

이동 Ad Hoc 네트워크에서의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜 동향

김기범^o, 김기천

건국대학교

dethrecon@cse.konkuk.ac.kr^o, kckim@kkucc.ac.kr

Multicast Routing Protocol in Mobile Ad Hoc Network

Kibum kim^o, Kichun kim

Konkuk University

요약

이동 Ad Hoc 네트워크는 사전에 계획되지 않은, 필요에 의해서 발생하는 단일 혹은 멀티 홉 무선 네트워크이다. 기간망 구조를 활용하지 않는 이동 Ad Hoc 네트워크에서는 네트워크를 구성하는 이동 단말들에게 라우팅 기능이 전가되며, 이동 단말의 움직임에 따라 동적으로 네트워크 토폴로지가 변경되는 특성을 갖게 된다. 이러한 특성은 유선 네트워크 라우팅 프로토콜을 이동 Ad Hoc 네트워크에 직접 적용하는데 큰 장애요소가 된다. 현재 제안되고 있는 이동 Ad Hoc 네트워크의 라우팅 프로토콜들은 기본적으로 이동 Ad Hoc 네트워크의 특성을 고려하여 설계되었으며, 각기 효율적인 라우팅 알고리즘을 제안하여 이동 Ad Hoc 네트워크상에서 발생할 수 있는 제어 패킷 부담, 전력 소모 부담 등을 최소화 하기 위한 연구를 하고 있다. 본 논문에서는 Ad hoc 네트워크의 특징 및 응용과 현재 까지 제안되어 온 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 살펴보고, 특징을 분석하여 향후 연구 방향을 제시 하였다.

1. 서론

이동 Ad Hoc 네트워크는 이동성이 부여된 단말들이 고정된 기간망에 독립적으로 무선 인터페이스를 이용하여 자율적으로 구성하는 임시적인 네트워크이다. 이동 Ad Hoc 네트워크는 기간망이 존재하지 않거나 기간망에 기초한 네트워크의 전개가 용이하지 않은 지역에서 임시적으로 네트워크를 구성하기 위해 개발된 기술로서, 초기에 군사적인 응용 목적으로 연구가 시작되었으나, 최근에는 PAN과 같이 실생활에 적용될 수 있는 여러 분야로 응용이 확대되고 있다.[1][2]

이동 Ad Hoc 네트워크는 사전에 계획되지 않은, 필요에 의해서 발생하는 단일 혹은 멀티 홉 무선 네트워크이다. 현재 무선 네트워크로서 활용되고 있는 기지국 기반의 셀룰러 망과 무선 접속 점(AP)을 갖는 WLAN 구조에서는 무선 망에 있는 이동 단말들의 통신 경로를 설정하기 위해서 기간 망에 존재하는 라우터의 도움을 받아야 한다. 그러나, 기간망 구조를 활용하지 않는 이동 Ad Hoc 네트워크에서는 네트워크를 구성하는 이동 단말들에게 라우팅 기능이 전가되며, 이동 단말의 움직임에 따라 동적으로 네트워크 토폴로지가 변경되는 특성을 갖게 된다. 이러한 특성은 유선 네트워크 라우팅 프로토콜을 이동 Ad Hoc 네트워크에 직접 적용하는데 큰 장애요소가 된다. 현재 제안되고 있는 이동 Ad Hoc 네트워크의 라우팅 프로토콜들은 기본적으로 이동 Ad Hoc 네트워크의 특성을 고려하여 설계되었으며, 각기 효율적인 라우팅 알고리즘을 제안하여 이동 Ad Hoc 네트워크상에서 발생할 수 있는 제어 패킷 부담, 전력 소모 부담 등을 최소화 하기 위한 연구를 하고 있다. 본 고의 2장에서 이동 Ad Hoc 네트워크의 특징 및

응용 분야에 대해 기술하고 3장에서 문헌을 통해 보고된 다양한 이동 Ad Hoc 네트워크 멀티캐스트 라우팅 프로토콜의 개념과 이들의 성능 특성을 비교하며 4장에서 결론을 맺는다.

