

MPLS 네트워크에서 QoS를 고려한 LSP 생성

백성정^o 정태환 임경수 안순신
고려대학교 전자컴퓨터공학과
{scbaek^o, thjung, angus, sunshin}@dsys.korea.ac.kr

QoS-based Distributed LSP set-up scheme in MPLS networks

Seongchung Baek^o Taehwan Jung, Kyungsoo Lim, Sunshin An
Dept. of Electronics and Computer Eng, Korea University

요 약

OSPF/IS-IS extension과 같은 기존 constraint-based 라우팅 알고리즘은 링크 상태(Link State) 정보에 constraints를 포함해야 하기 때문에 네트워크의 대역폭을 많이 낭비하게 되고, 모든 경로 탐색 정보를 모아서 초기에 적합한 최적 경로를 유지하고 있으므로 서로 다른 노드에서 다양한 멀티미디어 서비스가 요구될 때 서비스별 QoS를 만족시키기 힘들어진다.

본 논문은 다양한 QoS가 요구되는 네트워크 트래픽 상황에 맞는 QoS 기반의 새로운 라우팅 알고리즘(QRDGSPA)을 제안하여 복잡한 계산 과정없이 유용 자원을 측정하는(measured) 방식으로 QoS가 고려된 경로들 중 단일 또는 여러 개의 최적 경로를 선택할 수 있도록 하고, CR-LDP를 이용한 LSP Feedback을 적용하여 네트워크의 자원 상황을 미리 파악함으로써 MPLS 네트워크의 이용율을 극대화하고 효율적인 네트워크 운용이 가능하도록 한다.

1. 서론

일반적으로 MPLS 네트워크에서 트래픽 엔지니어링을 고려한 경로 선택을 위해 OSPF/IS-IS extension 등과 같은 constraint-based 라우팅 알고리즘을 사용한다. [1] [2] [3] 이들은 링크 상태(Link State)의 변화 발생시 또는 주기적으로 링크 상태를 주위 노드로 알려 줌으로써 각 노드는 네트워크 토폴로지를 파악할 수 있지만, 링크 상태 정보에 constraints를 포함하기 때문에 많은 대역폭을 낭비하게 된다.

본 논문은 라우팅 알고리즘으로 QoS Restricted and Distributed Generic Shortest Path Algorithm (QRDGSPA)을 제안하여 각 노드에서의 복잡한 계산없이 유용 자원을 측정하는(measured) 방식으로 QoS가 고려된 여러 경로를 선택할 수 있도록 한다. 경계(Edge) 노드는 링크 상태 변화가 있을 때 또는 주기적으로 라우팅 정보를 전송하고, 중간 노드는 이를 처리, 재전송하고 타 경계노드는 수신된 라우팅 정보를 이용하여 QoS가 고려된 복수의 경로를 알고 이들 중 필요한 것을 선택하여 이용할 수 있다. 이 경로 선택은 네트워크 운용 정책에 따라 단일 최적 경로(shortest-path)를 선택할 수도 있고, 여러 개의 최적 경로(multiple path)를 선택할 수도 있다.

또한, 기존 MPLS 네트워크에서 QoS를 고려한 LSP 생성시 경계노드는 네트워크 자원 상황을 정확히 모르기 때문에 LSP 생성 실패 확률이 높으며 실패시 재시도를 통해 LSP를 생성

함에 따라 불필요한 트래픽 발생 소지가 많고 LSP 생성에 많은 시간이 소요될 수 있다.

이에 본 논문은 Ingress 경계노드에서 Egress 경계노드로 CR-LDP를 이용한 LSP Feedback[4]을 적용하여 MPLS 네트워크의 경계노드에서 네트워크의 자원 정보를 미리 알도록 해서 새로운 LSP 생성시 성공 확률을 높이고자 한다.

본 논문의 구성은 2절에서는 관련연구, 3절에서는 제안 아이디어, 4절에서는 결론 및 향후 연구과제를 기술한다.

2. 관련연구

2.1 라우팅 알고리즘

최근 서비스 유형별 특성에 따라 요구되는 QoS를 보장해 주기 위한 많은 연구들이 진행 되고 있다. 그 중에서 QoS를 보장하는 최단 경로 검색 라우팅 알고리즘의 대부분은 Distance Vector 알고리즘인 Bellman-Ford 알고리즘이나 링크상태 알고리즘인 Dijkstra 알고리즘에 근거하고 있다.

Bellman-Ford 알고리즘은 안정된 값을 얻기 위해 노드들 사이에 반복적인 상호작용이 필요하게 되고, 때로는 불안정한 상태가 발생하기도 한다. 또, 경로를 설정하기 위해 많은 시간이 필요하며 대역폭 낭비도 심하다.

