여러개의 기본경로에 대해 대체경로를 하나만 사용하는 경우, 즉 1:n의 경우에도 Haskin의 기법은 적용 될 수 있다고 하지만, QoS를 고려할 때에는 적용될 수 없다. 왜냐하면 2개 이상의 기본 경로에서 에러가 발생했다면 하나의 대체 경로로는 각 기본 경로들이 가진 QoS를 만족시키도록 데이터를 전송시킬 수 없다. 결국 QoS하에서는 1:1만을 지원하며, 다음에 소개할 Makam의 기법보다 자원의 효율성은 떨어진다.

2) Makam 기법

Makam 기법의 특징은 대체 경로를 미리 설정한 후, 노드 에러가 발생했을 때 그 에러를 탐지한 노드가 대체 경로가 설정된 노드까지 알림(notification) 메시지를 전달하여 트래픽을 보호하는 메커니즘이다. 그림 1에서 LSR7이 에러일 때 알림 메시지의 경로는 LSR5-3-1이 된다.

이것은 Haskin의 기법에 비해서 자원 효율성이 더 좋지만 에러를 탐지한 노드가 알림 메시지를 보내는데 시간이 걸리기 때문에 그 시간동안에는 데이터는 손실되는 문제가 있다.

3. QoS 및 최단경로를 고려한 동적 재설정 기법

1) 동작 메커니즘

본 논문에서 제안하는 재경로설정 기법은 QoS 및 최단경로를 고려하여 동적으로 대체 경로를 설정하는 방법이다. 대체 경로의 설정 방법은 노드 에러인 경우와 링크에러인 경우 두 가지 경우로 나눌 수 있다.

먼저, 노드 에러인 경우의 대체 경로 설정은 다음과 같다.

- 에러인 노드를 거치지 않으면서 에러인 노드의 다음 노드까지 QoS를 고려한 최단 경로를 계산한다. 그림 2에서 최단 경로는 LSR4-6-8-7이다. 에러가 발생한 노드의 다음 노드를 아는 방법은 처음에 기본 LSP 설정시에 LDP 메시지에 포함이 되어 있는 path vector 필드 값을 저장 함으로써 알 수 있다. 최단 경로는 거치지 말아야 할 노드의 비용(cost)값을 높게 주고 Dijkstra 알고리즘을 사용함으로써 쉽게 얻을 수 있다.
- 에러인 노드의 다음노드까지 기본 CR-LSP의 QoS와 동일한 새로운 CR-LSP를 설정한다. 그림 2에서 기본 LSP의 LSPID는 대체 LSP의 ER(Explicit Routing) hops로써 사용되며, 기본 LSP의 트래픽 파라미터 값은 대체 LSP의 트래픽 파라미터로써 사용된다. 그 결과로써 LSR7에서 두 CR-LSP(LSPid=1000, LSPid=10001)는 결합(merge)된다.

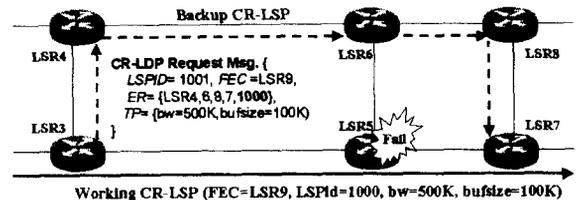


그림 2: QoS 및 최단경로에 기반한 동적 재설정 기법

링크 에러인 경우에는 그 에러가 발생한 링크와 인접해 있는 두 노드 사이에서 QoS 및 최단경로를 만족하는 다른 경로를 설정하게 된다. 예를 들어 LSR3과 LSR5 사이의 링크에서 에러가 발생했다면 대체 경로는 LSR3-4-6-5이다.

2) 제안하는 기법의 분석

본 논문에서 제안하는 메커니즘은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

- 기본 경로의 QoS를 반영해서 대체 경로를 설정하므로 QoS를 보장할 수 있다.
- 자원 효율성이 높다.
- LDP를 수정할 필요가 없다. Haskin이나 Makam의 기법에서는 LSP를 설정할 때 기본 경로상의 각 노드마다 대체 경로를 인식시키거나 알림 메시지를 보내기 위하여 LDP 메시지를 수정하거나 또는 다른 메시지를 이용해야만 한다. 그러나 이 기법에서는 노드 자체에서 새로운 LSP를 설정하므로 LDP의 수정은 없다.
- 에러가 발생한 노드의 위치에 관계없이 일정한 성능을 유지

할 수 있다. Haskin과 Makam의 기법에서는 에러의 위치에 따라서 전송 시간이 많은 차이가 난다. 그러나 본 기법에서는 어느 위치에서 에러가 발생해도 성능에는 그다지 큰 영향을 미치지 않는다.

- 대체 경로를 새로운 기본 경로로 사용할 수 있다. 기존의 기본 경로에서 에러를 복구할 수 없다면 기본 경로 전체를 해제하는 것 없이 대체 경로를 새로운 기본 경로의 일부로 사용할 수 있다.

본 기법은 다음과 같은 단점이 있다.

