

트래픽 변화를 고려한 임계값 기반의 링크 상태 갱신 알고리즘

이진주[○] 정민영 이태진 추현승

성균관대학교 정보통신공학부

{madsati, mychung, tjlee, choo}@ece.skku.ac.kr

A Threshold-Based Link State Update Scheme considering Traffic Variation

Jin Ju Lee[○] Min Young Chung Tae-Jin Lee Hyunseung Choo

School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

QoS(Quality of Service) 요구 조건을 만족하는 경로를 설정하기 위하여 라우터는 요청된 서비스의 패킷이 전달되는 경로상의 자원을 파악해야 한다[1]. 이를 위해 라우터는 내부에 LSDB(Link State Database)를 두어 링크 상태 정보를 관리한다. 링크 상태가 변화할 때마다 라우터는 LSU(Link State Update) 메시지를 통해 이웃 라우터에게 링크 상태의 변화를 알릴 수 있으며, 정확한 링크 상태의 반영과 업데이트 비용 간에는 상충 관계가 존재한다[2]. 따라서 QoS 보장 경로를 효율적으로 계산하기 위하여 변화한 링크 상태를 감지하고 LSU 메시지 전송 여부를 결정하는 시점에 대한 연구가 필수적이다. 기존의 LSU 알고리즘에는 주기적 LSU 알고리즘, 임계값 기반 LSU 알고리즘, 균일 등급 LSU 알고리즘, 비 균일 등급 LSU 알고리즘, SA LSU 알고리즘, ESA LSU 알고리즘 등이 있다 [3][4][5][6].

기존의 LSU 알고리즘은 대부분 LSU 메시지 전송 여부를 결정하는 조건식에 상수를 사용한다. 이러한 경우 네트워크 상태가 바뀔 때마다 네트워크 상황에 따른 적합한 최적의 상수 값을 다시 계산해야 하는 불편함이 존재하고, 또한 이는 네트워크 전체의 성능을 저하시키는 요인이 될 수 있다. SA LSU 알고리즘과 ESA LSU 알고리즘은 LSU 메시지를 전송을 결정하는 조건으로 고정된 상수 값을 사용하지 않으므로 다른 LSU 알고리즘에 비해 효율적인 LSDB 업데이트가 가능하다. 그러나 이후의 요청되는 서비스를 제공할만큼의 충분한 대역폭이 남아있더라도 LSU 메시지를 전송한다는 단점이 있다. 이는 충분히 큰 대역폭의 기준을 고정된 상수를 사용하지 않는 임계값을 사용하여 해결할 수 있다.

본 논문에서는 기존의 LSU 알고리즘보다 효율적인 알고리즘을 소개한다. 기존의 임계값을 이용한 LSU 알고리즘의 경우, 고정된 임계값을 사용하거나 과거의 자료들을 바탕으로 임계값을 계산하여야 한다. 이는 라우터의 계산 복잡도를 증가시키고 라우터의 성능 저하를 가져온다는 단점이 있다. 제안하는 알고리즘에서 모든 라우터는 서비스가 설정되거나 해제될 때, 즉 링크 상태가 변화할 때마다 LSU 메시지 전송 여부를 결정하기 위하여 링크를 통해 제공되고 있는 모든 서비스의 사용 대역폭 값을 이용한 통계값을 바탕으로 임계값을 계산한다. LSU 메시지 전송 여부를 결정하는 시점에서 해당 링크를 통해 제공되고 있는 서비스의 요청 대역폭들의 평균을 \bar{m} , 표본 분산(sample variance)을 α , 링크를 통해 제공되고 있는 모든 서비스의 요청 대역폭들 중 최대값을 r_{max} 라 할때, 임계값 th 는 식 (1)과 같이 정의된다.

$$th = \max(\bar{m} + 3.1\alpha, r_{max}) \quad (1)$$

라우터는 식 (2)와 같은 조건이 만족될 시 이웃 라우터들에게 LSU 메시지를 전송하여 링크 상태의 변화를 알리게 된다.