링크 상태 알고리즘은 모든 노드에서 자신의 현재 링크 상태를 인접 노드들에게 제공함으로써 모든 노드들에게 전파된

다. 링크상태 정보들은 각 노드의 링크상태 데이터베이스에 저장되고, Dijkstra's Shortest Path First 알고리즘을 이용하여 각 노드에서 다른 노드와의 최단 거리 경로를 찾는다. 이 링크 상태 알고리즘은 주기적으로 링크상태 정보를 제공하기 때문에 대역폭의 낭비가 심하게 되고, 모든 경로 탐색 정보를 모아서 초기에 적합한 최적 경로를 유지하고 있으므로 서로 다른 노드에서 다양한 멀티미디어 서비스가 요구될 때 서비스 별로 다양한 QoS를 만족시키기 힘들어진다.

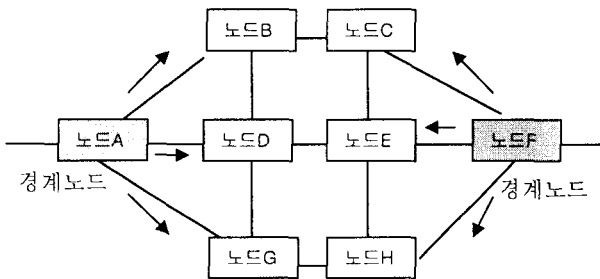
2.2 LSP Feedback with CR-LDP

constraint based 라우팅 시스템에서 변하는 constraints에 보다 효율적으로 대처하기 위해 시그널링 프로토콜에 가용 대역폭 정보를 piggyback하는 방식이 제안되고 있다. [4]

이 방식은 CR-LDP의 mapping, release, withdraw, notification 메시지를 이용해서 원시노드에게 자원정보를 제공함으로써 원시노드는 가장 최근의 자원 상황을 알 수 있다. 이를 통해 새로운 LSP 생성 성공 확률을 높여서 빠르고 안정적인 네트워크 운용이 가능하도록 한다.

3. 제안 아이디어

3.1 QRDGSPA 기본 동작



[그림 1] 네트워크 구성

기존 링크 상태 알고리즘의 문제점을 해결하고 최단 경로를 찾는 알고리즘인 QRDGSPA 알고리즘을 통해 라우팅 알고리즘에 의한 트래픽을 줄이고, 프로세서(CPU)의 부하를 줄여서 효율적인 자원 이용이 가능하게 하고 constraint-based routing 또한 가능하게 한다.

[그림 1]은 라우팅 정보를 처음 생성해서 전송하는 경계 노드와 이를 처리, 중계하는 중간 노드들로 구성되어 있다.

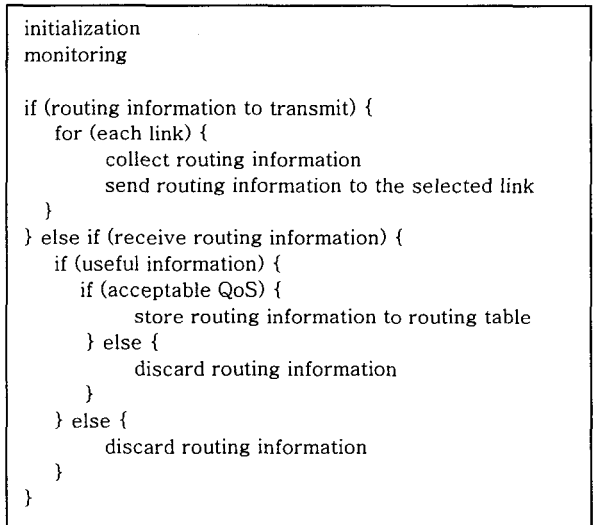
경계노드는 원시노드(Source Node) 역할을 하며, 정합되어 있는 링크와 자신의 QoS 정보를 수집하여 인접 노드로 전송한다.

중간 노드들은 경계노드에서 생성되어 전송되어 오는 정보에 자신의 링크와 QoS 정보를 추가해서 인접 노드로 전송한다. 이 때 자신에게 정보를 보낸 노드로는 전송하지 않는다.

3.1.1 경계 노드 동작

[그림 2]는 경계 노드의 동작 흐름을 나타낸다. 경계 노드는 정합되어 있는 링크와 노드 자신의 QoS 정보를 처음 생성해서 정합되어 있는 링크를 통해 인접 노드로 전파한다. 인접 노드가 여러 개일 경우 각 인접 노드로 정보를 전파한다.

또, 다른 경계 노드에서 처음 생성한 라우팅 정보가 중간 노드를 통해 여러 개의 경로로 수신되면, 이 정보가 정상적인 정보인지 판단한다. 판단 기준은 라우팅 정보에 포함되어 있는 원시 노드가 자신의 노드인지 확인하는 것이다. 이는 라우팅 정보가 중간 노드를 거치는 과정에서 원시 노드로 되돌아 갈 경우를 대비한 것이다. 정상적인 정보들 중 요구되는 QoS를 만족하는 경로를 선택해서 라우팅 테이블에 저장한다. 이 경로 선택시 운용 정책에 의해 최고의 QoS를 만족하는 단일 최적 경로를 선택할 수도 있고, 해당 데이터 트래픽이 요구하는 수준 이상의 QoS를 만족하는 복수 경로를 선택할 수도 있다. 이 라우팅 테이블 정보를 이용하여 어떤 QoS를 요구하는 트래픽이 경계 노드로 유입될 경우 해당 데이터 트래픽을 이 경로로 전송할 수 있으므로 constraints-based routing이 가능해진다.



