

MPLS 망에서 혼잡 제어를 위한 적응적 리라우트 기법

이재호^o 방혜자
국립서울산업대학교 컴퓨터공학과
morpheus5@empal.com^o, hjbang@snut.ac.kr

An Adaptive Reroute Scheme for Congestion Control in MPLS Network

Jaeho Lee^o, HyeJa Bang
Dept of Computer Engineering, Seoul National University of Technology

요 약

본 논문에서는 MPLS (Multiprotocol Label Switching)망의 네트워크 자원을 효율적으로 사용하기 위한 MPLS 망의 단계별 리라우트 기법을 제안한다. MPLS 망 내에서 특정 노드가 혼잡할 경우 노드의 단계별 등급을 증가 시켜서 리라우트하는 기법이다. 이는 LSP (Label Switched Path)를 통해 입구노드에서 출구노드까지의 최소 비용 경로가 정해진 상태에서 경로상의 어느 특정 노드가 트래픽의 증가로 인해 혼잡이 발생하면 자신이 가지고 있는 일정 등급 이상의 값을 가질 경우 경로 재설정 메시지를 통하여 새로운 대체 복구 경로를 찾아 리라우트한다. 또한 혼잡이 발생한 노드가 혼잡에서 벗어나 등급이 원래의 값으로 돌아올 경우 최초 정해진 경로상의 최소 비용을 갖는 최적 경로로 다시 리라우트 된다. 이는 제안하는 단계별 리라우트 기법이 입·출구 LER에 집중되는 스트레스를 모든 망 내의 자원이 분담함으로써 효율적으로 사용할 수 있는 방안을 보여줄 수 있다.

1. 서 론

1990년대 이후로 대중화가 된 인터넷은 이제는 없어서 안 될 필수품이 되었다. 오늘날의 인터넷 품질은 과거 처음 인터넷이 등장 했을 때의 품질에 비해 나날이 발전하고 있으나, 하드웨어적으로 발전하는데 한계가 있음이 이미 오래전부터 대두된 문제이다. 이러한 하드웨어적 한계를 극복하기 위해서 여러 가지 방안이 연구되어 왔고 그 중 한 가지가 MPLS (Multiprotocol Label Switching)이다. MPLS가 등장하게 된 배경은 라우터 기반의 IP 망에서의 패킷 처리 시간을 줄임으로써 좀 더 빠르고 효율적인 데이터 처리를 하기 위한 것이다. 상대적으로 빠른 데이터 처리가 가능하게 함으로써 MPLS는 확장성 및 융통성을 제공하여 망의 성능을 향상시킬 수 있다.

본 논문에서는 MPLS의 기존 라우팅 포워딩 방식에 단계별 리라우트 기법을 제안하여 MPLS 경로상의 최소 비용 경로를 갖는 노드에 혼잡이 발생 하였을 경우 노드의 등급을 증가 시켜서 일정 등급 이상의 값을 노드가 가지게 되면 리라우트를 통해 다른 최소 비용을 갖는 경로를

찾아 리라우트 하게 된다. 또한 혼잡 발생후 대체 경로를 통해 패킷이 전송되는 동안 혼잡이 발생했던 혼잡 노드의 단계가 처리할 패킷의 감소로 인해 혼잡 노드가 혼잡에서 벗어나 원래 가지고 있던 기본 등급의 값으로 되돌아오게 되면 원래의 최소 비용을 갖는 최적 경로로 다시 리라우트 되는 기법을 제안 하고자 한다.

2. MPLS

MPLS는 Layer2 switching에 기반한 packet forwarding과 Layer3 routing의 장점을 결합한 형태로 packet 기반 또는 cell 기반의 Network에서 packet 전송을 위해 Label을 이용하여 이더넷, Frame Relay, ATM, SONET과 같은 일반적인 Layer2 protocol에 모두 적용 가능하다[1].

기존의 packet forwarding에서는 packet의 목적지 IP 주소에 의해 전송하지만, MPLS에서는 망의 edge에서 IP 주소를 고정된 길이의 label에 mapping 한 다음 이 label을 이용하여 packet을 forwarding 하기 때문에 H/W에 의한 고속 스위칭이 가능해진다.

