

Ad Hoc네트워크에서 효율적인 코어-기반 멀티캐스트 트리 구축[†] (An Efficient Core Migration Protocol for Tree Building in Mobile Ad Hoc Multicast Protocol)

이 창 순* 김 갑 식**
(Chang-Soon Lee, Kap-Sik Kim)

요약 에드 혹 네트워크는 네트워크 기반 구조가 없는 환경에서 이동하는 호스트들만으로 구성되는 무선 이동 네트워크이다. 제약과 예측이 불가능한 이동성과 노드의 프로세싱 및 파워 제약으로 인해 에드 혹 네트워크에서의 라우팅 문제는 고정 네트워크와는 또 다른 고려가 필요하다. 에드 혹 네트워크가 물리적으로 브로드캐스트 네트워크라는 특성과 활용도가 높을 것으로 예상하는 응용들의 특성으로 인해 에드 혹 네트워크에 대해서는 유니캐스트 라우팅과는 별도로 멀티캐스트 라우팅 프로토콜에 대한 연구가 이루어져 왔다. 본 논문에서는 지금까지 문헌에 제안되어 온 주요한 에드 혹 네트워크 멀티캐스트 라우팅 프로토콜들을 살펴보고, 그 특성을 분석하며 이에 대한향후 연구 방향을 제시하였다.

핵심주제어 : 에드 혹, 라우팅, 유니캐스트, 멀티캐스트

Abstract Ad-hoc is the wireless network and consists of moving Hosts in environments which don't have a network-based Frame. Because ad-hoc is considered as broadcast network and network which has useful benefits, multicast routing protocols have been studied on ad-hoc network. For this work we scrutinized ad-hoc and multicast routing protocols presented in previous works. And we presents a protocol for Ad-hoc network.

Key Words : Ad Hoc, Routing, Unicasting, multicasting

1. 서 론

Ad Hoc 네트워크는 라우터나 기지국과 같은 유선 네트워크 기반 구조 없이 순수 무선 호스트들만으로 구성되는 네트워크이다. 따라서 재난 지역, 탐색 및 구조 작업, 전시 등과 같은 위급 상황에서 주로 사용되는 네트워크이다. Mobile Ad Hoc Networks (MANET)의 특징으로는 첫째,

동적인 망 구성이 가능하다. 노드들은 이동성을 가지기 때문에 임의의 망 구성이 가능하며, 이동 경로를 예측할 수 없다. 둘째, 자원의 제약을 갖는 망이다. 무선 네트워크의 특징상 대역폭이 제한, 에너지 제한, 노드의 능력이 제한된다. 셋째, 제한된 물리적인 보안 기능이 미약하다. 망 자체가 동적으로 변화하기 때문에 보안이 보장되지 않는 채널로 전송하기 때문에 보안기능에 문제가 발생할 수 있다. 넷째, 장치호스트의 라디오 전파 범위의 제약으로 인해 기존의 무선 네트워크와는 달리 무선 도메인에서의 경로가 다중 홉으로 구성된다.

[†] 이 논문은 2002년도 대구한의대학교 교내연구비 지원에 의한 논문임.