2. 이동 Ad Hoc 네트워크

2.1 특징

이동 Ad Hoc 네트워크는 노드 간의 통신을 위해 무선 인터페이스를 사용한다. 유선 인터페이스 방식과 비교 할 때 무선 인터페이스 방식은 전송 대역폭이 작다는 특성이 있다. 무선 인터페이스 방식은 한정된 대역의 주파수를 사용하기 때문에 이 대역을 통해 보낼 수 있는 데이터 전송률에 제한이 있을 뿐만 아니라, 이를 다수의 노드들이 서로 공유하여 사용하기 때문에 노드 수가 많을수록 각각의 노드가 평균적으로 사용할 수 있는 전송 대역폭이 줄어들게 된다. 또한, 무선 인터페이스 방식은 제한된 전송 거리를 가진다. 무선 전송 거리가 멀어 질수록 데이터 전송률이 낮아지게 되므로 적절한 전송률을 유지하기 위해서는 전송 거리 상에 제약이 따르게 된다. 이동 Ad Hoc 네트워크를 구성하는 노드는 이동성을 가지기 때문에 네트워크의 토폴로지 또한 시각에 따라 동적으로 변화한다. 노드의 이동성은 새로운 노드의 네트워크 내부로의 진입, 네트워크 내부에서의 노드의 이동, 네트워크 외부로의 노드 이동 등을 들 수 있으며, 네트워크 내부에서 노드의 전원 온,오프도 네트워크 토폴로지 변화에 영향을 준다. 이동 Ad Hoc 네트워크를 구성하는 대부분의 노는 이동성을 지원하기 위해 제한된 용량의 배터리를 에너지원으로 사용한다. 이와 같은 에너지의 제약은 라우팅 프로토콜 설계에도 큰 영향을 준다. 노드들의 에너지

상태를 고려하여 경로를 선택해야 안정적인 데이터 전송이 가능하다. 보안 문제는 일반 유선 네트워크에서도 존재하고 있지만, 이동 Ad Hoc 네트워크는 무선 인터페이스를 사용하기 때문에 더 많은 위험에 노출되어 있다.

2.2 응용 분야

이동 Ad Hoc 네트워크의 주요 응용 분야로는 긴급 서비스를 위한 임시적인 네트워크의 구성을 들 수 있다. 천재 지변이나 재난으로 인하여 통신 기반 시설의 이용이 불가능하거나, 사막이나 산간 지대 등 기반 시설의 설치가 용이하지 않은 지역에서 적용이 가능하다. 군사적인 응용은 이동 Ad Hoc 네트워크의 가장 유용한 분야의 하나이다. 기반 통신 시설의 이용이 불가능한 전장에서 부대 단위간의 통신에 사용될 수 있다. WPAN과 홈 네트워킹은 최근 등장하고 있는 이동 Ad Hoc 네트워크의 응용 분야이다. PDA, 휴대폰 등 개인이 휴대한 정보 통신 기기들간의 소규모 네트워크인 PAN을 구성하는 데 있어서 기기들의 추가 삭제, 또는 다른 PAN과의 인터워킹 이 모두 Ad Hoc 개념에 기반 하여 수행된다.[1][2]

표 1 멀티캐스트 프로토콜 분류

	트리 기반	메쉬 기반
사전 결정	AMRoute AMRIS CGM	CAMP FGMP
요구 기반	AODV	ODMRP Flooding

3. 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

Ad Hoc 멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 전달 구조의 형태에 따라 하나의 전달 경로를 통해 데이터가 전송되는 트리 기반 방식과 하나 이상의 전달 경로가 존재하는 메쉬 기반 방식으로 분류 할 수 있다. 또한, 경로 결정을 하는 시점에 따라 데이터의 실제적인 발생과 관계 없이 전달 구조를 구성하는 사전 결정 방식과 데이터 발생에 의해 전달 구조를 구성하는 요구 기반 방식으로 분류할 수 있다.

3.1 플러딩을 이용한 멀티캐스트

[3]에서는 이동성이 큰 경우 신뢰성 있는 멀티캐스트를 위해서는 플러딩을 사용해야만 함을 제안하였다. 상대정보를 유지해야 하는 프로토콜은 이동성이 큰 경우 순간적으로는 유지하는 정보가 정확하지만 곧 틀린 정보가 되어 버리므로, 신뢰성 있는 데이터 전달을 위해 트리나 메쉬 어떤 구조라도 이를 위한 오버헤드가 커지므로 궁극적으로

로 제약이 없고 예측이 어려운 이동성에 대응하여 플러딩을 사용해야 한다는 것이다. 그러나 [3]에서는 이동성이 어느 정도 이상이 되면 플러딩이라 할지라도 완전히 신뢰성 있는 데이터 전달을 성취할 수 없음을 보이고 신뢰성 향상을 위해 패킷 별 상태 정보를 단시간 유지하는 방법이 필요함을 말하고 있다.

