

계수 기반 브로드캐스트에서 인접 노드 전송 관찰을 이용한 중복 전송 억제 임계치 조절 기법

최한나, 한승연, 김영부, 박은찬

동국대학교-서울, 컴퓨터·정보통신공학부

gkssk925@hanmail.net, yeon8033@naver.com, 0bookim@dongguk.edu, ecpark@dongguk.edu

Duplicate-Threshold Control Scheme by Observing Transmission of Neighbors in Counter-Based Broadcast

Hanna Choi, Seungyeon Han, Youngboo Kim, Eun-Chan Park

Division of Information and Communication Eng., Dongguk Univ.-Seoul

요약

무선랜 기반의 relayed-broadcast는 전송 범위의 한계를 극복하여 원거리에 위치한 불특정 다수의 노드에게 트래픽을 전달하기 위한 전송 수단이다. 또한 relayed-broadcast에서 적절한 전송 억제 방법이 없다면, 각 노드들은 수신한 프레임에 아무런 제한 없이 전송하기 때문에, 과도한 채널 접속 경쟁으로부터 비롯된 충돌 및 간섭에 의해 전송 실패가 자주 발생할 뿐만 아니라, 프레임의 중복 수신을 일으키는 전송으로 인해 확산에 소요되는 시간이 지연되는 문제도 발생한다. 기존 연구에서는 이를 broadcast storm 문제로 정의하고, 전송을 효과적으로 억제할 수 있는 다양한 기법들을 제안하였으며, 그 중 counter-based scheme은 중복 수신 횟수에 대한 임계치를 기반으로 전송을 억제하는 방법에 해당된다. 기존의 counter-based scheme에서 가장 우수한 성능을 만드는 임계치 값이 노드 밀집도에 다르게 나타난다는 한계를 극복하기 위해, 본 논문에서는 각 노드가 인접 노드의 전송을 관찰하여 동적으로 임계치를 결정하는 방법을 제안한다. 모의실험에서 고정된 임계치를 사용하는 counter-based scheme와 비교하여도 수신 성능 측면에서 우위가 있음을 확인하였다.

I. 서론

무선랜[1] 기반의 relayed-broadcast는 다수의 노드를 걸쳐 수행된 broadcast 전송을 통해 트래픽을 확산시키는 방법이다. Multi-hop broadcast 또는 flooding[2]이라고도 하는 이 전송 방식은 확산이 요구되는 트래픽을 보유한 소스 노드가 전송 범위의 한계를 극복하여 원거리에 위치한 불특정 다수의 노드에게 트래픽을 전달하기 위한 전송 수단으로 적합하다.

한편, flooding에서는 모든 노드가 수신 노드이면서, 전송 노드가 될 수 있기 때문에, 적절한 전송 억제가 이루어지지 않으면, 과도한 채널 접속 경쟁이 발생하며, 이로 인해 네트워크 전체에서 심각한 수준의 충돌과 간섭이 발생할 뿐만 아니라 중복된 프레임을 수신하는 경우도 빈번해진다. 기존 연구에서 broadcast storm[2]이라고 정의한 이 문제는 트래픽을 온전하게 전달하지 못하고, 전송 지연을 증가시키는 주요한 요인이다. 충돌 및 간섭으로 인해 프레임 수신에 실패하고 중복 수신을 일으키는 전송이 불필요하게 채널을 점유하기 때문이다.

기존 연구에서 broadcast storm 문제를 효과적으로 완화하는 방법은 타당한 전송 억제 기준의 설정이 요구되며, 그 중 counter-based-flooding(CB)은 프레임 중복 수신 횟수를 기준으로 임계치를 조정하는 기법이다. 예를 들어, CB에서는 노드의 임계치가 3이고 노드가 동일한 프레임을 3회 이상 수신하였다면, 노드는 해당 프레임을 전송하지 않고 전송 버퍼에서 폐기하는 방식으로 전송을 억제하는 것이다. 그러나, 기존 연구에서 CB의 broadcast storm 문제 완화 효과가 확인되에도 불구하고, 고정적인 CB는 모든 노드가 고정되고 공통된 임계치를 사용하

기 때문에 성능 향상에 한계가 있다는 문제가 있다. CB에서는 노드의 밀집도에 따라 가장 좋은 성능을 이끄는 임계치가 다르게 나타날 수 있기 때문이다[2]. 본 논문에서는 고정된 임계치를 사용하는 CB의 한계를 극복하기 위해, 인접 노드들의 전송을 관찰하여 각 노드가 임계치를 동적으로 조정하는 방법인 dynamic counter-based broadcast(DCB)을 제안한다.