[그림 2] 경계 노드 동작

3.1.2 중간 노드 동작

[그림 3]은 중간 노드의 동작 흐름을 나타낸다. 중간 노드는 항상 노드 자신과 정합되어 있는 링크의 QoS 상태를 모니터링하고 있다가, 인접 노드에서 라우팅 정보가 전송되어 오면 먼저 이 정보를 라우팅 테이블에 저장하고 전송할 링크가 있는지 확인한다. 확인 방법은 노드에 정합되어 있는 링크 중 이 정보가 수신된 링크, 이 정보와 동일 정보가 수신된 다른 링크와 이미 이 정보를 전송한 링크를 제외한 후 남아 있는 링크 중에서 요구 QoS를 만족하는 링크가 있는지 확인하는 것이다. 정보를 전송할 링크가 없다면, 이 때 수신된 라우팅 정보는 폐기하고 다른 라우팅 정보를 기다린다. 정보를 전송할 링크가 있다면, 현재 상태에서 해당 QoS를 만족하는 링크를 선택해서 인접 노드에서 수신한 라우팅 정보에 노드 자신과 해당 링크의 QoS 정보를 누적, 추가한다. 이렇게 정보 작성이 완료되면 해당 링크로 이 라우팅 정보를 전송한다. 중간 노드들은 동일한 원시 경계 노드에서 보낸 동일 라우팅 정보가 여러 링크를 통해 수신된 경우 이들 링크를 제외한 링크로만 라우팅 정보를 전송하도록 한다. 이렇게 함으로써 동일 정보가 루프를 형성해서 전송되는 것을 방지할 수 있다. 또 중간 노드는 동일 원시 노드에서 전송된 정보가 QoS를 만족하면서 여러 링크를 통해 들어올 경우 먼저 들어온 정보의 QoS 보다 좋은 QoS를 갖는 정보만 인접 노드로 전송한다.

중간 노드들을 경유해서 결국 경계 노드로 라우팅 정보들이 전달되는데, 이 정보에는 해당 경로에 존재하는 노드들과 링크들의 QoS 정보가 누적되어 있으므로 이 정보를 수신한 경계 노드는 원하는 QoS를 만족하는 경로를 별도 계산 과정없이 바로 선택할 수 있게 된다.

```

initialization
monitoring

if (receive routing information) {
    if (acceptable QoS) {
        if (previous routing information from same
            source with same sequence number) {
            if (current accumulated QoS is better than old
                accumulated QoS) {
                store routing information to routing table
                select available output links
                add node information and accumulate QoS
            }
        }
    }
}
on the routing information
send routing information to the selected
output link
}
}
}

```

[그림 3] 중간 노드 동작

3.2 LSP Feedback with CR-LDP 적용

constraint-based 라우팅 알고리즘으로 기존의 Link State 라우팅 알고리즘 대신 본 논문에서 제안한 QRDGSPA를 사용하여 QoS 기반 네트워크 정보를 효율적으로 알고, 이 바탕위에 LSP Feedback with CR-LDP를 적용함으로써 더욱 정확하고 빠른 constraint-based LSP를 생성하고자 한다.

4. 결론 및 향후 과제

기존 constraint-based 라우팅 알고리즘의 문제점을 극복한 QRDGSPA와 LSP Feedback 방식을 적용함으로써 실시간으로 네트워크의 자원 상황을 파악하여 효율적인 MPLS 네트워크 운용을 보장한다. 즉, 불필요한 제어 트래픽의 양을 줄이고 빠른 LSP 생성이 되도록 하며 다양하게 요구되는 QoS의 변화에 즉각적으로 대처할 수 있다.

QRDGSPA는 constraints에 대한 제한이 없지만 현재 제안된 LSP Feedback 방식은 constraint로 대역폭 정보만 대상으로 하고 있으므로 다양한 constraints에도 적용 가능한 방법을 연구해야겠다.

5. 참고 문헌

- [1] [RFC3212] Jamoussi, B. et al., "Constraint-Based LSP Setup using LDP", RFC 3212, January 2002.
- [2] [OSPF] Katz, D., Yeung, D., Kompella, K., "Traffic Engineering Extensions to OSPF Version 2," draft-katz-yeung-ospf-traffic-08.txt, September 2002.
- [3] [IS-IS] Li, T., Smit, H., "Extensions to IS-IS for traffic engineering", Internet Draft, draft-ietf-isis-traffic-04.txt, August 2001.
- [4] draft-ietf-mpls-te-feed-05.txt Improving Topology Data Base Accuracy with LSP Feedback in CR-LDP