* 대구한의대학교 멀티미디어학부

** 대구산업정보대학 컴퓨터정보계열

기존의 유선 기반 멀티캐스트 프로토콜은 유선 망에서 효과적인 멀티캐스트를 제공했지만, 그러나 고정망에 적합한 프로토콜들은 노드의 이동과 빈번한 토폴로지 변화로 인한 MANET에서는 효과적인 서비스를 제공하지 못했다. 무선망을 기반으로 하는 Ad Hoc 망상에서 멀티캐스트 서비스를 수행하는 것을 Ad Hoc 멀티캐스트라고 한다. 그 목적이므로 일 대 일 통신 혹은 다중점-대-다중점 형태의 통신이 필요한 경우가 많다. 또한, Ad Hoc 네트워크는 무선 네트워크의 특성과 이동성 때문에 멀티캐스트 형태의 통신을 효율적으로 지원하기에 매우 어려운 네트워크이다. 가용 대역폭 및 전력 양 등의 자원 제약과 더불어 네트워크 토폴로지가 동적으로 예측할 수 없이 변화한다는 특성으로 인해 에드 혹 네트워크에서의 라우팅에 관해서는 기존의 고정 네트워크와는 다른 여러 가지 문제들이 고려되어야 한다. Ad Hoc 멀티캐스트에서 발생하는 주요 문제는 멀티캐스트 그룹의 멤버들이 임의의 지점으로 이동하며, 노드의 이동으로 인한 Distribution tree의 재구축과정에서 루프(loop)가 발생할 수 있으며, 다이나믹한 그룹 멤버들과 인접한 노드들의 이동으로 인한 전송 경로의 지속적인 업데이트가 발생하기 때문에 네트워크에 많은 오버로드를 발생시킨다. Ad Hoc 네트워크에서 많은 오버로드를 발생시키며 이로 인한 네트워크 성능을 감소시키는 대표적인 요인으로는 노드 이동으로 인한 멀티캐스트 트리를 재구축하는 과정이라고 볼 수 있다. 이 멀티캐스트 트리를 구축하는 방법으로는 트리기반 기법(tree based approach), 메쉬기반 기법 (meshed based approach), 스테이트리스 멀티캐스트 기법 (stateless multicast approach) 그리고 하이브리드 기법 (hybrid approach)로 나누어 볼 수 있다. 프로토콜은 링크 상태(link state) 혹은 거리 벡터(distance vector)와 같은 글로벌한 라우팅 구조를 사용하는데, 토폴로지 변화가 계속해서 일어나게 되면 이들 라우팅 벡터나 링크 상태 테이블을 교환하기 위한 대역폭 및 프로세싱 오버헤드가 자원 제약이 상대적으로 큰 에드 혹 네트워크에 지나치게 많이 발생하게 된다.

본 논문에서는 Ad Hoc 망 구성시 많은 오버헤드를 발생하는 멀티캐스트트리의 코어의 구성

과 노드 이동에 따른 코어 노드 재구성의 문제를 해결하기 위한 방안을 제안하며, 우리의 스킴은 단말 노드로부터 중앙 노드 쪽으로 노드를 탐색하므로 빠른 코어 설정과 노드 이동에 따른 동적인 특징을 갖는 적응적인 코어 설정 프로토콜이다.

본 논문의 구성은 다음과 같이 구성되어 있다. 먼저, Ad Hoc 네트워크의 특징과 Ad Hoc 멀티캐스팅의 특징, 문제점 그리고 종류를 나타냈으며, 2장에서는 Ad Hoc 멀티캐스팅과 관련된 기술을 살펴보고, 3장에서는 우리가 제안한 내용들을 살펴보고, 4장에서는 시뮬레이션을 통한 우리 연구들을 살펴보고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 과제를 제시하고 마친다.

2. 관련 연구

최근 에드 혹 망의 효율적인 멀티캐스팅을 위해 많은 새로운 프로토콜들이 다양하게 연구되고 있다. 이러한 프로토콜들을 크게 분류하자면, 먼저, 송신원으로부터 각 수신원에 대해 유일한 최단 경로가 결정되어 이를 통해 데이터를 전달하는 트리 기반(Tree-based) 방식이다. 트리 기반의 프로토콜로 제안된 것으로는 AMRoute(Adhoc Multicast Routing)[1]와 AMRIS(Adhoc Multicast Routing protocol utilizing Increasing id-numberS), Multicast Ad Hoc On-demand Distance Vector Protocol(MAODV)등이 있다. 대표적인 AMRIC 프로토콜의 특징으로는 멀티캐스트 세션에서 멀티 전송과 멀티 수신을 지원하기 위해 공유 멀티캐스트 전송 트리를 구축하는 On-demand 프로토콜이며, 각 멀티캐스트 멤버 세션의 각 노드에서 Id를 동적으로 생성하며, 노드의 ID기반의 멀티캐스트 전송 트리가 만들어 지고 트리 중에서 가장 작은 번호를 가진 노드를 중심으로 트리가 만들어진다. 메쉬 기반의 프로토콜은 트리 기반 방법과는 반대로 소스노드와 수신자 노드의 쌍 사이에서 다중 전송경로를 갖는다. 망의 접속형태가 자주 바뀌는 MANET에서는 트리 기반 프로토콜에 적당하지 않은 프로토콜이다. 그러나 메쉬 기반 프로토콜은 대체 경로의 유연성

