Mobile Network에서 위치정보를 기반으로 한 개선된 Opportunistic Listening*

조미영, 김 연, 김기천†
건국대학교 컴퓨터공학과
e-mail : mbcjmy12, jinyan, kckim@konkuk.ac.kr

Improved Opportunistic Listening based Location Information in Mobile Networks

Mi Young Jo, Yeon Kim, Keecheon Kim‡
Dept of Computer Science, Konkuk University

요 약

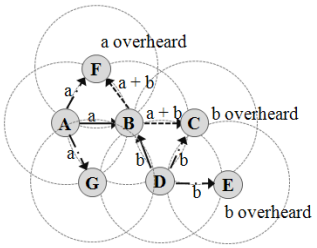
네트워크 코딩은 기본적으로 네트워크의 전송 속도 향상을 목적으로 통신 자원을 효율적으로 사용하는 것이며, 특히 IPTV 서비스와 같은 멀티미디어 데이터 스트림의 전송에 있어서 최대 전송 효율을 얻은 새로운 형태의 정보 전달 기법이다. 네트워크 코딩을 사용함에 있어 전송 범위 내 에 속해 있는 노드의 경우 발생되는 overheard의 성능을 개선하기 위해 opportunistic listening에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 opportunistic listening은 네트워크 토폴로지가 확장 될 경우 전송 지연 및 대기 시간이 발생하게 된다. 본 논문에서는 네트워크 토폴로지의 확장으로 인해 발생되는 지연 시간과 전송 대기시간을 줄이기 위해 위치 정보를 기반으로 한 개선된 opportunistic listening을 제안한다.

1. 서론

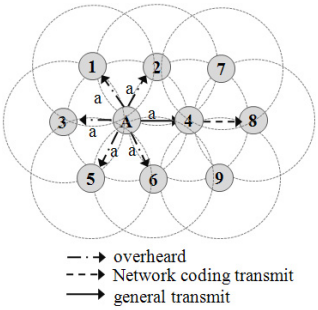
멀티미디어 데이터 전송에 사용되는 네트워크 코딩은 통신 자원을 효율적으로 사용하는 것에 목적을 두고 있는 기법이며 소스노드에서 최종 목적지 노드까지 전송되는 횟수를 줄임으로써 자원을 효율적으로 사용하는 것에 목적을 두고 있다[1]. 패킷의 전송 범위 내 에 속해 있는 노드의 경우에 발생되는 overheard를 좀 더 효율적으로 개선하기 위한 방법으로 opportunistic listening에 대한 많은 연구가 진행되고 있으며[2], MAC protocol에서의 메시지 확장으로 네트워크 코딩의 성능을 개선하는 연구도 진행되고 있다[3][4]. 그러나 opportunistic listening의 경우 네트워크 토폴로지의 형태가 확장 될 경우 MAC protocol의 메시지 전송 과정도 확장되며 그로인해 패킷의 처리량이 많아지고 지연시간도 증가하게 된다. 따라서 본 논문에서는 네트워크 토폴로지 확장으로 인해 발생되는 MAC protocol의 메시지 전송 시간을 줄이기 위해 위치 정보를 기반으로 한 개선된 opportunistic listening을 제안한다.

2. 관련 연구

네트워크 코딩은 소스노드에서 최종 목적지 노드까지 전송 횟수를 줄일 수 있는 코딩 기법이며 [그림 1]은 네트워크 코딩 절차를 나타내고 있다. 노드 A와 노드 D는 각각 데이터 a, b를 최종 목적지 노드 C와 F에 전달한다. 이때 기존의 전송 방식에서는 중간 노드 B가 a, b를 두 번 전송하는 데 반해 네트워크 코딩 기법(a+b)은 한 번의 전송만 이루어지게 된다. 그로 인해 전송 횟수는 한 번으로 줄어들게 되어 효율적인 전송이 가능하게 되는 것이다[1].



