이종 Ad-Hoc 라우팅 프로토콜 노드간의 네트워킹*

곽정남° 박일균 강남희* 김영한
숭실대학교, 다산네트웍스*
{muxxc1°, ikpark nalnal, yhkim}@dcn.ssu.ac.kr

Networking between Heterogeneous Ad-Hoc Routing Protocol Nodes

Jungnam Kwak° Namhi Kang and Younghan Kim
School of Electronic Engineering, Soongsil University, Korea

요 약

본 논문은 대 규모 MANET(Mobile Ad hoc Network) 에서 서로 다른 프로토콜에 의해 운용되는 노드들 간의 라우팅을 위한 방안을 제시한다. 이를 위해 존 마스터가 있는 계층적 MANET 구조를 가정한다. 존 마스터는 계층적 MANET을 형성하고 노드들을 존 단위로 관리하는 보조 인프라 노드이다. 또한 별도의 존 마스터간의 무선링크를 이용해 백본 망을 제공하여 효율적인 라우팅이 가능하다. 본 논문에서는 서로 다른 라우팅 프로토콜에 의해 동작되는 이종 노드간의 라우팅이 가능하도록 하기 위해 기존의 라우팅에 요구되는 확장 기능을 정의한다.

1. 서 론

MANET은 이동 노드들 간에 형성되는 고정된 인프라가 없는 네트워크이다. 모든 MANET 노드는 호스트이면서 라우터로서의 동작을 제공 한다. 이러한 MANET을 위한 라우팅 프로토콜은 크게 proactive와 reactive 방식의 두 가지 종류가 있다. 그러나 이 두 가지 방식은 노드의 이동성 때문에 큰 규모의 네트워크에서는 적합하지 못하다 [1]. 이를 해결하기 위해 기존의 라우팅 프로토콜을 응용한 hybrid 와 계층적 방식의 라우팅 기술이 연구되고 있다.

Hybrid 방식은 proactive와 reactive의 장점을 혼합한 라우팅 기술이다. 대표적으로 ZRP(Zone Routing Protocol)이 있다. ZRP는 홉 수로 존을 정의하고, 존 내부는 proactive 방식, 외부는 reactive 방식으로 동작 된다. 그러나 ZRP는 연산양이 많으며, 잠정적으로 비효율적인 문제가 있다 [2].

계층적 방식의 라우팅 기술은 클러스터헤더라 불리는 특별한 노드를 선출하고 주변 노드들과 클러스터를 형성한다. 클러스터헤더는 클러스터 간의 라우팅을 책임진다. 계층적 방식은 무작위로 퍼져 나가는 제어 메시지를 클러스터 단위로 제어하기 때문에 대 규모 망에 적합하다. 그러나 클러스터헤더를 정하기 위해 추가적인 제어 정보의 교환이 요구 되며, 노드들의 이동으로 인해 클러스터의 형성 및 유지가 어렵다.

존 마스터를 이용하여 계층적 방식이 갖는 문제를 해결 할 수 있다. 존 마스터는 MANET의 신뢰도와 대규모 확장성을 위해 제안 된 라우팅 보조 노드로서 클러스터헤더의 역할을 수행 한다 [3]. 그러므로 존 마스터가 있는 MANET은 클러스터헤더의 선출을 위한 오버헤드 없이 계층구조를 형성 한다.

기존에 연구되고 있는 라우팅 기술은 MANET 노드가 같은 라우팅에 의해 동작되는 환경을 고려하고 있다. 그러나 현재 두 가지 방식의 라우팅은 나름대로의 특징을 갖고 있기 때문에 이동 노드들은 응용에 따라 적합한 라우팅 프로토콜을 탑재 할 것이다. 만일 다른 라우팅 기법에 의해 동작되는 노드들이 서로 통신을 하고자 한다면 프로토콜의 차이로 인해 실패 할 것이다. 본 논문은 이와 같은 이종 노드간의 통신을 위한 방안을 제시 하고 있다. 또한, 존 마스터를 이용하여 대규모 MANET을 고려하였다.

본 논문의 2장에서는 기존의 관련 연구에 대해 정리하였다. 3장에서는 존 마스터를 이용하여 형성하는 MANET 구조에 대해 자세히 살펴보고, 이를 응용하여 이종 노드간의 라우팅을 위한 방안을 4장에서 설명한다. 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

본 절에서는 기존에 연구되어온 MANET 라우팅 기법들을 방식별로 비교한다.