때문에 트리기반 프로토콜보다 링크가 단절된 경우에도 수신자에게 데이터를 전송할 수 있다는 특징 때문에 우수한 성능을 보인다. 대표적인 것으로는 ODMRP (On-Demand Multicast Routing Protocol)[3],[4],[5]와 CAMP (Core-Assisted Mesh Protocol)[6] 등이 있다. ODMRP는 멀티캐스트 그룹의 송신원마다 메쉬를 만드는 반면, CAMP는 멀티캐스트 그룹의 공유 메쉬를 만들어 데이터를 전송한다. ODMRP의 특징으로는 멤버쉽과 멀티캐스트 경로들은 소스의 요구에 의해 업데이트되고 설정된다. 또한 멀티캐스트 그룹에 다른 경로를 갖고 있지 않고, 소스가 보낼 패킷이 있다면, 전체 네트워크를 대상으로 Join-Query 제어 패킷을 방송한다.

Stateless Multicast 프로토콜은 트리기반 프로토콜과 메쉬기반 프로토콜은 시간 내에 creating과 전송에서 발생하는 오버헤드를 가지는데, MANET의 환경에서는 트리/메쉬를 유지하는데 많은 오버헤드를 가지기 때문에 이러한 문제를 줄이기 위해 스테이트리스 멀티캐스팅 프로토콜이 제안되었다. 스테이트리스 프로토콜의 대표적인 종류로는 Differential Destination Multicast(DDM)을 들 수 있다. DDM 프로토콜은 어떤 크기의 동적인 네트워크에서 동작하는 작은 멀티캐스트 그룹을 의미하며, 특별한 데이터의 헤드를 가진 멀티캐스트 데이터 패킷의 멀티캐스트 주소를 인코딩하여 사용한다.

Hybrid Approaches은 MANET에서 멀티캐스트를 제공하기 위한 프로토콜인데, 트리기반 프로토콜에 비해 낮은 robustness의 대가로 높은 데이터 포워딩 효율을 제공한다. 그러나 메쉬기반 접근 방법은 더 높은 포워딩 오버헤드와 네트워크 로드 증가의 대가로 더 나은 robustness를 제공한다. 대표적인 프로토콜로는 AMRoute, MCDAR 프로토콜이 있다.

3. 적응적 코어선택

우리의 목적은 효율적인 코어 선택과 노드의 이동에 따른 코어 재선택 방법을 제공함으로써 멀티캐스트 어플리케이션에서 제공하는 QoS를

보장하는 Ad Hoc 멀티캐스트를 제공하는 것이다.

요청하는 코어 선택 알고리즘은 요구하는 노드 메트릭에 따라서 최적의 멀티캐스트 트리를 생성하기 위해 최적의 코어를 선택한다. 다음의 인자들이 멀티캐스트 트리 구축에 주요한 오버헤드를 가진다. 코어 선택에서 명시적 혹은 묵시적으로 코어 선택에 참여하는 노드의 수, 교환되는 메시지의 수, 알고리즘이 수행되는 시간, 요청되는 메트릭에 따른 최적의 코어 선택으로 나누어 볼 수 있다.

본 논문에서 우리는 효율적인 코어 선택 알고리즘을 제시하며, hop-by-hop에 의한 탐색으로 코어를 결정하며, 선택된 코어는 평균적으로 거리뿐만 아니라, 노드 수에 있어서도 중간 값을 가지게 됨을 볼 수 있다.