3.2 Forwarding Group Multicast Protocol (FGMP)과 On Demand Multicast Protocol (ODMRP)

FGMP[4]와 ODMRP[5]는 매우 유사한 방식의 프로토콜로서 전자는 사전 결정 방식의 프로토콜인데 반해 후자는 요구 기반 방식이라는 점이 차이점이다. 이 두 프로토콜은 모두 제한적인 플러딩에 의해 데이터를 전달한다. 제한적인 플러딩이란 데이터 전달이 플러딩에 의해 이루어지되 네트워크를 구성하는 노드들 가운데 일부만이 플러딩에 참여하는 것을 의미한다. FGMP/ODMRP는 플러딩에 비하여 멀티캐스트 데이터 전달을 담당하는 노드의 수를 효과적으로 줄이고, 데이터가 최단 경로를 통해 전달되며, 멀티캐스트를 전달 구조를 구성하는 노드에 유지해야 하는 상태 정보가 극히 간단하다는 장점이 있다. 그러나, 이동성이 증가하면 이에 따라 정기적인 제어 패킷 플러딩 인터벌이 짧아져야 하고, 송신원 혹은 수신원의 수가 늘어남에 따라 제어 패킷 플러딩 오버헤드가 급격히 증가한다는 문제가 있다.

3.3 Core-Assisted Mesh Protocol (CAMP)

CAMP[6]는 ODMRP와 같은 제어 패킷의 플러딩이나 DVMP와 같은 데이터 패킷의 플러딩 없이 멀티캐스트 그룹에 멤버들이 참여할 수 있도록 하기 위하여 코어 노드를 사용한다. 그러나, CBT 경우와는 달리 프로토콜의 동작 가능성 여부가 코어 노드의 존재 여부에 의존하지는 않는다. 즉, 코어 노드 부재 시에도 멀티캐스트 그룹 가입 및 데이터 전달이 이루어질 수 있다. 다만, 멀티캐스트 그룹에 가입하는 지연 및 오버헤드가 커지게 된다. CAMP는 ODMRP와 마찬가지로 하나 이상의 데이터 전달 경로를 제공함으로써 이동성에 대해 안정적이며, 코어 노드를 이용해 데이터 혹은 제어 패킷 플러딩 없이 멀티캐스트 그룹 가입이 가능하도록 하였다. 그러나 코어 주변과 코어에서 멀리 떨어진 위치의 전달 메쉬 밀도가 달라서 이동성이 커짐에 따라 코어에서 먼 부분의 성능이 떨어지는 문제가 발생할 수 있다.

3.4 Ad Hoc On Demand Distance Vector (AODV)

AODV[7]는 유니캐스트와 멀티캐스트를 모두 지원하는 라우팅 프로토콜로서, 실제로 트래픽 플로우가 발생한 경우에만 경로를 계산하는 요구 기반 프로토콜이므로 필요하지 않은 목적지 혹은 그룹에 대한 라우팅 오버헤드를 피할 수 있다. AODV는 전통적인 거리 벡터 라우팅 프로토콜을 Ad Hoc 네트워크 환경에 맞추어 변경했다고 볼 수 있다.

3.5 Ad Hoc Multicast Routing Protocol utilizing Increasing id-numberS (AMRIS)

AMRIS[8]는 멀티캐스트 그룹에 다중의 송신원이 있는 경우 하나의 공유 트리를 통해 모든 송신원들의 데이터를 그룹 멤버들에게 멀티캐스트 하는 프로토콜이다. AMRIS는 하나의 공유 트리로 송수신원을 모두 연결하므로 트래픽 부하 증가에 성능이 민감하게 영향을 받게 되고, 단일 경로를 통해 데이터를 전달하므로 이동성에도 민감하다.

3.6 AMRoute

AMRoute[9]는 멀티캐스트 그룹의 송신원과 수신원만으로 구성되는 양방향 공유 트리를 구성하여 데이터를 전달한다. 공유 트리 상에서 이웃 노드인 사용자(송, 수신원) 노드들은 MBONE에서 멀티캐스트 라우터들이 연결되는 방식과 유사하게 IP-in-IP 터널로 연결된다. 따라서, 멀티캐스트 그룹의 송수신원이 아닌 노드들은 AMRoute를 지원할 필요가 없고, 멤버 노드간에 유니캐스트 경로가 존재하는 한 이동성에 관계 없이 AMRoute의 멀티캐스트 공유 트리의 연결성은 유지된다. AMRoute는 AMRIS와 유사하게 공유 트리를 사용하므로 이동성에 민감하고, 사용자 노드만으로 구성되는 오버레이된 공유 트리가 비효율적으로 형성되거나 루프가 발생할 수 있다.