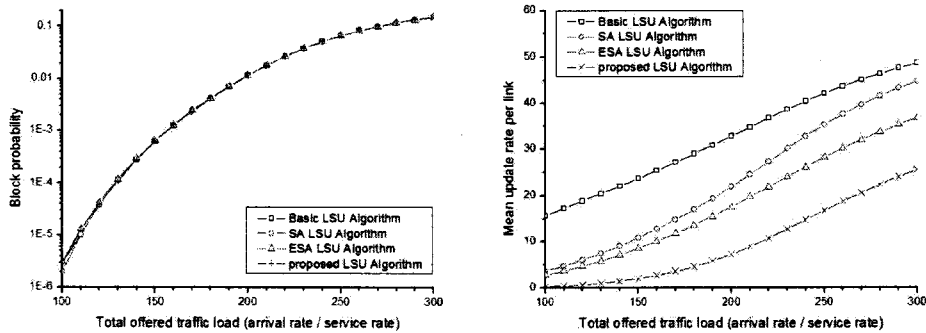
$$th > \min(B_n, \bar{B}(t)) \quad (2)$$

여기서 B_n 은 가장 최근에 업데이트된 LSDB의 사용 가능한 대역폭이고, $\bar{B}(t)$ 는 실제 링크상의 사용 가능한 대역

폭이다. 임계값 th 가 실제 사용 가능한 대역폭의 크기 또는 LSDB에 저장되어 있는 사용 가능한 대역폭의 크기보다 큰 경우, 라우터는 이웃 라우터에게 LSU 메시지를 전송하여 링크 상태의 변화를 알린다.

현재 제공되고 있는 서비스의 요청 대역폭들이 정규분포(standard distribution)를 따른다고 가정하면, $\bar{m} + 3.1\alpha$ 는 서비스의 요청 대역폭들이 분포하는 전체 구간의 99.9%에 해당하는 범위를 나타낸다. 즉, th 는 현재 링크를 통해 제공되고 있는 서비스의 요청 대역폭을 이용한 통계 값을 바탕으로 이후에 기대되는 서비스의 요청 대역폭을 99.9%의 확률로 예측한 값이다. 그리고 r_{max} 값을 고려함으로써 통계 값을 사용한 예측한 대역폭보다 큰 대역폭이 요구되어도 현재 제공되고 있는 서비스의 요청 대역폭의 범위 내에서는 그것을 수용할 수 있도록 한다.

제안하는 알고리즘의 성능 평가를 위하여 노드 18개, 링크 30개로 구성된 MCI 망을 바탕으로 시뮬레이션을 수행하였다. 링크는 양방향을 가정하였으며, 단방향 용량을 T3(45Mbps/sec)로 가정하였다. 송신 노드와 수신 노드는 균일한 확률을 가지고 임의로 선택되게 하였고 같은 노드를 선택하는 경우가 없게 하였다. 경로 설정 요구 대역폭은 각 노드에서 [1, 5]Mbps/sec 범위에서 균일하게 발생되며, 도착률이 λ 인 푸아송 프로세스(Poisson process)를 가정하고 서비스 유지시간은 평균값이 μ 인 지수분포특성을 갖도록 하였다. 위와 같은 가정에 따른 시뮬레이션 수행 결과는 그림 1과 같다.



[그림 1] MCI 망에서 경로 설정 요구 대역폭이 [1, 5]Mbps/sec 일 때 입력률에 따른 P_{block} 과 링크 당 평균 갱신 메시지 발생비율

기본(basic) LSU 알고리즘은 링크 상태의 변화가 있을 때마다 이웃 라우터들에게 LSU 메시지를 전송하므로 막힘 확률에 대한 기준 값으로 사용될 수 있다. 제안하는 알고리즘은 기존의 LSU 알고리즘과 유사한 막힘 확률을 가지면서 LSU 메시지는 적게 발생하는 것을 확인하였다.

참고문헌

[1] D. Lorenz, and A. Orda, "QoS Routing in Networks with Uncertain Parameters," IEEE/ACM Trans. On Networking, vol. 6, no. 6, pp. 768-778, Dec. 1998.
 [2] G. Apostolopoulos, R. Guerin, and S. Karmat, "Implementation and Performance Measurements of QoS Routing Extensions to OSPF," IEEE Network, vol. 2, pp. 680-688, Aug. 1999.
 [3] M. Zhao, H. Zhu, V. O. K. Li, and Zhengxin Ma, "A Stability-Based Link State Updating Mechanism for QoS routing," Proc. of IEEE ICC, vol. 1, pp. 33-37, May 2005.
 [4] Z. Ma, P. Zhang, and R. Kantola, "Influence of Link State Updating on the Performance and Cost of QoS Routing in an Intranet," Proc. of the IEEE Workshop on High Performance Switching and Routing 2001, pp. 275-279, May 2001.
 [5] S-H. Choi, M. Y. Chung, M. Yang, T. Kim, and J. Park, "Simple-Adaptive Link State Update Algorithm for QoS Routing," LNCS 3991, Part I, pp. 969-972, May 2006.
 [6] S-H. Choi, M. Y. Chung, M. Yang, T. Kim, and J. Park, "An Enhanced Simple-Adaptive Link State Update Algorithm for QoS Routing," accepted for publication in the IEICE Trans. Commun.