코어 노드 탐색 알고리즘

1. 만약 단말 노드이면, 노드 탐색 시작
2. 부모 노드를 만날 경우 기다림, 만약 한쪽 자식 노드가 없을 경우 진행
3. 탐색한 부모 노드가 다른 노드의 자식 노드이면,
4. 만약, 다른 자식이 있다면, 대기 그렇지 않다면, 진행
5. 부모 노드끼리 만날 경우 많은 자식을 가진 노드가 후보 코어 노드로 선택.
6. 후보 노드가 또 다른 노드의 자식일 경우 부모노드 쪽에서 만나게 되는데 이 경우 다른 가지의 노드와 비교 후 최종 노드 선정.
7. 모든 단말노드에서 위의 과정을 반복함으로써 최종적으로 네트워크 중앙부분에서 만나게 된다.

3.1 프로토콜 설계

다음의 그림 1은 위에서 예시한 알고리즘의 기반으로 어떻게 우리가 제안한 알고리즘이 동작하는가를 나타낸다.

그림 1에서 노드의 구성 형태를 나타냈으며, 노드의 탐색은 단말 노드로부터 시작해서 중앙으로 이동하며 최적의 코어 노드를 찾게 된다.

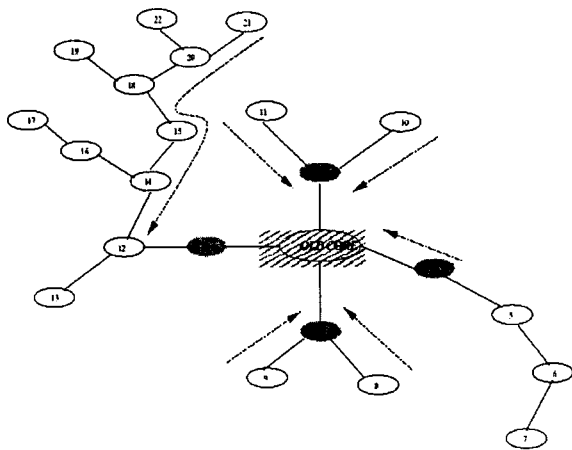


그림 1. 멀티캐스트 네트워크 망구성의 예

먼저 그림 2에서 단말 노드인 22와 21에서 시작하고 2번째 단계에서 탐색은 노드 20에서 만나게 된다. 단말 노드 오른쪽 가지와 왼쪽 가지의 수가 동일하므로 노드 20이 임시 코어 노드가 된다. 다음 단계에서 노드 18번은 왼쪽가지는 노드 19 하나를 가지고 오른쪽 가지는 노드 20번을 가지고 노드 20번은 노드 22와 21의 부모 노드가 된다. 이 경우 노드 19번은 노드 20이 진행될 때까지 노드 18에서 한 홉 진행 시간 만큼 대기한다.

이에 대한 과정을 그림 3에서 나타내었다.

노드 탐색과정 중 전체 탐색과정을 종료하고 최종 부모 노드가 만났을 경우 최종 노드 탐색과정을 그림 4에서 나타낸다.

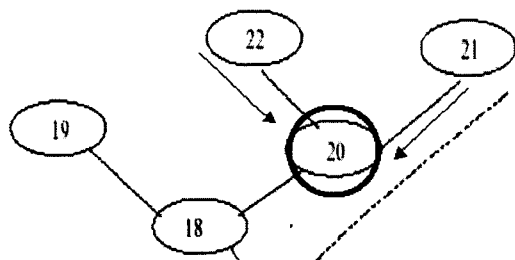
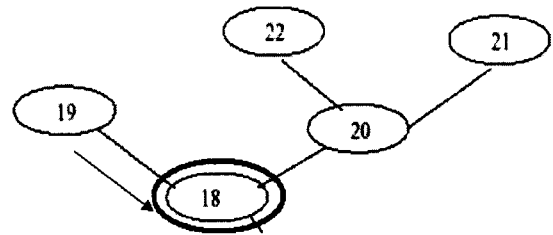