[그림 1] 네트워크 코딩



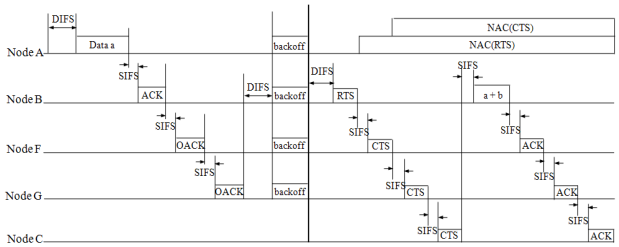
[그림 2] 확장된 토폴로지

그러나 노드 A가 데이터 a를 전송할 때 전송 범위 내에 존재하는 노드 F, G도 역시 전송을 엿듣게 되며 노드 D가 데이터 b를 노드 B에게 전송할 때도 역시 전송 범위 내에 존재하는 노드 C, E도 엿듣게 된다. [2][3]에서는 이와 같이 발생하게 되는 overheard를 이용하여 OACK 메시지를 송신하는 노드에 한해서 메시지(네트워크 코딩된 데이터, 일반 데이터)를 전송함으로서 네트워크 코딩을 개선하였다. 그러나 [그림 2]와 같이 토폴로지가 확장될 경우에 [그림 3]에서와 같이 OACK 메시지의 전송과 CTS 메시지, ACK와 그에 따른 SIFS 시간이 늘어나게 된다. 따라서 전송 시간의 증가로 대기 시간과 지연시간 모두 증가하게 된다.

3. 개선된 Opportunistic Listening

[3]에서는 단순히 네트워크 코딩의 성능만 고려한 것이 아니라 MAC protocol의 확장으로 개선된 opportunistic listening을 보여준다. 이 때 MAC protocol의 OACK 메시

* 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 정보통신연구기반조성사업의 일환으로 수행하였음. [2009-협약-위08, 방통 융합 공공서비스시범사업(농수산부문)]
† 건국대학교 컴퓨터공학과, 교신저자
‡ Dept of Computer Science, Konkuk University, Corresponding Author



[그림 3] MAC protocol에서의 메시지 전송 절차

지는 overheard 되는 노드 중에서 노드 A에게 네트워크 코딩 정보를 요구하는 노드가 전송하는 메시지이다. [그림 3]에서 보는 바와 같이 노드 A에게 ACK 메시지를 전송한 노드(노드 B)와 OACK를 전송한 노드(노드 F, G)에 한해서 네트워크 코딩된 메시지를 보내게 된다. 이때 노드 A의 전송 범위에 속해 있는 노드 중 모든 노드가 OACK 메시지를 보내게 될 경우 노드 B의 지연시간은 다음의 식과 같이 나타낼 수 있다.(OACK 메시지를 보내려는 노드의 개수 N이라함)

$$\text{지연시간}_{(\text{노드B})} = N * (2\text{SIFS} + \text{OACK 전송 시간}) \quad (1)$$

또한 RTS/CTS의 전송에 있어도 SIFS시간과 CTS의 시간이 더 증가하게 되며 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$\text{전송시간}_{(\text{노드B})} = N * (3\text{SIFS} + \text{ACK} + \text{CTS}) \quad (2)$$

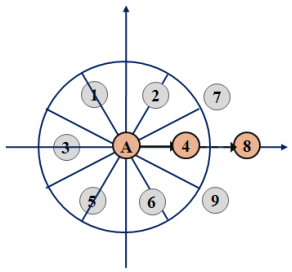
(1), (2) 식은 [3][4]에서 제안한 알고리즘에서 추가로 더해지는 값을 말한다. 따라서 데이터 한 개를 전송하기 위해서 많은 노드들이 대기 상태로 존재해야 한다. 더욱이 [그림 2]의 확장된 토폴로지의 경우 노드 1, 2, 3, 4, 5, 6이 모두 OACK 메시지를 송신한다고 할 경우 노드 A는 OACK 메시지가 모두 수신이 될 때 까지 기다려야 한다. 이 때 메시지 분실이나 충돌이 발생하게 될 경우 그 지연시간은 더 길어지게 되고 재전송으로 인해 불필요하게 자원이 소모된다. 이렇게 네트워크 토폴로지에 따라 전송 처리 능력은 차이가 나게 된다.

따라서 본 논문에서 제안하는 위치 정보를 기반으로 한 개선된 opportunistic listening은 데이터 a가 전송되는 방향 즉, A→4→8(그림4)에 한해서 OACK 메시지를 받도록 하며 메시지의 전송 진행 방향과 다른 방향일 경우 메시지의 송·수신을 제한한다. 이때 데이터 a의 정보에는 위치 정보를 바탕으로 한 속도 벡터와 위치 좌표 값[5][6]을 포함하고 있어야 하며 이를 수신한 노드들(그림 4에서 노드 1, 2, 3 ,4 ,5 6) 중 자신이 노드 A의 전송 범위 내에 존재한다고 판단되는 경우에 한해서 OACK 메시지를 송신할 수 있다. 즉, OACK 메시지를 송신하는 노드는 자신의 속도 벡터와 위치 좌표를 확인하여 자신이 노드 A의 전송 범위 내 에 있는지 판단 한다.

