

Ad Hoc Mobile Wireless Network에서 효과적인 Multicast Tree구축 기법

김영현^U 최종원
숙명여자대학교 전산학과
{hyunyk, choejn}@cs.sookmyung.ac.kr

Tree construction scheme for efficient Multicast in Ad Hoc Mobile Wireless Networks

Young-Hyun Kim^U Jong-Won Choe
Department of Computer Science, Sookmyung Women's University
<http://commlab.sookmyung.ac.kr>

요 약

무선 Ad-hoc 네트워크는 어떠한 하부구조와 중앙관리의 도움 없이 임시 네트워크를 구성하는 무선 이동 호스트들의 집합이다. Ad-hoc 네트워크에도 오디오/비디오 등의 컨퍼런스가 열릴 수 있으며, 이때 다중의 호스트에 데이터를 전달하는 멀티캐스트 작업이 필요하다. Ad-hoc 네트워크에서는 네트워크 토폴로지의 동적인 변화로 인하여 전송경로가 변동되는 문제가 발생될 수 있다. 따라서 기존의 유선 네트워크에서 사용하던 트리 구축방법을 사용할 수 없다. 이러한 문제를 미리 예측하기 위하여 게이트웨이 호스트들의 이동성을 단계별로 분류한 것과 결합도를 전송하여 트리를 구축함으로써 호스트들의 이동에 따른 트리상의 경로가 끊어질 확률을 줄여 트리 재구축으로 소모되는 시간과 경비를 줄일 수 있다.

1. 서론

무선 Ad-hoc 네트워크는 유선 기반 네트워크가 구축되어 있지 않은 곳에서 어떠한 하부구조와 중앙관리의 도움 없이 손쉽게 임시 네트워크를 구성하는 무선 이동 호스트들의 집합이다. 이러한 Ad-hoc 네트워크는 유선 기반 네트워크가 상실된 상황에서 군사용 전술통신이 주된 적용분야이다. 자연 재앙이나 범 집행 과정, 상업용과 교육용, 그리고 센서 네트워크 등으로 적용분야를 넓혀가고 있는 상황이다[1]. 그러나, 라우터의 기능을 가지고 있는 이동 호스트들의 집합인 Ad-hoc 네트워크 환경에서는 네트워크의 구성이 동적으로 자주 변경되고 서로간의 단절이 잦기 때문에 기존의 고정 네트워크에서 사용하던 라우팅 프로토콜을 그대로 사용할 수 없다. 기존의 라우팅 프로토콜은 주기적인 메시지 교환을 요하기 때문에 Ad-hoc 네트워크에서의 사용가능 대역폭을 낭비하는 문제 등으로 인하여 기존의 라우팅 프로토콜은 사용할 수 없다.

Ad-hoc 네트워크에서의 단일전송 라우팅기법으로는 AODV[2], DSR[3], TORA[4], ZRP[5], CBRP[6] 등이 제안되어 있으며, 다자간 전송 프로토콜로는 ODMRP[7], AMRIS[8], AMRoute[9], MAODV[10] 등이 제안되어 있다. 이 다자간 전송 프로토콜의 특징은 Ad-hoc 네트워크의 동적인 변경으로 인하여 트리구축 후 경로가 손실되는

문제가 발생하고 있다. 이에 본 논문은 호스트들의 이동성과 결합정도를 고려한 트리를 구축하여 호스트들의 이동으로 인한 트리 재구축시에 효율적으로 대처할 수 있는 기법을 제안한다. 이를 위해 2장에서는 기존의 프로토콜들의 특성과 문제점을 살펴본 후에, 3장에서는 본 논문에서 제안한 이동성을 고려한 트리 구축기법을 살펴보고 4장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