이 논문의 이후의 구성은 다음과 같다. II절에서는 제안 기법인 DCB가 어떻게 동작하는 지 설명한다. III절에서는 모의실험을 통해 CB가 노드 밀집도에 따라 가장 우수한 성능을 만드는 최적의 임계치가 다르게 나타나는 문제를 확인하고, 제안 기법인 DCB에서 이 문제가 개선된 효과를 확인한다. 마지막으로 IV절에서 결론을 맺는다.

II. Dynamic Counter-Based Broadcast (DCB)

본 논문에서는 제안하는 기법인 DCB는 인접 노드들이 전송한 프레임들을 관찰하여 얻은 중복 수신 횟수의 평균을 이용하여 임계치를 조정한다. 그림 1은 DCB의 순서도를 나타낸 것으로, 기존의 CB와 마찬가지로 프레임을 수신하였을 때 동작을 시작한다. 단, 노드는 프레임을 수신할 때마다 임계치를 갱신하지 않으며, 충분한 시간을 가지고 중복 수신 횟수에 관한 정보를 누적할 수 있도록 시간 T' 이 지난 후에 갱신을 시도한다($t \geq T'$). 또한 시간 T' 은 T 의 주기로 갱신된다($T' = t + T$). 노드가 임계치를 갱신하지 않을 동안에는 단지, 프레임들의 중복 수신 횟수를 수집하다가 시간 T' 이후에 갱신을 시도할 때, 중복 수신 횟수의 평균 $D_{T'}$ 를 계산한다. 이 후, $D_{T'}$ 와 바로 직전의 주기에서 계산된 평균인 $D_{T'-1}$ 을 비교하여 임계치의 증감여부를 결정한다.

누적된 평균이 직전 평균 보다 크게 나타나는 경우 임계치를 감소시켜 이후의 전송은 보다 공격적인 전송 역제가 일어나도록 한다. 반면 작다고 판단되는 경우는 임계치를 갱신하지 않거나 감소시킬 수 있는데 이는 decision factor ρ 에 의해 결정된다. ρ 는 0~1사이의 값이며, 이를 $D_{T'}$ 와 곱한 값을 직전 주기의 평균과 재차 비교하게 된다. 예를 들어, $\rho = 0.8$ 인 경우, 직전 주기의 평균이 누적된 평균의 80% 이하로 나타날 때만, 전송 역제가 과도하게 일어났다고 판단하고, 임계치를 증가시키는 것이다. 마지막으로 임계치를 갱신한 후에는 시간 T' 를 갱신한다. 추가적으로 DCB는 특정 범위내에서 조정되도록 최솟값과 최댓값의 제한이 존재한다.

III. 모의 실험 및 성능 평가

이 절에서는 모의 실험을 통해 고정적이며 공통된 임계치를 사용하는 기존의 CB와 제안기법인 DCB를 수신 성공 프레임 수와 확산 소요 시간 측면에서 성능을 비교한다. 수신 성공 프레임 수는 충돌과 간섭으로 인해 수신에 실패한 프레임과 중복 수신된 프레임을 제외한 수신 프레임의 수이며, 확산 소요 시간은 소스 노드가 프레임을 최초 전송한 시점부터 네트워크 내에 어떤 노드도 전송할 프레임이 없을 때까지의 시간으로 정의한다. 네트워크의 토폴로지 변경 76m의 원의 형태로 모의 실험 상에서의 노드들의 전송거리가 두배에 해당된다. 소스 노드는 토폴로지의 중앙에 위치하여 1Mbyte의 트래픽을 1,000개의 프레임으로 나누어 전송한다. 또한 서로 다른 노드의 분포를 갖는 10개의 토폴로지에서도 실험이 반복되었다. 제안기법의 T는 0.01초, ρ 는 0.8, 임계치의 범위는 2에서 4로 결정하였다.