그림 2. 노드 탐색과정



노드 19번 대기

그림 3. 노드 탐색 중 대기하는 과정

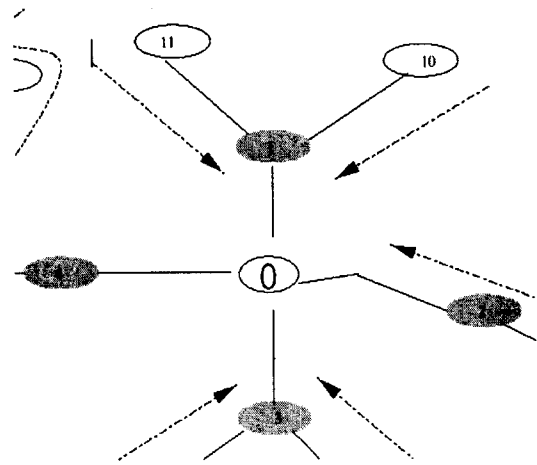


그림 4. 최종 코어노드 탐색과정

그림 4에서 가장 많은 노드를 가진 4번 노드가 최종적인 코어 노드로 선정된다.

3.2 코어 노드 이동

코어 노드로 선정된 노드 4번은 주기적으로 노드의 개수를 파악하고 특정한 값 이상으로 노드의 이동이 발생할 경우 코어 노드 이동을 시작하며 이동은 노드의 수가 많은 쪽으로 이동하게 된다. 다음의 그림 5와 같다.

4. 시뮬레이션

우리는 본 논문에서 시뮬레이션을 통한 성능을 분석하였으며, 어떤 주어진 시간에 모든 노드는 연결되었으며, 일정한 형태의 트리가 구성되었다고 가정을 했다. 각 노드간 발생하는 딜레이

는 동일하며, 시뮬레이션은 단말 노드로부터 시작하며, 코어 설정과 재설정에 우리가 제안한 방식이 그림 6에서와 같이 좋은 성능을 가지게 된 것을 볼 수 있었다.

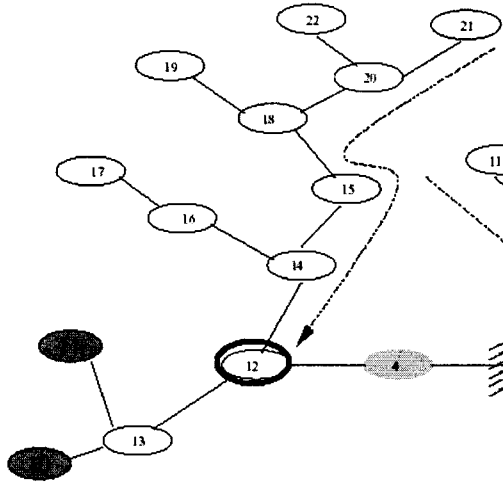


그림 5. 노드 이동에 따른 코어 재선정

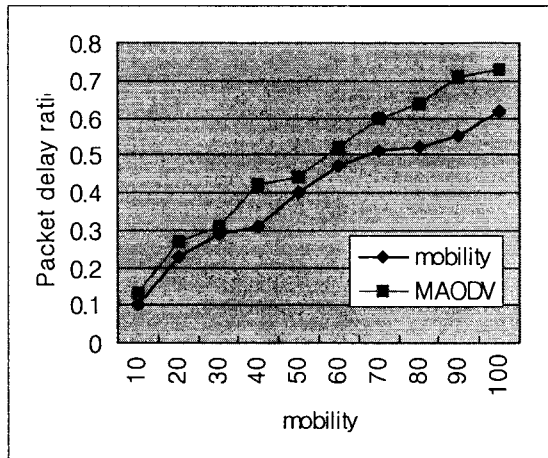


그림 6. 패킷 전송 Delay

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서 제안한 프로토콜과 기존의 프로토콜을 시뮬레이션을 통해서 성능을 확인했으며, 이동 속도에 따른 패킷 전송 딜레이를 확인할 수 있었으며, 항우 송신원수, 멀티캐스트 그룹의 규모, 트래픽 부하 등에 따라 프로토콜의 성능이 어떻게 영향을 받는지를 상세하게 살펴 봐야 하겠다.

