

이동 애드 혹 네트워크에서 오버레이 멀티캐스트를 위한 위치기반 클러스터링 메커니즘

정관수^o, 김봉수, 조호중, 최영환, 김상하
충남대학교 컴퓨터공학과

{ksjung^o, bskim, chohc99, yhchoi}@cclab.cnu.ac.kr, and shkim@cnu.ac.kr

A Novel Location-based Clustering Mechanism for Overlay Multicast Protocol in Mobile Ad hoc Networks

Kwansoo Jung^o, Bongsoo Kim, Hochoong Cho, Younghwan Choi, and Sang-Ha Kim,
Department of Computer Engineering, Chungnam National University

요 약

이동 애드혹 네트워크에서 트리와 메쉬 기반의 멀티캐스트 메커니즘들은 트리의 빈번한 재구성 및 자원 사용의 비효율적인 문제점을 가지고 있다. 이를 해결하기 위하여 제안된 오버레이 멀티캐스트 메커니즘들 역시 오버레이 트리의 재구성으로 인한 과부하와 밀접한 멤버간의 비효율적인 전송, 그리고 네트워크 확장성에 대한 문제점들을 갖는다. 본 논문에서는 이를 개선하기 위해 위치정보를 기반으로 밀접한 멤버노드들을 클러스터로 관리하며 클러스터 내에서는 브로드캐스팅을 적용하고, 멀티캐스트 소스와 클러스터 대표노드들간에는 유니캐스팅을 적용하는 오버레이 멀티캐스트 메커니즘을 제안한다.

1. 서론

이동 애드 혹 네트워크[1]는 무선 인터페이스를 장착한 이동 노드들이 언제 어디서나 기반구조의 유무와 상관없이 통신이 가능하도록 자율적이고 융통적으로 구성된 적응적 네트워크로 정의 된다. 이러한 네트워크는 주로 군사 작전, 자연 재해로 인한 기존 네트워크의 손실 또는 임의의 지역 내에서 화상 회의와 같은 분야에 적용될 수 있다. 이러한 응용들의 경우, 대부분 일-대-일 통신보다는 일-대-다 또는 다-대-다의 그룹 통신 기반의 응용들이 더 많을 것으로 예상된다. 따라서, 이동 애드 혹 네트워크에서 그룹 통신을 지원하기 위한 효율적인 멀티캐스트 메커니즘의 연구는 필수적이라고 할 수 있다.

이동 애드 혹 네트워크에서는 유선네트워크와 달리 노드들의 끊임없는 이동으로 네트워크 위상 변화가 빈번하게 일어난다. 따라서 많은 제어메시지가 발생하게 되고 무선자원을 비효율적으로 사용하게 된다. 따라서 이동 애드 혹 네트워크에서의 멀티캐스트 메커니즘들은 데이터 전송을 위한 최적경로뿐만 아니라 노드의 이동성에 대해서도 초점을 맞추어 연구해야 한다.

현재까지 많은 멀티캐스트 메커니즘들이 제안되었다.

이 메커니즘들은 트리 기반과 메쉬 기반으로 나누어 볼 수 있다. 트리 기반 메커니즘의 경우, 자원의 사용이 최적화되지만 노드의 이동성이 네트워크 자원의 추가적인 오버헤드 및 지연을 유발하게 된다. 반면에 메쉬 기반의 메커니즘은 다수의 중복된 경로를 사용하여 부족한 무선 자원을 중복하여 사용해 자원을 비효율적으로 사용하는 문제점을 지니고 있다. 이를 해결하기 위하여 최근에는 유선 네트워크의 오버레이 멀티캐스트 메커니즘을 이동 애드 혹 네트워크에 적용하고자 하는 시도가 이루어지고 있다. 대표적인 프로토콜로는 AMROUTE[2], LGT[3], 그리고 PAST-DM[4] 등이 있으며 이러한 프로토콜들은 다음과 같은 장점이 있다. 1) 트리나 메쉬 구조에 기반하지 않기 때문에 보다 네트워크의 이동성에 영향을 덜 받을 수 있다. 즉 물리적 네트워크 구조의 변화에 따라 트리를 재구성할 필요가 없다. 2) 트리나 메쉬 구조에 비하여 간단한 네트워크 구성으로 제어 오버헤드를 줄일 수 있다. 하지만, 아직은 미흡한 점이 많이 존재한다. 이는 그룹 멤버간의 데이터 전송이 유니캐스팅 형태로만 이루어지기 때문에 나타나는 문제로 무선 노드의 기본적인 통신 메커니즘인 브로드캐스팅 기능을 이용하지 못하는 단점을 가지게 된다.

