

## QoS 보장을 위한 링크 상태 갱신 알고리즘

이진주<sup>○</sup> 최범곤 최승혁 정민영 박재형

성균관대학교 정보통신공학부

{madsati<sup>○</sup>, gonace, zealion, mychung}@ece.skku.ac.kr

전남대학교 전자컴퓨터 정보통신공학부

hyeoung@chonnam.ac.kr

## A Noble Link State Update Algorithm for QoS routing

Jin Ju Lee<sup>○</sup> Bum-Gon Choi Seung-hyuk Choi Min Young Chung

School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

Jaehyung Park

Department of Computer Engineering, Chonnam National University

QoS(Quality of Service)를 보장하는 라우팅 경로를 설정하기 위하여 라우터는 링크 상태와 네트워크 망 구성 정보를 기반으로 대역폭, 지연, 지연분산, 패킷 손실등과 같은 서비스 품질 요구를 만족하는 경로를 설정할 수 있다 [1]. 이를 위해 모든 라우터는 동일한 정보를 가지는 LSDB(Link State Database)를 이용하여 각 라우터에 연결된 링크의 상태를 관리 하여야 한다. 링크 상태가 변화할 때 라우터는 LSU(Link State Update) 메시지를 통해 이웃 라우터들에게 링크 상태 변화를 알려줄 수 있으며, 정확한 링크 상태의 반영과 업데이트 비용 간에는 상충관계가 존재한다[2]. 따라서 QoS 요구를 보장하는 라우팅 경로를 효율적으로 계산하기 위하여 LSU 알고리즘을 통해 업데이트 메시지를 전송하는 시점 제어에 대한 연구가 필수적이다. 기존의 LSU 알고리즘에는 주기적 LSU 알고리즘, 임계값 기반 LSU 알고리즘, 균일 등급 LSU 알고리즘, 비균일 등급 LSU 알고리즘, SA(Simple-Adaptive) LSU 알고리즘 등이 있다[3][4][5]. 본 논문에서는 간단하고 적용성이 뛰어난 알고리즘을 제안하고, 시뮬레이션을 통해 기존의 LSU 알고리즘과의 성능을 비교 평가한다. 제안하는 알고리즘은 기존 LSU 알고리즘과 유사한 막힘 확률을 보이며, 업데이트 메시지는 보다 적게 발생하는 것을 확인하였다.

기존의 LSU 알고리즘에는 대부분 LSU 메시지 전송 여부를 결정하는 조건식에 상수를 사용한다. 이러한 경우 네트워크 환경이 바뀔 때마다 네트워크 상황에 적합한 최적의 상수 값을 다시 계산해야 하는 불편함이 존재하고, 또한 이는 네트워크 전체의 성능을 저하시키는 요인이 될 수 있다. SA LSU 알고리즘은 LSU 메시지 전송 여부를 결정하는 시점의 해당 링크에 대하여 하나의 서비스 당 평균 사용 가능 대역폭의 값을 기준으로 한다. 그러나 서비스가 해제될 경우에는 서비스 하나당 평균 사용 대역폭을 기준으로 삼는 것이 더 효율적이다. 왜냐하면 서비스의 사용 대역폭이 링크의 사용 대역폭에 어느 정도의 비율을 차지하고 있는지를 고려하는 것이 더 의미가 있기 때문이다. 다른 서비스에 비해 대역폭 할당을 많이 받은 서비스가 해제될 경우, 링크 상에 자원이 충분하다는 것을 LSDB에 반영하여 좀 더 효율적인 경로 설정을 도울 수 있다.

제안하는 알고리즘은 서비스가 요청될 때와 서비스가 해제될 때 서로 다르게 동작한다. 서비스 요청시 다음과 같은 조건을 만족하는 라우터는 이웃 라우터들에게 LSU 메시지를 전송한다.