MPLS에서 Label을 부여하고 분배하는 것은 LDP

(Label Distribution Protocol), RSVP, BGP 등의 protocol을 사용하며 label 분배 protocol에 따라 동적 또는 고정된 경로 LSP (Label Switched Path)를 따라 packet을 전송할 수 있다. 이 LSP는 송수신 경로상의 각 노드에서 가지는 label 들의 sequence로 볼 수 있으며 data가 전송되기 전에 미리 설정되어 있거나, 특정 data flow를 보고 설정 할 수 있다.

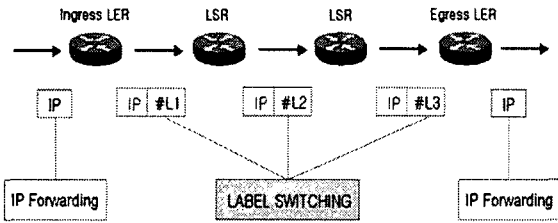


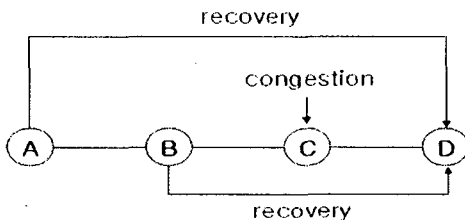
그림 1. MPLS 포워딩 방식

(그림 1)은 MPLS의 포워딩 방식 보여준다. 그림에서 Ingress LER은 non-MPLS 네트워크로부터 전달되어 오는 packet의 헤더(destination IP address, 등)를 분석하여 이 packet이 전달될 LSP를 결정하며 해당 링크 계층에 따라 다른 포맷의 레이블을 부착하여 인캡슐레이션 한다. LSR은 LER로부터 레이블화된 packet이 들어오면 그 레이블만 검사하여 레이블 값을 바꾸고 정해진 outgoing interface로 전달한다. Egress LER에서는 도착한 packet에서 레이블을 제거하고 그 packet의 목적지로 packet을 전달한다. 이와 같은 과정을 거쳐 packet이 포워딩되는 것을 보여준다.

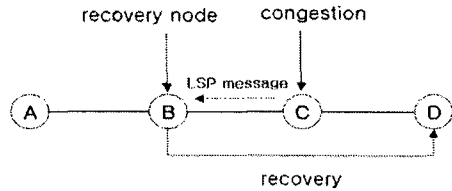
3. 단계별 리라우트 기법

3.1 혼잡 발생시 복구 기법

본 논문에서 제안하는 단계별 리라우트 기법은 노드의 단계별 등급에 따른 리라우트 기법이다. 단계별 리라우트 기법에서는 경로상의 노드에 트래픽의 증가로 인해 혼잡이 발생 하였을 경우 망의 노드들에 LSP 메시지를 보내고 이를 통해 새로운 경로를 찾아 리라우트 되는 방식이다. 기존의 기본 MPLS 망에서와 달리 노드의 단계별 리라우트를 통해 한 노드로의 트래픽 집중을 막고 데이터의 대기로 인한 지연을 방지 할 수 있다. 또한 망 내의 자원을 효율적으로 활용할 수 있다.



(a) 망내의 대체 경로



(b) 제안 복구 기법

그림 2. 혼잡 발생시 대체 경로

(그림 2)는 망 내에서 혼잡이 발생 하였을때 대체 경로를 통해 리라우트 되는 과정을 보여준다. (그림 2)를 살펴보면 만약 노드 C에서 혼잡이 발생하였다고 가정하면 입구노드 A로부터 출구노드 D로 가는 모든 대체 경로를 찾는다. 여기서 새로운 대체 경로는 입구노드 A에서 출구노드 D로 가는 경로와 망 내에 있는 노드 B에서 출구노드 D로 가는 대체 경로가 있다. 이때 대체 경로를 선택하는 것은 노드 A와 노드 B를 통한 출구노드 D까지의 경로 비용을 각각 계산하여 최소 경로 비용을 갖는 노드를 선택하여 대체 경로를 지정하여 작업 경로를 복구하게 된다[2][3].