본 논문에서는 이런 문제점들을 해결하기 위하여 새로운 클러스터링 전달 메커니즘을 제2장에 소개하고 제3장에서는 시뮬레이션을 통한 성능평가를 하고, 마지막으로 제4장에서는 향후 연구 방향과 결론을 다룰 것이다.

2. 제안 메커니즘

본 논문에서 제안 메커니즘을 크게 두 가지로 나누어 다루어 보겠다. 첫 번째는 기존 오버레이 멀티캐스트 메커니즘과 같이 데이터 전송을 위한 클러스터 리더들간의 통신이고, 두 번째는 트리에 참가하지 않는 멤버들 즉, 클러스터 멤버들에게 클러스터 리더가 데이터를 전송하는 방법과 클러스터를 관리하는 방법을 다룰 것이다.

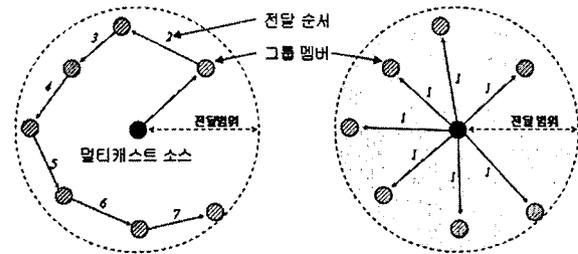
2.1 개요

제안된 메커니즘에서 네트워크는 크게 두 종류의 노드로 구성된다. 하나는 멀티캐스트에 참가하는 멤버노드이고 다른 하나는 참가하지 않는 비멤버노드이다. 본 논문에서는 아래와 같이 세 가지 사항을 가정한다.

- 1) 모든 노드들은 동일한 전송 반경을 갖는다.
- 2) 모든 노드들은 자신의 위치정보를 인지할 수 있다.
- 3) 멀티캐스트에 참여할 노드들은 멀티캐스트 소스에 대한 주소 및 멀티캐스트 정보를 알고 있다.

2.2 단일 홉 클러스터링 관리

그림1의 (a)에서는 유니캐스팅을 이용한 데이터 전달과정을 보여주고 있다. 이것은 소스의 전달 범위에 들어있는 7개의 멤버노드들에게 데이터를 전달하기 위해 비효율적인 자원 사용과 전달 지연을 증가 시킨다. 이것은 멤버노드들이 밀집한 환경에서 더욱 확실하게 드러난다. 멤버노드들이 밀집한 환경에서 다수의 유니캐스트 패킷을 전송함으로써 발생하는 패킷 간의 충돌 및 우선 자원의 비효율적인 사용이 증가하게 된다. 또한, 특정 노드에서 다수의 유니캐스트 패킷을 전송하는 경우, 급격한 배터리 손실을 가져오게 된다. 하지만 (b)는 그에 반해 우선의 특징을 이용한 브로드캐스팅을 통해 소스의 전송 범위 안의 멤버노드들에게 한번에 데이터를 전달함으로써 자원의 효율적 사용과 지연을 줄일 수가 있다. 그리고 배터리 소모의 감소와 부분적인 확장성을 성취할 수 있다. 그래서 우리는 이런 우선의 특징을 이용한 단일 홉 클러스터링을 구축한다.