$$|B_n - \mathcal{B}(t)| > \frac{\mathcal{B}(t)}{N(t)} \quad (1)$$

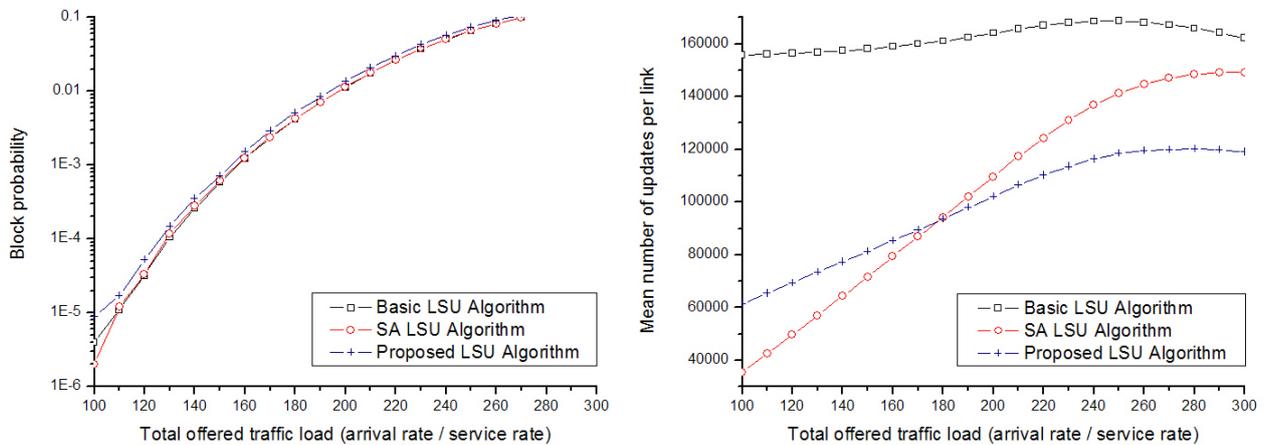
여기서  $B_n$ 은  $n$ 번째 LSDB를 갱신하였을 시 해당 링크의 사용 가능한 대역폭 값이고,  $\mathcal{B}(t)$ 은 해당 링크에 대한 서비스 요청이 받아들여진 시점에서의 사용 가능한 대역폭을 의미한다. 따라서 식 (1)의 좌변은 하나의 서비스에 해당하는 사용 대역폭의 변화 정도를 나타낸다.  $N(t)$ 는 LSU 메시지 전송 여부를 결정하는 시점에 해당 링크를 경유하는 경로 수, 즉 서비스 연결수를 나타내고 있다. 따라서 식 (1)의 우변은 시간  $t$  이후에 기대할 수 있는 서비스 하나에 대한 사용 가능한 대역폭을 나타낸다.

서비스 해제 요구 시 각 라우터에서 다음과 같은 조건을 만족하는 라우터는 이웃 라우터들에게 LSU 메시지를 전송하여 링크 상태의 변화를 알린다.

$$|B_n - \mathcal{B}(t)| > \frac{\mathcal{U}(t)}{N(t)} \quad (2)$$

식 (1)의 좌변은 식 (1)의 좌변과 같으며, 하나의 서비스에 해당하는 사용 대역폭의 변화 정도이다. 식 (2)의 우변은 서비스 하나당 평균 사용 대역폭을 의미한다. 따라서 식 (2)의 우변은 시간  $t$  이후에 기대할 수 있는 서비스 하나에 대한 사용 대역폭을 나타낸다.

제안한 알고리즘의 성능 평가를 위하여 시뮬레이션을 수행하였다. 노드의 개수가 18개, 링크의 개수가 30개인 MCI 망에 대하여 링크는 양방향이며 단방향 용량을 T3(45Mbps/sec)로 가정하였다. 송신 노드와 수신 노드는 같은 노드를 선택하는 경우가 없게 하여 균일한 확률을 가지고 임의로 선택되게 하였고, 입력 트래픽 요구대역은 각 노드에서 [1, 5]Mbps/sec 범위에서 균일하게 선택한다. 도착률이  $\lambda$ 인 푸아송 프로세스(Poisson process)를 가정하고 서비스 유지시간은 평균값이  $\mu$ 인 지수분포특성을 갖도록 하였다. 라우터는 요청된 대역폭을 만족하는 링크들 중 비용이 가장 낮은 경로를 다익스트라(Dijkstra) 알고리즘을 사용하여 선택하였다. 위와 같은 가정에 따른 시뮬레이션 수행 결과는 그림 1과 같다.



[그림 1] MCI 망에서 입력 트래픽 요구대역이 [1, 5]Mbps/sec일 때 입력률에 따른  $P_{block}$ 과 링크당 평균 업데이트 수

기본(basic) LSU 알고리즘은 링크 상태에 변화가 있을 때마다 이웃 라우터에게 LSU 메시지를 전송하므로 막힘 확률에 대한 기준값으로 사용될 수 있다. 제안하는 알고리즘은 기존 LSU 알고리즘과 유사한 막힘 확률을 보이고 트래픽 부하가 180 이상일 때 업데이트 메시지를 적게 발생하는 것을 확인할 수 있다.

참고문헌

[1] G. Apostolopoulos, R. Guerin, S. Kamat, A. Orda, and S. K. Tripathi, "Intradomain QoS Routing in IP Networks: A Feasibility and Cost/Benefit Analysis," IEEE Network, vol. 13, pp. 42-54, Sep. 1999.  
 [2] A. Ariza, E. Casilari, and F. Sandoval, "Strategies for Updating Link States in QoS Routers," Electronics Letters, vol. 36, pp. 1749-1750, Sep. 2000.  
 [3] M. hao, H. Zhu, V. Li, and Z. Ma, "A Stability-Based Link State Updating Mechanism for QoS Routing," Proc. of IEEE ICC, vol. 1, pp. 33-37, May 2005.  
 [4] G. Apostolopoulos, R. Guerin, S. Kamat, and S. Tripathi, "Improving QoS Routing Performance Under Inaccurate Link State Information," Proc. of ITC, Edinburgh, United Kingdom, Jun. 1999.  
 [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.