

위치정보 기반 가상 그룹을 활용한 효율적인 멀티캐스트 기법 연구*

양 환 석*

요 약

MANET은 이동 노드들이 무선으로 연결되어 스스로 구성되는 네트워크로서 그룹 통신을 위한 분야에도 다양하게 적용되어 왔다. 하지만 노드들의 이동으로 인한 동적인 토폴로지는 그룹 통신에 참여하는 노드들에 대한 위치 정보 유지가 어려워 라우팅 실패가 빈번히 발생하고 있다. 그리고 멤버 노드들에 대한 정보를 관리하기 위한 높은 오버헤드로 인해 네트워크 성능이 떨어지는 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 멤버 노드들의 관리가 유연하고 신뢰성이 높은 위치기반 2-tier 가상그룹을 이용한 멀티캐스트 기법을 제안하였다. 제안한 기법에서는 네트워크를 셀룰러 존으로 구성하여 노드들의 위치정보를 이용한 가상그룹을 구성하였다. 가상그룹내 멤버 노드들에 대한 위치정보 관리의 오버헤드를 최소화하기 위하여 가상그룹 관리 노드를 선정하였다. 가상그룹 관리 노드는 멤버 노드들의 관리와 멀티캐스트 데이터 전송시 신뢰성을 높이기 위하여 멤버 노드들의 패킷 전송률을 측정 후 전송률이 낮은 게이트웨이 노드를 경로 설정시 배제하도록 하였다. 제안한 기법의 우수한 성능은 AMRoute 기법, PAST-DM 기법과 비교 실험을 통해 확인할 수 있었다.

A Study on Efficient Multicast Technique using Virtual Group based on Geographic Information in MANET

Hwan Seok Yang*

ABSTRACT

MANET is a network composed itself because mobile nodes are connected wirelessly. It has been applied to various fields for group communication. However, the dynamic topology by the movement of the nodes causes routing failure frequently because it is difficult to maintain the position information of the nodes participating in the group communication. Also, it has a problem that network performance is decreased due to high overhead for managing information of member nodes. In this paper, we propose a multicast technique using location-based 2-tier virtual group that is flexible and reliable in management of member nodes. The network is composed of cellular zones and the virtual group is constructed using the location information of the nodes in the proposed technique. The virtual group management node is selected to minimize the overhead of location information management for member nodes in the virtual group. In order to improve the reliability for management of member nodes and multicast data transmission, it excludes the gateway node with low transfer rate when setting the route after the packet transmission rate of the member nodes is measured. The excellent performance of the proposed technique can be confirmed through comparative experiments with AMroute method and PAST-DM method.

Key words : Geographic Information, Multicast Routing, Virtual Group, Mobile Ad-hoc Network

1. 서 론

MANET에서의 에너지 효율을 고려한 멀티캐스트 통신 기법에 대하여 그 동안 많은 연구가 진행되어 왔다[1]. 특히 멀티캐스트에 참여하는 멤버 노드들을 트리 형태로 구성한 후 이를 유지하는 기법들이 제안되어 왔다[2]. 하지만 기존의 기법들은 이러한 멤버 노드들의 정보 유지를 위해 높은 오버헤드가 발생하였다. 또한 노드들의 이동으로 인하여 종종 어떤 노드들에게 접근할 수 없는 문제와 잘못된 토폴로지 정보로 인하여 라우팅 실패가 발생하게 된다. 따라서 신뢰할만한 멀티캐스트 기법을 위해서는 멤버 노드들에 대한 효율적인 관리와 정보 유지가 반드시 필요하다.