(a) 기존 오버레이 멀티캐스팅 (b) 단일 홉 브로드캐스팅
[그림 1] 오버레이 애드 혹 멀티캐스트에서의 데이터 전송 방법 비교

단일 홉 클러스터에는 데이터 전달의 기능을 하는 리더를 선출하여 리더를 중심으로 전송 반경을 기준으로 설정된다. 리더는 소스에 등록되어 오버레이 트리에 참여하게 된다.

우선 클러스터는 리더와 멤버 노드로 구성된다. 리더는 소스에 등록되어 오버레이 트리에 참여하고 멤버노드들에게 멀티캐스트 데이터를 전달한다. 리더로 선택된 노드는 클러스터 멤버들에게 주기적으로 HeartBeat_MSG를 보낸다. 메시지에 위치 정보를 포함하고 있다. 우리의 제안 메커니즘은 기존의 NICE-MAN[7]의 클러스터링에 위치 기반을 이용하여 좀더 효율적인 단일 홉 클러스터를 구성할 수 있다. 예를 들어, 리더 선출이나 클러스터의 생성과 소멸 등의 제어 메시지 등을 줄일 수 있다.

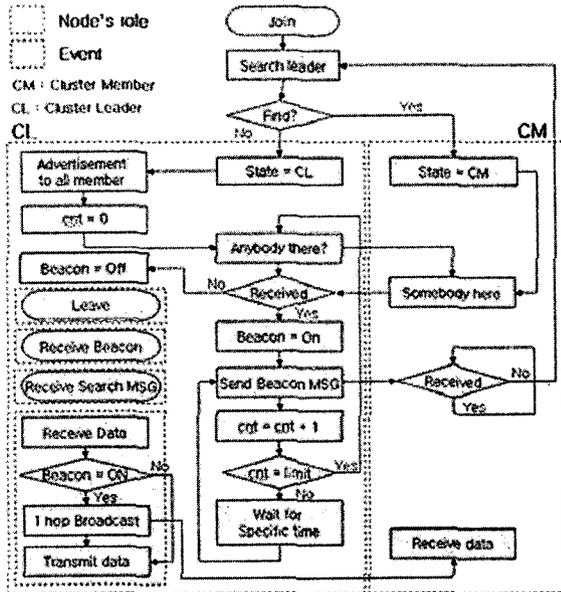
멀티캐스트 그룹의 참여와 탈퇴는 다음과 같은 규칙을 따른다. 우선 그룹 참여에 대해서 살펴보자.

1. 리더를 찾기 위해 Hello 메시지를 보낸다.
2. 리더를 찾으면 클러스터 멤버로 그룹에 참여한다.
3. 리더가 없으면 소스에 리더로 등록한다.

그룹의 탈퇴는 클러스터 멤버일 경우 단순히 자신만이 동작을 멈추면 된다. 하지만 리더는 메시지를 통해 탈퇴 메시지를 보내 리더변경을 마치고 탈퇴를 할 수 있다. 그림2는 이런 그룹 참여과정을 보여준다.

2.3 오버레이 멀티캐스트 트리 관리

제안 메커니즘에서 데이터 전송은 오버레이 트리를 이용한 기존의 DDM[5]이나 LGT[3], 그리고 Xcast[6]와 같이 멀티캐스트 소스가 전체 멤버 리스트를 패킷에 포함하여 멀티캐스팅을 하는 방법을 사용한다. 이것은 패킷에 담을 수 있는 리스트의 수가 제한적이라 멤버노드의 수가 증가하게 되면 모든 멤버노드들에게 데이터를 전달할 수 없는