3.7 성능 비교

[10]에서는 플러딩, AMRoute, AMRIS, ODMRP, CAMP 다섯 가지의 프로토콜들의 성능을 시뮬레이션을 통해 비교하였는데, 이동 속도, 송신원 수, 멀티캐스트 그룹의 규모, 트래픽 부하 등에 따라 이들 다섯 가지 프로토콜의 성능이 어떻게 영향을 받는지에 대한 결과를 보고하였다. 이들이 제시한 결과에 의하면 종합적으로 메쉬 기반 프로토콜이 트리 기반 프로토콜에 비해 더 나은 성능을 보인다. 다중의 경로가 있음으로 해서 노드 이동에 대해 더 안정적으로 데이터 전달을 수행할 수 있기 때문이다.

4. 결론

이상에서 살펴본 바와 같이 Ad Hoc 네트워크에서의 이동성에 대처하고 제한적인 파워와 프로세싱 능력으로 멀티캐스트 데이터 전달을 수행하기 위해 다양한 멀티캐스트 라우팅 프로토콜들이 제안되었다. 그러나, 이들 프로토콜에 대한 성능 조사 연구들을 살펴보면, 이동성 및 프로세싱과 파워의 제약성 이외에도 네트워크 규모, 멀티캐스트 그룹 크기, 송신원 수 및 이들 간의 상관 관계 등에 프로토콜의 성능이 매우 민감하게 영향 받음을 알 수 있다. 따라서, 실제로 Ad Hoc 네트워크에서 멀티캐스트가 수행되어야 하는 시나리오에 따른 일반적인 네트워크 규모, 그룹 크기, 송신원 수 등을 고려한 프로토콜의 설계, 혹은 이들 파라미터에 따라 유동성 있게 동작하는 프로토콜의 설계가 요망된다고 본다. 이와 같은 맥락에서, 최근 멀티캐스트 그

룹의 크기가 적은 경우에 적합한 프로토콜과[11], 송신원 수에 따라 유동성 있게 데이터 전달 메쉬를 구성하는 프로토콜[12]이 제안된 바 있다. 또한, Ad Hoc 네트워크에서의 신뢰성 있는 멀티캐스트 및 QoS를 지원하는 멀티캐스트를 위해 이를 고려한 프로토콜에 대한 연구도 앞으로 더 본격적으로 이루어져야 할 것이다.

{참고문헌}

- [1] C. K. Toh, Ad Hoc Mobile Wireless Networks: Protocols and System, Prentice Hall PTR, 2002.
- [2] C. E. Perkins, Ad Hoc Networking, Addison-Wesley, 2001
- [3] C. Ho, "Flooding Group Multicast Protocol in Multi-Hop Ad Hoc Networks": proc. Of DIALM'99, 1999
- [4] C. C. Chiang, M. Gerla, L. Zhang "Forwarding Group Multicast Protocol (FGMP) for Multihop, Mobile Wireless Networks", Baltzer Cluster Computing, Vol. 1, No. 2, 1998
- [5] E. M. Royer and C. E. Perkins, "Multicast Operation of the Ad-Hoc On-Demand Distance Vector Routing Protocol", Proc. Of MOBICOM '99, 1999
- [6] J.J.Garcia-Luna-Aceves and E.L.Madrig, "The Core-Assisted Mesh Protocol", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 17, No. 8, 1999
- [7] E. M. Royer and C. E. Perkins, "Multicast Operation of the Ad-Hoc On-Demand Distance Vector Routing Protocol", Proc. Of MOBICOM '99, 1999
- [8] C.W.Wu, Y.C.Tay, and C.K.Toh, "Ad Hoc Multicast Routing protocol utilizing Increasing id-numberS (AMRIS) Functional Specification", Internet Draft, draft-ietf-manet-amris-spec-00.txt, 1998
- [9] R.Talpade, T.McAuley, J.Xie and M.Liu, "AMRoute: Adhoc Multicast Routing Protocol", to appear in ACM MONET Special Issue on Multipoint Communication in Wireless Mobile Networks.
- [10] S.J.Lee, W.Su, J. Hsu, M.Gerla and R. Bagrodia, "A Performance Comparison Study of Ad Hoc Wireless Multicast Protocols" proc. Of INFOCOM '00, 2000
- [11] H. Kang and M.Lee "A Multi-Source Multicast Routing Protocol for Ad-Hoc Networks" proc. of ICOIN-16, 2002
- [12] L. Ji, and S. Corson, "Differential Destination Multicast-A MANET Multicast Routing Protocol for Small Groups" proc. of INFOCOM '01, 2001