2.1 Proactive 라우팅

Proactive 라우팅은 주기적인 메시지를 교환하여 MANET의 토폴로지 정보를 트래픽 발생과 관계없이 항상 유지하기 때문에 상위계층에서 트래픽 발생 했을 경우 별도의 지연 없이 라우팅이 가능하다. 대표적으로 OLSR (Optimal Link State Routing), TBRPF(Topology Dissemination Based on Reverse-Path Forwarding) 프로토콜이 있다.

예를 들어 OLSR은 기존의 Link State 라우팅 프로코콜을 이

* 본 연구는 21 세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스컴퓨팅 및 네트워크 원천 기반 기술 개발사업의 지원에 의한 것임

동 노드를 위해 수정한 라우팅 프로토콜이다. 특히 MPR (Multipoint relay)를 이용하여 브로드캐스트 되는 패킷의 수를 줄인다. 각 노드들은 HELLO 메시지를 이용하여 이웃하는 노드와 두 홉 거리의 노드들을 관리하며, 이를 토대로 MPR을 선택한다. 또한 HELLO 메시지를 이용하여 자신이 선택한 MPR을 알리며, 이를 토대로 자신을 MPR로 선택한 노드들의 리스트인 MPR selector를 계산한다. 3홉 이상의 노드들에 대한 정보는 MPR selector를 담은 TC (Topology Control) 메시지를 수신하여 계산한다.

위와 같은 proacitve 방식의 라우팅 프로토콜은 노드수가 많아지거나 망의 규모가 커질수록 각 노드의 라우팅 테이블 개체수와 주기적인 메시지가 많아지기 때문에 효율적이지 못하다.

2.2 Reactive 라우팅

Reactive 라우팅은 proactive와는 달리 주기적인 정보 교환이 없다. 그러나 경로를 모르는 트래픽이 발생한 경우 경로탐색 과정을 통해서 목적노드를 찾는다. 이러한 이유에서 On demand 방식이라고도 불리기도 한다. Reactive 방식의 대표적인 프로토콜로서는 AODV (Ad hoc On demand Distance Vector)와 DYMO (Dynamic MANET On demand), DSR (Dynamic Source Routing) 등이 있다. 대부분의 프로토콜은 유사한 경로탐색 과정을 갖는다.

경로탐색 과정은 찾고자 하는 노드의 IP 주소를 담은 경로 요청 메시지(RREQ)를 브로드캐스트 함으로서 시작 된다. 이 메시지를 받은 주변 노드는 자신이 목적지인지 아닌지를 판단하고, 자신이 목적지이면 응답메시지(RREP)를 유니 캐스트 한다. 그러나 자신이 목적지가 아니거나 목적지에 해당하는 경로를 모르는 경우 받은 메시지를 다시 브로드캐스트 함으로서 망 전체를 탐색한다.

Reactive 라우팅은 유지하여야 하는 라우팅 테이블 개체수가 적다는 점과 주기적인 메시지가 없다는 면에서 proactive 방식에 비해 대규모 망에 적합하다. 그러나 경로탐색 과정에 대한 지연이 발생하며, 트래픽 발생이 빈번한 경우 오히려 비효율적일 수도 있다.

2.3 Hybrid 라우팅

Hybrid 라우팅은 proactive 방식과 reactive 방식을 조합함으로서 효율적인 라우팅을 정의한다. ZRP (Zone Routing Protocol)은 대표적인 hybrid 방식의 라우팅 프로토콜이다. 각각의 노드는 홉 수로 존을 정의하고, IARP (Intrazone Routing Protocol)를 통해 주기적인 메시지를 교환하여 존 내부의 라우팅 정보를 유지하며, 존 외부의 노드에 관한 경로가 필요한 경우 IARP (Intrazone Routing Protocol)를 이용하여 경로탐색을 수행한다. 특히 각 노드는 자신의 정의한 존 단위로 토폴로지 정보를 알고 있음으로 존 단위로 브로드캐스트 메시지를 재전송하는데, 이를 BRP (Border Resolution Protocol)라 한다.

Hybrid 방식의 라우팅은 존 단위로 proactive 오버헤드 메시지를 제한하며, BRP를 통해 reactive 의 오버헤드 메시지를 줄인다. 그러나 연산양이 많으며 경로탐색시 RREQ가 망 전체로 퍼져 나가는 reactive 방식의 문제점을 해결하지 못한다.