본 논문에서는 다음과 같이 가정한다. 각 노드는 GPS 정보를 모두 가지고 있으며 데이터를 전송하는 노드의 경우(그림 1에서는 노드 A) 메시지의 진행 방향을 알고 있다. 노드의 밀집 분포는 그림 2에서와 같이 균일하게 분포되어 있다.

4. 위치정보에 기반한 전송 범위 제한 기법

[그림 4]에서 노드 A는 전송 범위내의 모든 노드 1, 2, 3, 4, 5, 6에게 OACK 메시지를 수신을 기다리지 않고 [5]의 LET(Link Expiration time) 알고리즘을 바탕으로 메시지 전송 방향에 맞는 노드에 한해서 메시지의 송신을 제한한다. 즉, 노드 A가 데이터 a를 전송하려는 방향인 A→4→8의 방향으로 위치하고 있는 노드 2, 6만 OACK 메시지 전송이 허용되는 것이며 노드 2, 6은 반드시 OACK 메시지를 송신하지 않아도 된다. 이 때 OACK 메시지 수신을 허용하는 범위는 노드의 분포에 따라 변형되며 메시지가 전송되는 방향에 노드의 분포가 밀집되어 있는 경우 메시지 수신 허용 범위는 좁아지게 된다.



[그림 4] 위치정보를 기반으로 한 속도 벡터

[그림 4]에서보면 노드의 속도 벡터, 위치 좌표에 의해 전송 범위가 확정되고 데이터 메시지를 수신한 노드는 자신의 속도 벡터, 위치 좌표를 확인하여 자신이 전송 범위에 있는지를 판단한다. 전송 범위 내 에 있다고 판단될 경우 메시지를 전송하고 그렇지 않을 경우 전송하지 않는다.

위의 속도 벡터는 전송 범위 내 에 존재하여 메시지 송수신을 허용하였는데 노드의 이동으로 인해 메시지 전송 중에 노드가 전송 범위에서 벗어날 경우에 발생하게 되는 손실을 방지하기 위해서이다.

본 논문에서 제안하는 위치정보를 기반으로 하는 개선된 opportunistic listening은 속도 벡터와 위치 좌표를 바탕으로 전송 범위 내 노드의 전송 횟수를 줄일 수 있다. 또한 노드의 개수만큼 발생할 수 있는 OACK 메시지의 송신을 줄임으로써 전송 시간과 지연 시간도 줄일 수 있다.

5. 결론

본 논문에서 기존의 Opportunistic Listening을 바탕으로 하여 메시지 전송 효율을 개선하기 위해 노드의 전송 진행 방향에 따라 위치 정보를 기반으로 OACK 메시지를 송신함으로써 메시지의 지연시간과 메시지 전송 횟수를 줄이고자 하였다. 향후 진행되어야 하는 연구는 구체적인 시뮬레이션을 통해 본 논문에서 제안한 기법에 대해 정확한 분석이 필요하며 제시한 형태보다 다양한 형태의 네트워크 토폴로지에서도 이용 가능하도록 해야 할 것이다.

참고문헌

[1] 김재홍, 박현철, “네트워크 코딩의 개요”, 한국통신학회지, 제25권 제5호, 2008.
[2] S. Katti, H. Rahul, W. Hu, D. Katabi, M. Medard and J. Crowcroft "XORs in the air: practical wireless network coding," Proc. ACM SIGCOMM, 2006.
[3] Antonios Argyriou, "Wireless Network Coding with Improved Opportunistic Listening", IEEE Trans, April ,2009
[4] Antonios Argyriou, “Network Coding in IEEE 802.11 Wireless LANs with an Enhanced Channel Access", IEEE Communications Society, 2008
[5] Tarik Taleb, Ehssan Sakhaee, Abbas Jamalipour, Kazuo Hashimoto, Nei Kato, Yoshiaki Nemoto, “A stable routing protocol to support ITS services in VANET networks” IEEE Trans, November, 2007
[6] Young Bae Ko, Nitin H. Vaidya, “Flooding-based geocasting protocols for mobile ad hoc networks”, Mobile Networks and Applications, December, 2002