- 대체 경로를 설정하는데 시간이 걸리기 때문에 에러 발생시 대체 경로로 스위칭하는 시간이 길다. 그러나 최단경로를 기반으로 대체 경로를 설정하기 때문에 전체적인 성능은 나쁘지 않다.
- 가장 최악의 경우는 대체 경로 설정을 실패했을 경우이다. 그것은 두 가지로 나누어서 볼 수 있는데 하나는 QoS를 만족시키지 못했을 경우이고, 나머지 하나는 기본 경로상의 2개 이상의 인접된 노드들 각각이 모두 에러가 발생한 경우이다. 전자의 경우에는 QoS를 만족하는 경로를 다시 계산하여 대체 경로의 설정을 재 시도함으로써 해결한다. 후자의 경우에는 결함을 시도한 노드의 다음 노드를 선택하여 대체 경로 설정을 재 시도함으로써 해결한다. 그림1에서 LSR5와 LSR7이 모두 에러인 경우에는 LSR7까지 대체 경로 설정을 실패했으므로, LSR9까지 대체 경로를 설정한다. 그러나 이런 상황에서는 스위칭 시간이 길어지므로 Haskin 기법과 같은 정적 설정 방법과 혼합하여 사용 한다면 좀 더 나은 성능을 기대할 수 있을 것이다.

4. 시뮬레이션

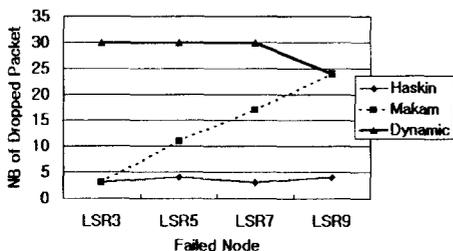


그림 3: 패킷 손실 비교

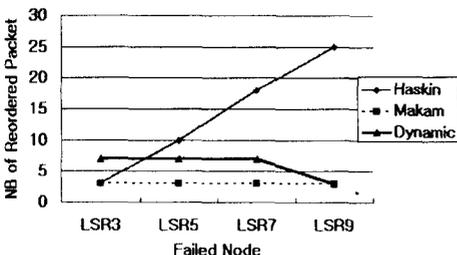


그림 4: 순서에 어긋난 패킷 수 비교

본 연구에서 제안하는 기법의 성능을 분석하기 위하여 MPLS Network Simulator[7]을 수정하여 시뮬레이션하였다. 시뮬레이션 환경은 그림 1과 같다. 보호할 트래픽을 500Kbps로 200byte 패킷을 CBR(Constant Bit Rate)로 전송한다. QoS는 고려하지 않은 ER-LSP를 사용하여 기본 경로 및 대체 경로를 설정하였다.

그림 3은 에러인 노드 별 손실된 패킷 수를 보여주는 그림이며, 그림 4는 순서에 어긋난 패킷의 수를 보여주는 그림이다. QoS를 고려 한다면 순서에 어긋난 패킷들은 명시한 QoS이상으로 보냈다는 것을 의미하므로 큐에서 삭제될 것이다. 본 논문에서 제안하는 동적(dynamic) 기법은 일정한 성능을 유지하고 있다. 반면에 Haskin의 기법은 에러인 노드가 목적지에 가까울수록 순서에 어긋난 패킷의 수는 증가하며, Makam의 기법 또한 에러인 노드가 목적지에 가까울수록 손실된 패킷의 수는 증가한다. 본 시뮬레이션 환경이 작은 MPLS 망임에도 불구하고, LSR9가 에러인 경우에는 다른 기법에 비해서 성능이 나쁘지 않다.

5. 결론

본 논문에서는 QoS 및 최단 경로를 고려한 재경로설정 기법을 제안하였다. 또한 그 기법의 타당성을 검증하기 위하여 기존의 기법들과 비교 분석하였다.

본 기법은 QoS를 지원하며, LDP를 수정할 필요가 없고, 자원의 효율성이 높다. 또한 기존의 기본 경로에 문제가 있을 시에는 대체 경로를 기본 경로의 일부로 사용할 수 있다. 본 논문에서 제안한 기법은 MPLS 망에서 손쉽게 사용될 수 있는 방법이라 사료된다.

5. 참고문헌

[1] D. Haskin, R. Krishnan "A Method for Setting an Alternative Label Switched Paths to Handle Fast Reroute", draft-haskin-mpls-fast-reroute-03.txt, 2000.
 [2] S. Makam, V. Sharma, K. Owens, C. Huang "Protection/Restoration of MPLS Networks", draft-makam-mpls-protection-00.txt, 1999.
 [3] Callon, R., Doolan, P., Feldman, N., Fredette, A., Swallow, G., Viswanathan, A., "A Framework for Multiprotocol Label Switching", draft-ietf-mpls-framework-05.txt, 1999.
 [4] Awduche, D. Malcolm, J., Agogbua, J., O'Dell, M., McManus, J., "Requirements for Traffic Engineering over MPLS", RFC 2702.
 [5] Jamoussi, B. "Constraint-Based LSP Setup using LDP", draft-ietf-mpls-cr-ldp-03.txt, 1999.
 [6] L. Andersson, B. Cain, B. Jamoussi "Requirement Framework for Fast Re-route with MPLS", draft-andersson-reroute-frmrwk-00.txt, 1999.
 [7] 안개일,진우직, "MPLS Network Simulator", http://www.raonet.com, 2000.