먼저 그림 2를 통해 각 기법의 수신 성공 프레임 수를 관찰할 수 있다. 기존의 CB의 경우 임계치 $Th=3$ 인 경우가 비교적 노드 밀집도가 낮은 노드 수 90까지는 가장 많은 프레임을 수신하나, 임계치 $Th=2$ 인 경우와 비교하여 그 차이는 점점 좁혀져 밀집도가 가장 높은 170의 경우에는 15개의 프레임을 더 많이 수신하는 현상을 관찰할 수 있다. 기존 CB 방식에서는 노드 밀집도에 따라서 가장 우수한 수신 성능을 만드는 임계치가 다르게 나타나는 것이다. 추가적으로 그림 3의 확산 소요 시간을 통해서 임계치가 낮은 순으로 시간이 짧게 나타나는 것을 확인할 수 있고 따라서 노드 밀집도가 높을수록 낮은 임계치를 사용하는 것이 두 성능 측면 모두에서 유리함을 알 수 있다. 그러나 개별 노드

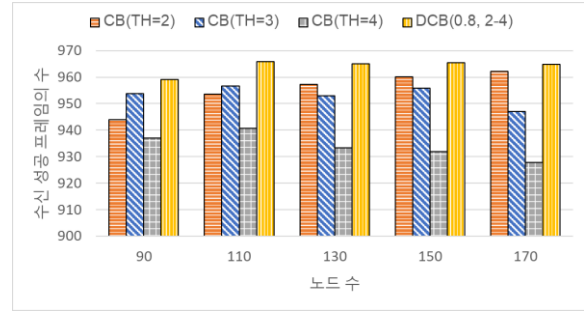


그림 2. 수신 성공 프레임 수의 비교.

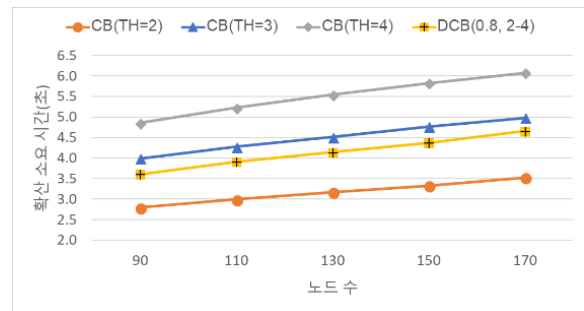


그림 3. 확산 소요 시간 비교

가 네트워크 내에 존재하는 모든 노드의 수와 밀집도를 정확히 스스로 추정하는 것은 매우 어렵다. 반면, 제안기법인 DCB는 쉽게 획득할 수 있는 정보인 인접 노드의 전송을 이용한다. 그 결과 그림 2와 같이 관찰한 모든 경우에서 가장 높은 수신 성능을 나타내며, 그림 3에서와 같이 확산소요시간은 CB($Th=2$)와 CB($Th=3$)사이로 준수하게 나타난다.

IV. 결론

본 논문에서 고전적인 CB에서 가장 우수한 성능을 만드는 임계치 값이 노드 밀집도에 다르게 나타난다는 한계를 극복하기 위해 동적으로 임계치를 설정하는 기법인 DCB를 제안하였다. DCB 통해 이를 극복하였을 뿐만 아니라 수신 성능 측면에서도 이득이 있음을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음(2016-0-00017) 또한 본 연구는 2018년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국 연구재단 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2017R1A2B4009458)

참 고 문 헌

- [1] IEEE 802.11-2012 Std, "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY)", Specifications, 2012.
- [2] Y. Tseng, S. Ni, Y. Chen and J. Sheu, "The broadcast storm problem in a mobile ad hoc network," Wireless Networks, vol. 8, Issue 2/3, pp.153-167, March. 2002.

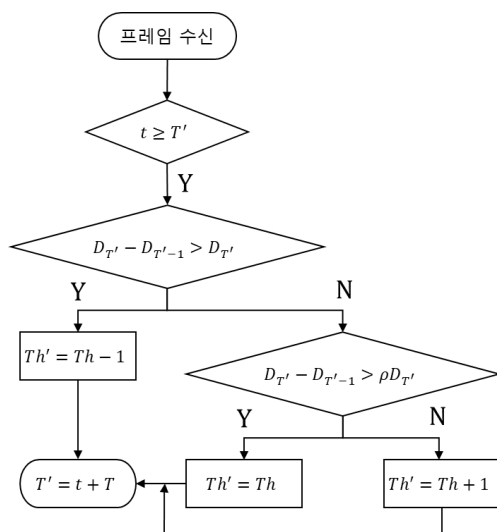


그림 1. Dynamic Counter-based Broadcast의 순서도