본 논문에서는 멀티캐스트 멤버 노드 관리에 대한 효율성을 높이기 위하여 위치기반 가상그룹 관리 기법을 제안하였다. 제안한 기법에서는 전체 네트워크를 셀룰러 존으로 구성한 후 멀티캐스트에 참여하는 각 노드들의 위치정보를 이용하여 가상그룹을 구성하였다. 결과적으로 네트워크 전역에 위치기반 가상그룹을 구축할 수 있게 된다. 가상그룹내 멤버 노드들에 대한 관리의 효율성을 높이고 오버헤드를 줄이기 위하여 가상그룹 관리 노드를 이용하였으며, 가상그룹 관리 노드는 멤버 노드들과의 주기적인 정보 교환을 통해 라우팅 실패를 줄였다. 그리고 신뢰할만한 멀티캐스트 데이터 전송을 위하여 가상그룹 관리 노드에서는 멤버 노드들에게 패킷 전송률을 측정하였으며, 패킷 전송률이 낮은 노드의 데이터 전송에 참여한 게이트웨이 노드는 경로 설정시 배제하도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 MANET에서의 멀티캐스트 기법들에 대하여 살펴보고 3장에서는 본 논문에서 제안한 위치기반 가상그룹 기법에 대해 기술하였다. 4장에서는 제안한 기법의 성능 평가를 위해 실험하고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 멀티캐스트 기법

오버레이 멀티캐스트 프로토콜은 멀티캐스트 데이터 전송의 효율성을 높이기 위하여 응용 계층에서 가

상 멀티캐스트 토폴로지를 구성하는 기법으로서 멤버 노드만이 멀티캐스트 그룹을 관리하고 데이터를 주고 받는다. 이를 위해 멤버 노드들은 IP 터널링을 통해 연결된다. 대표적인 오버레이 멀티캐스트 프로토콜은 AMRoute(Ad hoc Multicast Routing Protocol), ALMA(Application Layer Multicast Algorithm), PAST-DM(Progressively Adapted Sub-Tree in Dynamic Mesh) 등이 있다[3]. AMRoute 기법은 가상 메쉬 구조를 적용하였으며, 실제 네트워크 토폴로지가 변하더라도 고정되며, 이는 서로 다른 통신 채널이 실제로는 같은 경로를 사용할 수 있게 된다. 그리고 주기적으로 트리가 새롭게 생성되지만 가상 메쉬 구조위에서 만들어지기 때문에 비효율적인 특성을 갖게 된다[4]. PAST-DM 기법은 실제 토폴로지 변화를 반영하여 비효율적인 재전송을 제거하기 위해 제안되었다. 이를 위해 멤버 노드는 링크 상태 정보를 주기적으로 교환하고 그룹의 모든 노드에 대한 링크 상태 정보를 얻는다. 소스 노드는 자신의 이웃 노드를 자식 노드로 하고 멤버 노드들은 서브 트리를 구성하게 된다. 소스 노드는 전체 트리를 계산할 필요없이 자신의 각 서브 그룹에 데이터를 전송하면 자식 노드들은 자신의 서브 그룹에 데이터를 전달함으로써 멀티캐스트 데이터 전송이 이루어지게 된다[5].

네트워크 계층의 멀티캐스트 기법은 모든 노드들이 멀티캐스트 서비스를 인식하고 있어야 하며, 경로 설정시에는 멀티캐스트에 참여하지 않는 노드들도 참여해야 한다. 멀티캐스트 데이터 전달 방법에 따라 노드들의 이동성을 고려한 다중 전송 경로를 이용하는 메시 기반 방식과 단일 전송 방식의 트리 기반 방식이 있다. 이러한 네트워크 계층 멀티캐스트 방식은 FGMP(Forwarding Group Multicast Protocol), ODMRP(On-Demand Multicast Routing Protocol), MAODV(Multicast Ad hoc On-Demand Distance Vector) 등이 있다[6][7][8].