Ad-hoc 네트워크에서 멀티캐스트 통신에 대한 연구는 ODMRP, AMRIS, AMRoute, MAODV가 제안되어 있다. 위 프로토콜들의 공통적인 특징은 최적의 프로토콜보다는 단순한 프로토콜을 선호한다는 것이다. ODMRP는 단순하다는 장점을 가지고 있으나, 네트워크의 형상변화와 멀티캐스트 그룹변화에 늦게 대응하며 주기적인 테이블 정보의 전파로 인해 대역폭을 낭비하는 단점이 있다. AMRIS는 주기적인 메시지의 전송이 필요없는 장점이 있으나, 기본적인 Ad-hoc네트워크에서의 브로드캐스트 성질을 활용하지 못한 단점이 있다. AMRoute는 mesh를 이용하여 사용자-멀티캐스트 트리를 생성하여 경로를 설정하는 방법을 사용하기에 트리의 변경이 불필요하지만, 코어 선택시에 많은 비용이 드는 단점이 존재한다. MAODV는 이동 호스트들로 인해 동적으로 변경되는

네트워크의 연결을 단방향의 공유 멀티캐스팅 트리를 이용함으로써 계산과정을 축소하였고, 메모리 사용을 절약한다는 새로운 기법을 제안하고 있다. 또한 멀티캐스트에 관한 관리를 트리를 사용하는 기법과 달리 mesh를 통해서 관리하는 기법도 제안되고 있지만, 정기적인 메시지를 전송해야 되므로 Ad-hoc 네트워크의 대역폭을 낭비하는 문제가 발생하게 된다. 역시 Ad-hoc에서도 그룹의 가입·탈퇴등 멀티캐스트의 관리기법으로 대부분 트리를 사용하고 있다. 송신자 기반 트리를 사용하는 경우에는 최적 트리 생성이 가능하지만, 멀티캐스트의 규모가 커질 경우에는 그룹마다의 트리를 구성한다는 단점이 있다. 따라서 하나의 그룹에 대한 트리를 공유하는 공유 트리를 이용하여 멀티캐스트 그룹을 관리하는 것이 대부분이다.

이에 본 논문에서는 멀티캐스트를 위한 경로설정의 관리를 공유 트리를 사용한다고 가정하고, 공유 트리 구축시에 호스트들의 이동성과 결합도를 이용하여 멀티캐스트 트리의 링크가 끊어지는 확률을 낮추고 트리 재구축 시에 시간을 줄일 수 있는 방법을 제안한다.

3. 시스템 모델과 제안기법

3.1 시스템 모델

Ad-hoc 네트워크는 사용가능 대역폭, 네트워크 구성의 변화등이 기존의 유선네트워크와는 매우 다른 성질을 가지고 있다. 본 논문의 기법이 적용되기 위해서는 다음과 같은 시스템 모델의 가정이 필요하다.

- 경로상 중간 호스트(중간 클러스터헤드)는 라우터의 역할을 수행한다.
- 게이트웨이 호스트는 자신의 이동속도를 알고 있다.
 - 게이트웨이 호스트란 클러스터의 경계 호스트로써 다른 클러스터로의 연결을 담당하는 호스트를 지칭한다.
- 호스트들간에 클러스터가 구축되어 있고, 클러스터헤드가 이미 선출되어 있다.

첫 번째 전제는 Ad-hoc 네트워크에서 한 이동 호스트가 직접 통신할 수 없는 다른 이동 호스트에게 패킷을 전송하기 위해서 반드시 필요하다.

두 번째 전제하에서 게이트웨이 호스트가 자신의 이동속도를 클러스터헤드에게 전송한다. 이 정보는 멀티캐스트 트리구축시 중간 전달자로 클러스터헤드가 포함되는 경우 이용한다. 즉, 소스노드에서 수신노드로 연결되는 거리가 같은 경로가 다수 존재하는 경우 이동 속도가 낮은 게이트웨이를 포함하는 경로 선택시 사용된다.

세 번째 전제는 멀티캐스트 트리의 구성요소가 클러스터헤드이기 때문에 필요하다. 클러스터헤드 선출에 관련된 알고리즘은 Least Cluster-head Change (LCC)를 사

용한다. 이는 최하위 ID나 결합도를 가지고 클러스터헤드를 선출하는 알고리즘보다 실행의 정도가 월등하다 [11]. LCC 알고리즘이 작동되기 위한 조건은 2가지이다.