2.3 Hierarchical 라우팅

계층적 라우팅 방식은 클러스터링 알고리즘을 통해 클러스터헤더라 불리는 특별한 노드를 선출하고, 주변 노드들과 클러스터를 형성한다. 각 노드는 클러스터 내부의 통신과, 외부의 통신에 대해 라우팅을 다르게 수행하며, 라우팅 테이블 개체수와 제어 메시지 수를 줄이는 효과를 볼 수 있다.

그러나 계층적 구조를 이용한 방식은 클러스터링 과정에서 추가적인 제어 메시지의 교환이 필요하다. 특히 이동 노드들로 구성된 유동적인 MANET에서는 올바른 라우팅을 위한 계층 구조의 형성 및 유지가 쉽지 않다.

3. 존 마스터를 이용한 계층적 MANET

본 절에서는 그림 1과 같이 존 마스터를 이용하여 형성하는 계층적 MANET 구조에 대하여 논한다.

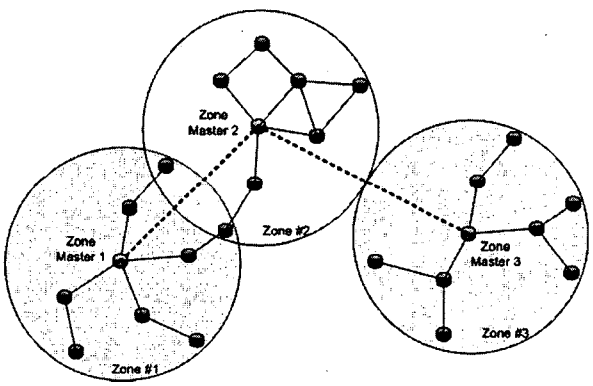

그림 1. 존 마스터를 이용한 MANET

MANET은 존 마스터를 중심으로 존 단위로 나뉘어 진다. 존 마스터는 클러스터헤더의 역할을 함으로서 2.3 절에서 언급했던 클러스터링 형성 및 유지와 관련된 문제점을 해결 한다. 존의 크기는 홉 수로서 미리 정의 되며, 이동 노드가 존 외부의 노드와 통신을 하고자 할 때 존 마스터의 도움을 받는다.

존 마스터는 일반 노드와는 달리 전원 공급이 안정적이며 컴퓨팅 파워 역시 월등하다. 또한 일반 노드와 통신하기 위한 무선 주파수 외에 존 마스터간의 통신을 위한 주파수를 취함으로서 백본 망을 형성한다. 이는 효율적이고 안정적인 라우팅의 기반이 된다. 그림 1에서는 3개의 존이 형성된 MANET을 보여 주며, 굵은 점선이 백본 망의 연결 상태를 보여주고 있다. 2번 존과 3번 존에 형성된 MANET은 물리적으로 끊어진 상태이지만, 이동 노드는 존 마스터의 백본 망을 통해 연결이 가능하다.

4. 이종 노드간의 라우팅 방안

존 마스터기반의 계층적 MANET은 대 규모 망에 적합하다. 일반적으로 망의 규모가 커질수록 MANET 노드의 종류가 다양해질 뿐만 아니라 노드위에 탑재되는 라우팅 프로토콜의 종류 또한 다양 해 질 것이다. 이때 서로 다른 프로토콜로 동작되는 노드 간에는 물리적으로 가까운 거리에 있음에도 불구하고 통신이 불가능 할 것이다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 3절에서 설명한 구조를 응용하여 이종 노드간의 라우팅을 위한 방안을 제안한다. 이종 노드라 함은 서로 다른 라우팅 프로토콜에 의해 운용되는 노드를 뜻한다.

그림 2는 proactive 라우팅으로 동작되는 노드(p-노드)와 reactive 라우팅으로 동작되는 노드(r-노드)가 혼재된 상황을 보여 주고 있다. 또한 존 마스터를 이용하여 계층적 MANET을 형성하고 있다.