3. 가상그룹 기반 멀티캐스트 기법

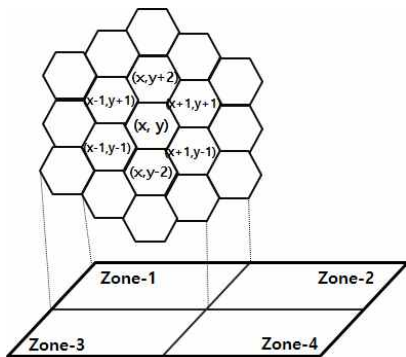
3.1 시스템 모델

MANET에서 효율적인 멀티캐스트의 성능을 좌우하는 것은 멀티캐스트에 참여하는 노드들의 이동에 의

한 동적인 토폴로지에 대한 관리 방안과 이를 유지하게 위해 발생하는 제어 패킷이라고 할 수 있다. 본 논문에서는 보다 효율적인 멀티캐스트 지원을 위하여 노드들의 위치정보를 이용한 가상그룹(GIVG : Geographic Information Virtual Group) 기법을 제안하였다. GIVG 기법은 멀티캐스트에 참여하는 노드들에 대해 유연하고 신뢰할만한 멤버 관리를 위해 2-tier 가상그룹 기반 구조를 적용하였다. 본 논문에서 사용한 가상그룹은 멀티캐스트에 참여하는 노드들의 위치정보를 기반으로 구성된다. 이를 위해서 전체 네트워크는 일정한 크기로 분할되어 있으며, 각 위치에는 위치정보 태그를 할당하였다. 멀티캐스트에 참여를 위한 노드들은 멀티캐스트 데이터를 송신하는 소스 노드에게 자신의 위치정보 태그를 함께 전송하게 된다. 이렇게 수집된 참여 노드들을 가상그룹으로 구성하고 각 노드들에게 가상그룹 ID를 발급하게 된다. 그리고 이들 중에서 소스 노드와 가장 가까운 거리에 있으면서 전력량이 가장 높은 노드를 가상그룹 관리 노드로 선정하였다. 가상그룹 관리 노드는 가상그룹내 노드들의 위치정보를 효율적으로 관리하는 역할을 수행함으로써 네트워크내 제어패킷을 줄이고 높은 신뢰성을 제공하였다.

3.2 위치정보 기반 가상그룹 구성 및 관리

멀티캐스트를 위한 가상그룹은 멀티캐스트를 참여하는 노드들의 위치를 기반으로 구성된다. 이를 위해서 네트워크는 일정한 크기의 셀룰러 존으로 나뉘고 각 존별로 위치 ID가 할당된다.



(그림 1) 셀룰러 존의 네트워크 구조

0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Group ID								Node ID																							
VG Management Node																															
Geographic Information								Geographic Information Update Time																							
Request time								Issue Time																							

(그림 2) VGC 패킷 구조

(그림 1)은 본 논문에서 사용한 네트워크 분할 구조를 보여주고 있다. 그림에서처럼 실제 네트워크는 일정 크기의 존으로 나뉘고 그 위에 가상의 셀룰러 존의 위치가 할당된다.

멀티캐스트 가상그룹을 구성하기 위해서 첫 단계로 소스 노드는 멀티캐스트에 참여하고자 하는 노드들을 위해 참여 메시지를 발송하고, 이를 수신한 멀티캐스트 참여 노드들은 자신의 위치 정보가 포함된 응답 메시지를 전송하게 된다. 응답을 수신한 소스 노드는 응답을 보낸 노드들 중 자신과 거리가 가장 가까우면서 전력량이 가장 높은 노드를 가상그룹 관리 노드로 선정 후 해당 노드에게 이를 알리게 된다. 가상그룹 관리 노드는 가상그룹의 효율적인 관리와 최소한의 오버헤드를 위해 이용하였다. 그리고 모든 노드들에게 가상그룹 가입확인 패킷(VGC : Virtual Group Certification)을 전송하게 된다. (그림 2)는 VGC 패킷 구조를 보여주고 있다.

이렇게 구성된 가상그룹의 멤버 노드들에 대한 위치 정보 관리는 가상그룹 관리 노드에서 이루어진다. 가상그룹 관리 노드는 일정한 간격으로 멤버 노드들에게 자신의 위치 정보를 수신하게 되며, 멤버 노드들에 대한 위치 정보는 가상그룹 멤버 테이블에서 저장 및 관리하게 된다. 만약 일정시간 이내에 자신의 위치정보를 전송하지 않는 멤버 노드가 있다면 가상그룹 관리 노드가 해당 노드에게 직접 위치 정보 요구 패킷을 송신하여 멤버 노드의 위치를 확인하게 된다. 만약에 멤버 노드로부터 어떠한 패킷도 수신하지 못하게 된다면 해당 노드는 가상그룹에서 삭제하게 된다. 왜냐하면 잘못된 토폴로지 정보로 인해 라우팅 실패를 막기 위해서이다. 따라서 일정 시간동안 갱신되지 않는 노드들의 정보 또는 MAC 계층 프로토콜에 의해 도달할 수 없음을 탐지하게 되는 노드들의 항목은 가상그룹에서 삭제하게 된다. (그림 3)은 가상그룹 관리 노드에서