- (1) 클러스터헤드가 이동하여 하나의 클러스터 내부로 들어오는 경우에 이 두개의 노드 중에서 한 노드는 클러스터헤드에서 일반 노드로 변경된다.
- (2) 클러스터헤드가 클러스터 내부의 어떤 노드와도 연결되지 않은 상태가 되면 클러스터헤드를 변경한다.

Ad-hoc 네트워크에서 데이터 전송시 요구 사항은 다음과 같다.

- 노드의 이동성을 고려해야 한다.
- 라디오 채널상으로 데이터가 브로드캐스트되므로 주기적인 메시지전송은 피해야 한다.

3.2 제안 기법

트리 구축기법에 앞서 알고리즘에서 이용되는 이동성 자료는 클러스터가 구축되면서 클러스터헤드에 다음과 같이 저장되어 있다.

- 이웃하고 있는 클러스터헤드의 ID
- 이웃하고 있는 클러스터로 연결하는 게이트웨이의 이동성 정도

[그림 1] 클러스터헤드 내의 이동성 자료

클러스터가 재구축 되는 경우에도 역시 게이트웨이 호스트들이 위와 같은 정보를 새로운 클러스터헤드에게 전송한다. 클러스터헤드 선출에 대한 시간은 고려하지 않아도 된다. 클러스터 유지 프로토콜이 클러스터의 동적인 구조 변형에 대응하기 위해서 계속 실행되고 있으며, 전체 네트워크의 크기를 N이라고 할 때, 이 크기에 상관없이 클러스터 유지 프로토콜의 작업을 통해 다시 클러스터가 재구축되는 시간은 $O(1)$ [12]이므로 프로토콜을 계속 실행하는 것은 문제가 되지 않는다.

본 논문에서 제시하는 결합성과 이동성을 고려한 트리 구축기법은 다음과 같은 절차로 이루어진다.

1. 루트 선택
2. 그룹멤버들이 포함된 mesh 생성
3. Mesh상에서 그룹멤버들을 연결하는 bonding 그래프 생성
4. 위 bonding 그래프에서 link의 bonding strength 계산
5. Minimum spanning tree를 구축

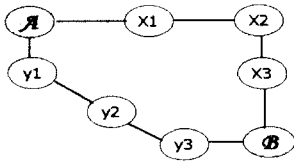
[그림 2] 이동성을 이용한 트리 구축 기법

루트란 mesh 구축시 mesh를 관리하는 코어를 지칭하는 것이다. 소스 노드가 포함되어있는 클러스터의 헤드

를 루트로 선택한다.

그룹멤버들이 포함된 mesh는 클러스터헤드로 구성된 그래프이다. Mesh를 구축하였을 당시에는 루프가 발생할 수 있으나, 트리 구축 후 루프는 소멸된다. Mesh를 구축한 후 트리를 구축함으로써 노드들의 빈번한 움직임에 대처 할 수 있는 경로가 생성된다.

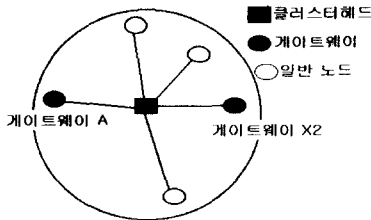
클러스터헤드로 구성된 mesh에서 bonding그래프를 구축하다 보면 [그림 3]과 같은 부분이 발생할 수 있다.



[그림 3] mesh 구축

A와 B가 모두 멀티캐스트의 멤버라고 할 때 이 둘을 연결하는 경로는 [A,X1,X2,X3,B]와 [A,Y1,Y2,Y3,B]가 존재하며 링크상의 거리는 동일하다. 이동 속도가 느린 게이트웨이 노드는 클러스터를 벗어나는 속도 또한 느리게 되며, 이로 인한 이웃 클러스터와의 연결상태의 변화도 느리게 된다.