본 논문에서는 대체 복구 경로를 선택함에 있어 혼잡이 발생한후 LSP 메시지를 통해 노드들에게 혼잡이 발생 했음을 알리지만 (그림 2)의 (b)와 같이 대체 경로를 찾는 것은 혼잡이 발생한 노드의 전 노드에서만 이루어진다. 이는 다른 노드에서 불필요한 대체 경로 계산으로 인해 발생하는 지연을 줄이기 위함이다.

3.2 단계별 리라우트

(그림 2)를 통해 망내에서 혼잡이 발생 하였을때 대체 경로로 리라우트 되는 과정을 살펴 보았다. 본 절에서는 (그림 3)과 (그림 5)를 통해 본 논문에서 제안하는 단계별 등급을 이용한 리라우트 기법을 살펴 보고자 한다. (그림 3)과 (그림 5)의 망은 동일한 망으로써 망 구성은 본 논문의 단계별 리라우트 기법을 설명하기 위해 경로 비용 및 노드의 등급값을 그림과 같이 설정하였다.

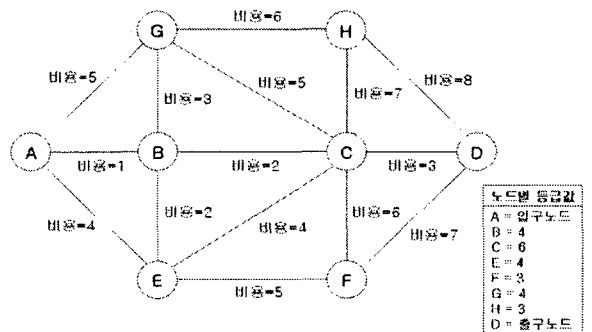


그림 3. 망 노드의 경로 비용과 등급값

망은 (그림 3)에서 보는 바와 같이 각각의 링크 경로

비용이 다르고 망내의 노드들의 등급값 또한 다르게 나타나 있다. 여기서 제일 중요한 노드의 등급값은 각각의 노드가 가지고 있는 인접 노드들의 링크수를 계산하여 적용 하였다. 이는 일반적으로 라우터가 가지고 있는 라우팅 테이블 개념을 도입하여 등급값을 정하였다. 그리고 경로 비용값은 임의로 설정 하였다.

망의 노드 A에서 노드 D까지의 LSP를 설정 하였을 경우 최소 비용 경로는 A→B→C→D가 된다. 이 경로는 망이 가지고 있는 최소 비용을 갖는 최적 경로가 될 것이다. 하지만 본 논문에서 제안하는 망내의 노드에 혼잡이 발생 하였을 경우에는 새로운 대체 경로를 찾아야 한다. (그림 3)의 망내에서 최적 경로인 A→B→C→D에서 트래픽의 증가로 인해 노드의 혼잡이 발생할 가능성이 높은 노드는 등급값이 가장 높은 노드 C이다. 혼잡 노드가 발생 하였음을 알 수 있는 것은 혼잡이 발생한 노드가 자신이 가지고 있는 등급값이 일정 등급 이상의 값을 가지게 되면 LSP 메시지를 통해 노드의 혼잡을 알리기 때문이다. 트래픽의 증가로 인한 단계별 등급의 변화와 메시지 전송은 (그림 4)를 통해 살펴볼 수 있다.

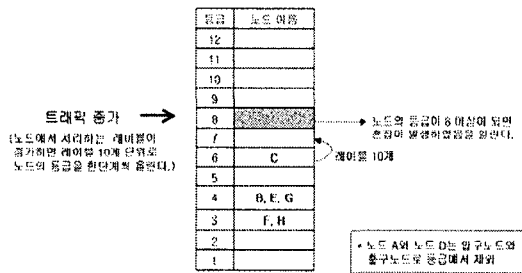


그림 4. 노드의 단계별 등급값

(그림 4)에서 보는 바와 같이 노드의 혼잡은 스트레스를 임계치를 8로 하여 트래픽의 증가로 인해 노드의 단계가 증가하여 등급값이 8 이상이 되면 노드가 혼잡 하다는 메시지를 통해 알린다. 또한 등급의 증가 기준은 노드에서 처리하는 레이블의 개수가 10개 단위로 증가 할 때마다 단계를 한 등급씩 올리는 것으로 가정하였다.