[그림 2] 멀티캐스트 그룹에 참여 과정

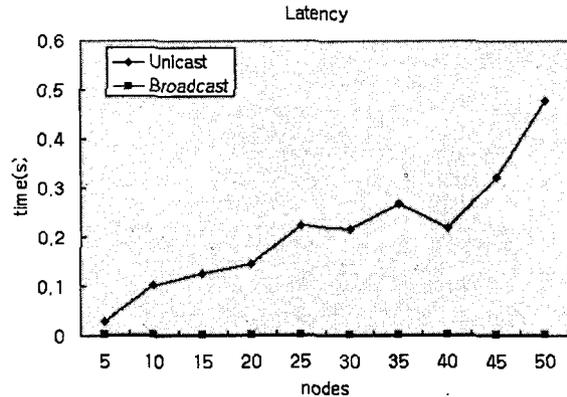
문제점을 초래한다. 그래서 우리가 제안하는 메커니즘에서는 클러스터의 리더들만이 오버레이 트리에 참여한다. 따라서, 오버레이 트리에 참여하는 멤버 노드의 수를 줄일 수 있게 된다. 결과적으로, 노드의 수가 증가해도 데이터를 멤버노드에게 전달 할 수 있어 확장성 문제를 개선할 수 있다.

3. 성능평가

제안된 메커니즘의 핵심은 클러스터 안에서의 브로드캐스트를 이용한 전달방법이다. 이것을 QualNet3.7을 이용하여 성능평가를 해보았다. 그림 3을 보면 유니캐스팅을 이용한 방법보다 브로드캐스팅을 이용하여 더 빠르고 적은 패킷으로 데이터를 전달하는 것을 알 수 있다. 이는 제안 메커니즘의 성능 향상 및 네트워크의 확장성을 개선하는데 크게 기여한다.

4. 결론

본 논문에서는 단일 홉 클러스터링을 이용한 포워딩 메커니즘을 제안하였다. 제안된 메커니즘은 기존의 유니캐스트를 이용한 오버레이 멀티캐스트의 장점과 무선 네트워크의 특징인 브로드캐스트의 장점을 잘 조화한 통합 메커니즘이라 할 수 있다. 또한 위치기반을 이용하여 이동성에 대한 빠른 적응의 장점을 가지고 있다. 단일 홉 클러스터



[그림 3] 클러스터 내에서의 유니캐스트와 브로드캐스트 전송 비교

링을 통한 멤버노드의 관리로 제어 오버헤드를 줄여 네트워크 자원을 효율적으로 이용할 수 있다. 제안 메커니즘은 확장성에 대해서도 기존의 LGT[3]나 DDM[5]보다 많은 향상을 가져왔다. 하지만, 제안 메커니즘은 노드의 증가에 대한 확장성은 개선했지만 아직 지역적인 확장성에 대한 문제는 계속된 연구를 통해서 개선해 나가야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] S. Corson and J. Macker, "Mobile Ad hoc Networking (MANET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations," IETF RFC2501, Jan. 1999.
- [2] E. Bommaiah, et al., "AMRoute: Ad hoc Multicast Routing Protocol," IETF Internet-draft, Work in progress, Aug. 1998.
- [3] K. Chen and K. Nahrstedt, "Effective Location-Guided Tree Construction Algorithms for Small Group Multicast in MANET," in Proceedings of IEEE INFOCOM, Jun. 2002, pp. 1180-1189.
- [4] G. Chao and P. Mohapatra, "Efficient overlay multicast for mobile ad hoc networks," in Proceedings of IEEE WCNC, Mar. 2003, pp. 1118-1123.
- [5] L. Ji and M. S. Corson, "Differential Destination Multicast- A MANET Multicast Routing Protocol for Small Groups," in Proceedings of IEEE INFOCOM, Apr. 2001, pp. 1192-1202.
- [6] R. Boivie et al., "Explicit Multicast (Xcast) Basic Specification," Internet-draft, work in progress, Jul. 2005.
- [7] Steffen Blodt, "Efficient End System Multicast for Mobile Ad Hoc Networks," In Proceedings of IEEE PERCOMW' 04, Mar. 2004, pp. 75-80.