[그림 3]에 나타난 두 가지 경로에서 각 노드의 이동성 정도를 더한 후(연결 링크의 bonding strength의 계산), 이동성이 작은 경로(Y노드들로 이루어진 경로)를 선택하는 방법으로 경로를 생성하는 것이 경로가 단절될 확률이 적어진다. 즉, [그림 3]에서 X1,X2,X3로 이루어진 경로의 이동성이 나머지 다른 경로보다 무척 크며, 특히 클러스터 X1의 [게이트웨이A]의 이동성이 매우 큰 경우(클러스터 X1의 내부는 [그림 4]와 같음), [게이트웨이A]가 클러스터 A쪽으로 움직이거나(이 경우는 클러스터 A의 내부로 들어가서 클러스터 A의 노드가 됨), 클러스터 헤드쪽으로 움직이는 경우 게이트웨이로서의 역할이 끝나게 되며, 이런 경우 클러스터 A로의 연결이 끊어지게 된다.



[그림 4] 클러스터 내부

이와 같이 클러스터내부 게이트웨이 노드의 이동성이 작은 경로를 선택하면, 트리 구축 후에 경로가 단절될 확률을 줄이면서 멀티캐스트 트리를 생성할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 기존의 네트워크에 비해 링크의 파괴나 생성이 빈번한 Ad-hoc 네트워크에서 멀티캐스트 트리가 좀더 유연하며 견고하게 구축하는 기법을 제시하였다. 이는 트리의 구성노드인 중간 클러스터헤드의 결합정도(mesh를 사용)와 이동성을 메시지로 전송하고 이를 트리 구축시 노드사이의 경로를 결정하는 값으로 사용함으로써 멀티캐스트를 위한 트리의 링크가 끊어지는 확률을 줄임으로 트리의 재구축으로 소모되는 시간을 단축하는 기법이다. 이는 단순히 노드들의 이동성만을 고려한 것이므로, 이와 더불어 멀티캐스트에 가입하고 탈퇴하는 경우의 것도 고려해야 할 것이다. 이 경우에 제안된 기법의 실험적인 검증이 필요하며, 또한 이동성의 계층을 일반화하는 실험을 요한다.

5. 참고문헌

- [1]. 김동완, 이성식, "이동AdHoc네트워크기술개요", <http://ktwww.kotel.co.kr/itj/documents/2000/itr03-2000300.htm> 2000.
- [2]. C.E. Perkins, and E.M. Royer "Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing", Internet Draft ,Oct. 1999
- [3]. T. Imielinski and H.F. Korth, "Mobile Computing", Kluwer Academy Publishing. 1996
- [4]. V. D. Park and M. S. Corson, "Temporally-Ordered Routing Algorithm (TORA)", Internet Draft ,Oct. 1999.
- [5]. Z.J.Hass and M.R. Pearlman, "Evaluation of the Ad-Hoc Connectivity with the Zone Routing Protocols", Internet Draft, 1999
- [6]. M.jiang,J.Li, and Y.C.Tay,"Cluster Based Routing Protocol (CBRP)", Internet Draft, 1999
- [7]. Sung-Ju Lee,W.Su ,and M.Gerla, "On-Demand Multicast Routing Protocol (ODMRP) for Ad Hoc Networks",Internet Draft, Jan, 2000
- [8]. C.W. Wu, Y.C Tay,and C-K Toh,"Ad-hoc Multicast Routing protocol utilizing Increasing id-numbers(AMRIS)", Internet Draft, Nov 1998.
- [9]. E.Bommaiah, M.Liu, A.McAuley,and R.Talpade,"Adhoc Multicast Routing Protocol", Internet Draft, 199
- [10]. E.M. Royer,and C.E.Perkins, "Multicast Ad hoc On-Demand Distance Vector (MAODV) Routing" ,Internet Draft, July. 2000.
- [11]. C.-C. Chiang, H-K. Wu, W. Liu, and M. Gerla. "Routing in clustered multihop, mobile wireless network with fading channel". In The IEEE singapore International Conference on Network, 1997.
- [12]. M. Gerla and J. T-C. Tsai. "Multicluster, mobile, multimedia radio network". ACM Journal on Wireless Network, 1995