멤버 노드들에 대한 정보를 관리하기 위한 가상그룹 관리 테이블을 보여주고 있다.

Node ID	Geo_Info	Zone ID	Update_Time	Pck_Err
K12CB	(120, 186)	Z_4	13:48:48	0.95
A998C	(10, 40)	Z_1	13:43:12	1.25
B786H	(60, 5)	Z_2	13:45:06	2.4

(그림 3) 가상그룹 관리 테이블

위에서 설명한 이러한 과정을 거쳐 멀티캐스트에 참여하는 노드들의 위치 정보를 기반으로 한 가상그룹 구성 및 관리가 이루어지게 된다. (그림 4)는 가상그룹 관리 노드에서 멤버 노드 관리를 위한 의사코드를 보여주고 있다.

```

1 while(true)
2 {
3     for(i=0; i<= VG_Table.length; i++) {
4         if(VG_Table.Node_ID[i] == Recv(Node_ID)) {
5             update();
6         }
7         else
8             break;
9     }
10    if(VG_Table.List != update()) {
11        res = SendTo(RReq(Node_ID));
12        if (res == 0 )
13        {
14            Remove(VG_Table.Node_ID);
15        }
16 }

```

(그림 4) 멤버 노드 관리 의사코드

3.3 안전한 멀티캐스트 데이터 전송

소스 노드에서 전송되는 멀티캐스트 데이터는 가상 그룹 관리 노드가 관리하는 멤버 노드들에게 데이터 전송을 위해서 노드들의 위치정보와 실제 네트워크 위치와 매핑 과정을 거치게 된다. 이러한 매핑 과정을 통해 멤버 노드 실제 위치의 게이트웨이 노드를 탐색하게 되고 이 노드를 이용해 경로 설정이 이루어지게 된다. 그리고 멀티캐스트 데이터 전송의 신뢰성을 높이기 위하여 보안 게이트웨이를 선택한다. 즉, 가상그룹 관리 노드는 멤버 노드들로부터 데이터 수신 비율을 식 (1)을 이용하여 계산하게 된다.

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Node}_i P_{recv}}{N P_{total}} \quad (1)$$

만약 특정 게이트웨이 노드를 거치는 경로를 통해 데이터를 수신한 멤버 노드의 패킷 수신율이 크게 떨어진다면 가상그룹 관리 노드는 경로 설정시 해당 게이트웨이 노드를 배제시키게 된다. 이렇게 함으로써 노드들의 이기적인 행동을 배제하고 멀티캐스트 데이터 전송시 신뢰성을 높일 수 있게 하였다. (그림 5)는 가상그룹을 이용한 데이터 전송과정을 보여주고 있다.

Step 1 : The source node sends data to the virtual group management node

Step 2 : Mapping of member node location and actual zone location

Step 3 : Collecting the information of the gateway node at each member node's physical location

Step 4 : Data transmission after data error rate check If it is smaller than the reference value, go to step 3