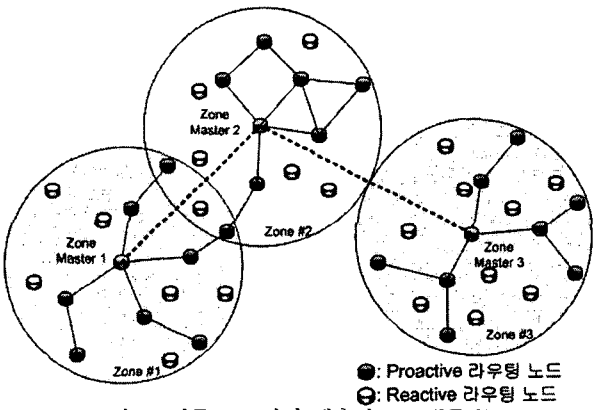

그림 2. 이종 노드간의 계층적 MANET 구조

4.1 경로탐색 요청 메시지(ZRREQ)

p-노드에서 목적노드의 정보가 자신의 라우팅 테이블에 존재하지 않을 때 ZRREQ 메시지를 존 마스터에게 유티캐스트 한다. 이 메시지에는 목적 노드의 IP 주소를 담고 있다.

ZRREQ를 수신한 존 마스터는 reactive 라우팅 영역과 외부 존에 대해 RREQ를 브로드캐스트 한다. 목적지가 r-노드인 경우 노드로부터, p-노드인 경우 목적노드의 존 마스터로부터 RREP를 수신한다. 이후 존 마스터는 ZRREQ를 생성한 p-노드에게 ZRREP를 유니캐스트 함으로서 경로를 발견했음을 알린다.

4.2 브로드캐스트 메시지 전달 제어

존 내부에서 발생하는 브로드캐스트 제어 메시지를 존 외부로 유출되지 않도록 함으로서 p-노드는 자신이 속한 존의 토폴로지 정보만을 유지하며 reactive 라우팅 영역의 RREQ가 네트워크 전체로 퍼져나가는 문제점을 해결한다. 그림 3은 이를 해결하기 위한 절차를 보인다. 즉, 존 가장자리에 속한 노드는 브로드캐스트 제어메시지를 처리 후 버린다.

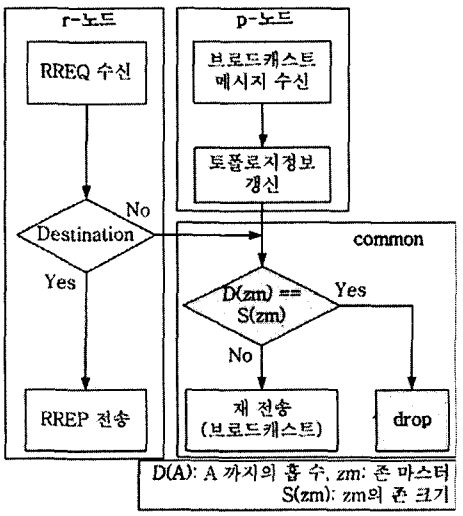

그림 3. 브로드캐스트 메시지 전달 제어

그림 3과 같은 절차를 위해 존 마스터는 자신이 정의한 존 크기(그림 3에서 Zone Size)를 일반 노드에게 알려야 한다.

Proactive 라우팅의 경우 주기적인 메시지를 이용할 수 있다. 그러나 reactive 라우팅의 경우 주기적인 메시지가 없으므로 추가적인 방안이 필요하다. 이를 위해 RREQ가 브로드캐스트 되는 시점을 이용 한다. 예를 들어 DYMO 프로토콜의 경우 브로드캐스트 되는 경로 요청메시지(RE)를 수신한 존 마스터는 존 크기정보를 추가하여 재전송한다. 메시지를 받은 노드는 존 크기 및 존 크기를 TTL값과 비교하여 존 마스터까지의 홉 수를 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 MANET 라우팅을 위한 기존의 연구와 각 라우팅 방식의 특징을 살펴보았다. 또한 존 마스터를 이용한 계층적 MANET에서 이종 노드간의 라우팅을 위해 요구되는 방안을 정의 하였다. 이는 다양한 노드간의 통신을 가능 하도록 할 것이며 MANET을 융통성 있게 응용할 수 있는 계기가 될 것이다.

6. 참조

[1] A. Iwata et al., "Scalable Routing Strategies for Ad-hoc Wireless Networks," IEEE JSAC, Aug. 1999, pp. 1369-79.

[2] Hong, X., Xu, K., and Gerla, M., "Scalable Routing Protocols for Mobile Ad Hoc Networks," IEEE Network, Jul./Aug. 2002, vol. 16, no. 4, pp. 11-21.

[3] N. H. Kang, I. K. Park, and Y. H. Kim, "A Zone Networking Architecture based on Zone Masters for Mobile Ad-Hoc Wireless Networks," UbiCNS 2005, Jeju, Korea, June 2005.