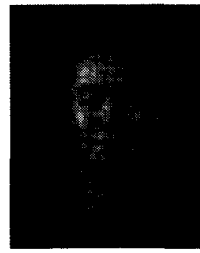
그리고 향후 좀더 상세한 프로토콜을 Ad Hoc 망 환경에서 구현하고 시뮬레이션 함으로써 좀더 명확한 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있으며, 프로토콜의 절차상에서 좀더 세밀한 연구가 진행되어야 하겠다.

참고 문헌

- [1] E. Bommaiah, M.Liu, A. McAuley, and R. Talpade, "AMRoute:Ad-hoc Multicast Routing Protocol," Internet-Draft, draft-talpade-manet-amroute-00.txt, Aug. 1998.
- [2] 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, Nov.1998.
- [3] Sung - Ju Lee, Mario Gerla, Ching - Chuan Chiang , "On-Demand Multicast Routing Protocol", InProceeding of IEEE WCNC' 99. New Orleans , LA, Sep. 1999.
- [4] Sung - Ju Lee, Willian Su, Mario Gerla, "On- Demand Multicast Routing Protocol (ODMRP) for Ad Hoc Networks", Internet Draft, draft- ietf- manet- odmrp- 02.txt, July. 2000.
- [5] Sung- Ju Lee, Willian Su, Mario Gerla, "Ad hoc Wireless Multicast with Mobility Prediction," In Proceeding of IEEE ICCCN' 99, New Orleans , LA, Sep.1999.
- [6] J.J. Garcia- Luna- Aceves , E.L. Madruga, "The Core- Assisted Mesh Protocol," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 17, no.8, Aug . 1999.
- [7] Sung-Ju Lee, William Su, Mario Gerla, and Rajive Bagrodia, "A Performance Comparison Study of Ad Hoc Wireless Multicast Protocols," In Proceeding of Inforcom' 2000.
- [8] Ching-Chuan Chiang, Mario Gerla, L. Zhang,

"Forwarding Group Multicast Protocol (FGMP) for Multihop, Mobile Wireless Networks", Baltzer Cluster Computing, vol.1, no.2, 1998.

- [9] IEEE Computer Society LAN MAN Standards Committee, Wireless LAN Medium Access Protocol (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification, IEEE Std 802.11- 1997. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, 1997.
- [10] UCLA Computer Science Department Parallel Computing Laboratory and Wireless Adaptive Mobility Laboratory, GloMoSim: A Scalable Simulation Environment for Wireless and Wired Network Systems. <http://pcl.cs.ucla.edu/projects/domains/glomosim.html>
- [11] M.S. Corson and J. Macker, "Mobile ad hoc Networking (MANET) : Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations," Request For Comments 2501, Internet Engineering Task Force, Jan. 1999.
- [12] S.Corson, J. Macker, "Mobile Ad hoc Networking (MANET):Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations ", RFC2501, Jan. 1999.
- [13] J.Jubin and J. Tornow, "The DARPA Packet Radio Network Protocols", Proceeding of the IEEE, vol 75(1):21- 32, 1987.
- [14] Internet Engineering Task Force (IETF) Mobile Ad Hoc Networks (MANET) Working Group Charter, <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>.



이 창 순 (Chang-Soon Lee)

1981년 2월 경북대학교
전자공학과 졸업(공학사)
1983년 2월 경북대학교 대학원
전자공학과 졸업(공학석사)
1993년 2월 경북대학교 대학원
전자공학과 졸업(공학박사)

1993년 3월~현재 대구한의대학교 멀티미디어학부
부교수

관심분야 : 정보보호론, 컴퓨터네트워크



김 갑 식 (Kap-Sik Kim)

계명대학교 일본학과 졸업
문학사
경일대학교 전자계산학과
졸업공학사

계명대학교 경영정보학과 졸업경영학석사
대구가톨릭대학교 경영학과 생산 및 경영정보학전공
경영학박사

현재 대구산업정보대학 컴퓨터정보계열 교수
관심분야 : 데이터웨어하우징, 중소기업정보화