(그림 5) 가상그룹을 이용한 데이터 전송과정

4. 실험 및 결과

4.1 실험 환경

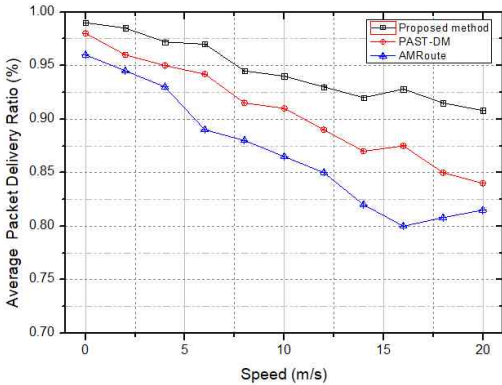
위치기반 가상그룹 멀티캐스트 기법의 성능을 평가하기 위하여 ns-2 시뮬레이터를 이용하여 다음과 같은 환경에서 실험하였다. 네트워크 크기는 1000×1000, 이동 노드 모델은 random-way point 모델로 0~20 m/s 이동 속도, pause time은 10초로 하였다. 그리고 본 논문에서 모든 노드는 GPS를 통해 자신의 위치를 인지한다고 가정하였다. <표 1>은 실험에 사용한 환경변수를 보여주고 있다.

<표 1> 환경 변수 값

Parameter	Values
Number of Nodes	100개
Packet size	512 bytes
Traffic	CBR
Transmission range	150m

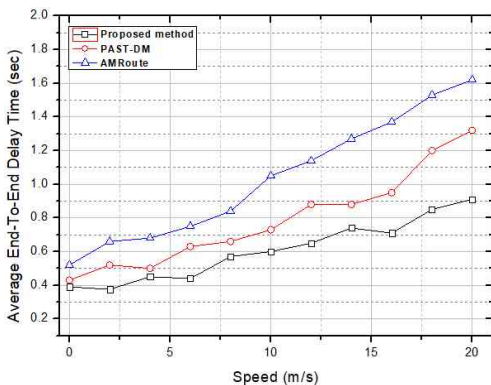
4.2 실험 결과 분석

본 논문에서는 AMRoute 기법과 PAST-DM 기법과 비교 실험하였으며 성능 평가 기준은 평균 패킷 전달 비율, 평균 중단간 지연시간, 제어패킷의 양으로 하였다.



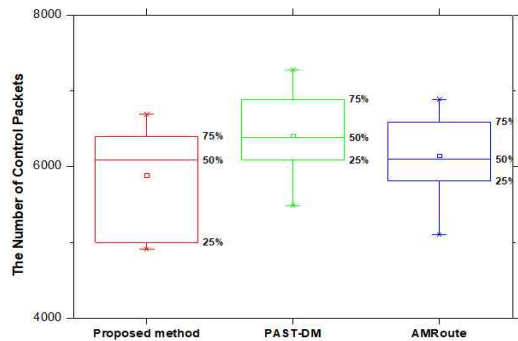
(그림 6) 패킷 전달 비율

(그림 6)에서는 멀티캐스트 기법의 대표적인 성능 측정을 위해 멤버 노드들의 평균 패킷 전달 비율을 측정 한 결과를 보여주고 있다. AMRoute 기법은 가상의 메쉬 구조를 이용하기 때문에 전송의 비효율성을 있더라도 패킷 전달 비율의 성능은 좋게 나왔으며, PAST-DM 기법은 주기적인 가상 메쉬 재구성을 통해 전송의 효율성이 좋아져 AMRoute보다는 좋은 성능을 보였다. 제안한 기법은 노드들의 이동이 많아져도 위치정보를 이용한 가상그룹 관리를 통해 패킷 전송 비율에 우수한 성능을 보였다.



(그림 7) 중단간 평균 지연시간

(그림 7)은 소스 노드와 멤버 노들간 평균 지연시간 측정결과이다. 그림에서 보듯이 AMRoute 기법은 노드들의 이동에 따른 고정된 메쉬에 의해 비효율적 전송으로 지연시간이 길게 나타났으며 PAST-DM 기법은 이동성을 고려한 오버레이 트리 최적화를 통해 좋은 결과를 보였다. 제안한 기법은 노드들의 이동 위치에 대한 정보가 가상그룹에 주기적으로 반영되기 때문에 지연시간이 짧게 나타났다.