위에서 살펴본 망의 경로 비용과 각 노드의 등급값을 바탕으로 노드에 혼잡이 발생하였을 경우 대체 경로를 찾아 라우팅 되는 과정은 (그림 5)를 통해 살펴볼 수 있다.

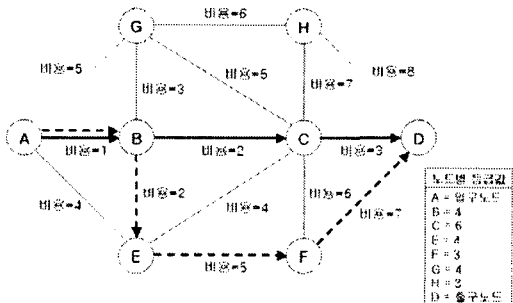


그림 5. 혼잡 발생시 단계별 라우팅

(그림 5)에서 최소 비용 6(=1+2+3)을 갖는 최적 경로인 A→B→C→D에서 노드 C에서 혼잡이 발생하면 메시지를 통해 알린다. 이때 기존의 최적 경로 다음으로 최소 비용을 갖는 대체 경로를 찾아 경로를 복구 한다. (그림 5)에서 실선으로 표시된 화살표는 망이 갖는 최소 비용 경로인 A→B→C→D의 최적 경로를 나타내고 점선으로 된 화살표는 혼잡이 발생한 다음의 최소 비용을 갖는 대체 경로를 나타낸다. 이때 점선으로 된 대체 경로는 A→B→E→F→D가 되고 경로 비용은 15(=1+2+5+7)가 된다. 또한 대체 경로를 통한 데이터 전송이 이루어지고 있는 동안 혼잡이 발생 하였던 노드의 등급값이 원래의 기본 값으로 돌아오게 되면 메시지를 통한 망이 갖는 최소 비용을 갖는 최적 경로로 다시 리라우팅이 이루어진다.

4. 향후 연구 과제

본 논문의 제안을 증명할 수 있는 데이터를 얻고, 노드 혼잡을 단계별로 나타내는 등급의 값을 최적으로 산출하기 위한 실험이 필요하다. 이는 이 논문에서 매우 중요한 데이터로 현재 제안한 등급의 임계값이 너무 자주 경로를 재설정하게 함으로써 노드들의 피로를 높일 수도 있기 때문이다. 이러한 문제를 최소화해 최상의 성능을 낼 수 있는 데이터를 얻기 위한 실험이 진행 중이다.

5. 결론

본 논문에서는 MPLS 망의 네트워크 자원을 효율적으로 사용하기 위하여 MPLS 망의 단계별 라우팅 기법을 제안 하였다. 단계별 라우팅 기법은 MPLS 망 내에서 특정 노드가 혼잡할 경우 노드의 단계별 등급값을 변환시켜 라우팅을 통해 망내의 자원을 효율적으로 사용하여 망 자원의 활용도를 높일 수 있다. 따라서 트래픽 증가시 망내의 기존 경로만을 고집하여 발생하는 패킷 전송의 지연을 방지할 수 있다. 이는 망의 패킷 경로상의 특정 노드 자원만을 사용하는 것이 아니라 주위의 다른 경로에 있는 노드 또한 적절한 단계에 같이 사용함으로써 어느 한 노드에 집중 될 수 있는 스트레스를 적절히 분담해서 효율성이 증대 될 수 있다.

6. 참고문헌

- [1] E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon, "Multiprotocol Label Switching Architecture", RFC 3031, January, 2001.
- [2] Makam, A path protection/restoration mechanism for MPLS networks, Internet Draft, May, 2000.
- [3] Haskin, A method for setting an alternative label switched paths to handle fast reroute, Internet Draft, May, 2000.