(그림 8) 제어 패킷의 양

PAST-DM 기법은 오버레이 트리 관리를 위한 주기적인 제어 메시지로 인해 AMRoute 기법에 비해 많은 양의 오버헤드가 발생하는 결과를 보였으며, 제안한 기법은 가상그룹 관리를 위한 제어 패킷이 다소 많았지만, 가상그룹 관리 노드에 의한 멤버 노드 관리에 의해 PAST-DM에 비해서는 낮은 오버헤드가 발생함을 알 수 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 멀티캐스트 멤버십 관리의 유연성을 제공하고 신뢰도를 높이기 위하여 위치기반 2-tier 가상그룹 기법을 제안하였다. 제안한 기법은 2-tier 가상그룹을 위하여 먼저 네트워크를 셀룰러 존으로 분할하였다. 그리고 가상그룹 구성 및 관리는 2단계로 이루어진다. 먼저, 첫 번째 단계에서는 노드들의 위치를 기반으로 한 가상그룹 구성 및 가상그룹 관리 노드 선출된다. 가상그룹 구성을 위해서 멀티캐스트에 참여하는 노드들은 자신의 위치정보를 포함한 노드의 정보를 소

스 노드에게 전송하게 되며, 이를 수신한 소스 노드는 멤버 노드들 중에서 자신과 거리가 제일 가깝고 전력량이 가장 많은 노드들 가상그룹 관리 노드로 선출하게 된다. 두 번째 단계에서는 멀티캐스트 데이터 전송의 신뢰성을 높이기 위한 보안 게이트웨이 선택이다. 가상그룹 관리 노드에서는 멤버 노드들의 패킷 전송률을 측정하여 기준 값보다 낮은 게이트웨이 노드를 경로 설정시 배제시키게 된다. 이러한 과정을 통해 가상그룹 멤버 노드들의 관리가 효율적으로 이루어짐으로써 멤버 노드 관리를 위한 오버헤드를 최소화할 수 있게 되었으며 그 성능을 향상시킬 수 있었다. 본 논문에서 제안한 기법의 성능을 평가하기 위하여 AMRoute 기법, PAST-DM 기법들과 비교 실험을 하였으며 그 결과 제안한 기법의 우수한 성능을 확인할 수 있었다.

Vol. 10, No. 3, pp. 205 - 209, 2010.

- [7] Drira K., Seba H., Kheddouci H. ECGK, "an efficient clustering scheme for group key management in MANETs." Computer Communications. Vol 33, No. 9, pp. 1094 - 1107, 2010, doi:10.1016/j.comcom. 2010. 02.007.
- [8] Devaraju S., Padmavathi G., "Dynamic clustering for QoS based secure multicast key distribution in mobile Ad hoc networks," International Journal of Computer Science Issues. Vol. 7, No. 5, pp.30 - 37, 2010.

[저 자 소 개]

참 고 문 헌

- [1] S. Arvind and G. Prasad, "Enhancement of network life time using binary tree based multicast routing protocol for mobile Ad Hoc network," Global Journal of Computer Science and Technology Network, Vol. 13, No. 10, 2013.
- [2] T. Lathies Bhasker, "A scope for MANET routing and security threats," ICTACT Journal on Communication Technology, Vol .4, No. 4, 2013.
- [3] M. Ge, S. V. Krishnamurthy and M. Faloutsos, "Application versus network layer multicasting in ad hoc networks : the ALMA routing protocol," Ad Hoc Networks, Vol. 4, Iss. 2, pp.283-300, 2006.
- [4] E. Bommaiah, M. Liu, A. MvAuley, and R. Talpade, "AMRoute: Ad hoc Multicast Routing Protocol," draft-manet-am-route-00.txt.
- [5] C. Gui and P. Mohapatra, "Efficient Overlay Multicast for Mobile Ad Hoc Networks," IEEE WCNC'03, 2003.
- [6] Srinivasan R., Vaidehi V., Rajaraman R., Kanagaraj S., Chidambaram Kalimuthu R., Dharmaraj R. "Secure group key management scheme for multicast networks." International Journal of Network Security.



양 환 석 (Hwan-seok Yang)
 1998년 2월 조선대학교 이학석사
 2005년 2월 조선대학교 이학박사
 2007년 3월 호원대학교 연구교수
 2011년 9월 ~ 현재 중부대학교
 정보보호학과 조교수
 email : yanghs@joongbu.ac.kr