

# MANET에서의 지리 정보를 이용한 오버레이 멀티캐스트

임 유 진<sup>†</sup> · 안 상 현<sup>\*\*</sup>

## 요 약

이동 애드혹 네트워크(Mobile Ad Hoc Network; MANET)에서의 오버레이 멀티캐스트 기법에 대한 최근의 연구들은 동적으로 변화하는 MANET의 네트워크 토폴로지 정보를 유지하기 위해 심각한 오버헤드를 야기하는 문제가 있다. 본 논문에서는 그룹 멤버들의 지리 정보를 이용하는 영역(region) 기반의 새로운 오버레이 멀티캐스트 기법인 ROME(Region-based Overlay Multicast in MANET)을 제안한다. ROME에서는 토폴로지를 작은 영역들로 나누고 그룹 멤버들의 위치 갱신 범위를 하나의 영역으로 한정함으로써 위치 정보 유지와 관련된 오버헤드를 줄인다. ROME은 데이터 패킷의 목적지로서 해당 영역의 멤버들의 주소 목록이 아닌 목적지 영역의 중심점(center point)의 좌표를 사용함으로써 확장성을 제공한다. 시뮬레이션을 통해 ROME이 패킷 오버헤드 측면에서 다른 기법에 비해 성능이 우수함을 보인다.

키워드 : MANET, 오버레이 멀티캐스트, 지리 정보, 영역

## Overlay Multicast using Geographic Information in MANET

Yujin Lim<sup>†</sup> · Sanghyun Ahn<sup>\*\*</sup>

### ABSTRACT

Current researches on the overlay multicast mechanism in the mobile ad hoc network (MANET) maintain the network topology information of the dynamically changing MANET, which may cause severe overhead. In this paper, we propose a new overlay multicast mechanism, the region-based overlay multicast in MANET (ROME), using the geometric locations of group members. In ROME, the physical topology is divided into small regions and the scope of location updates of group members is limited to a single region. ROME provides scalability by using the coordinate of the center point of a destination region as the destination of a data packet instead of the list of member addresses of that region. Our simulation results show that ROME gives better performance in terms of the packet overhead than other schemes.

Key Words : MANET, Overlay Multicast, Geographic Information, Region

### 1. 서 론

이동 애드혹 네트워크(Mobile Ad Hoc Network; MANET)는 유선 인프라스트럭처의 도움 없이 이동 노드들 간에 무선 통신이 가능하며, 노드의 이동성으로 인해 네트워크 토폴로지가 빈번하게 바뀔 수 있다. MANET은 WLAN 액세스 포인트의 통신 범위를 확장하거나 재난 지역에서의 데이터 통신이나 차량 간 통신을 가능하게 하며, 특히 이동 사용자들 간 협업이 필요한 응용이 증가하면서 MANET에서의 그룹 통신은 점차 중요한 이슈가 되고 있다.

MANET에서의 그룹 통신을 위한 대부분의 멀티캐스트 기법들은 유선 인터넷에서의 멀티캐스트와 유사하게 멀티캐스트 라우팅을 위해 라우터들이 멀티캐스트 세션 상태 정보

를 유지하고 멀티캐스트 패킷이 라우터에 도착하면 멀티캐스트 라우팅 테이블을 참조하여 해당 인터페이스(들)로 포워딩하는 방법을 사용한다. 이러한 MANET 멀티캐스트 방식은 트리 기반 방식과 메쉬 기반 방식으로 분류할 수 있으며, AMRIS[1]나 MAODV[2]와 같은 트리 기반 방식의 경우 자원 사용을 최적화할 수 있는 반면 토폴로지 변화나 동적 멤버십 변화로 인해 트리 재구성이 빈번하게 발생하는 단점이 있다. ODMRP[3]와 같은 메쉬 기반 방식은 트리 기반 방식보다 연결성(connectivity)이 좋으며 트리 재구성이 신속한 장점이 있다. 그러나 이들 모두 MANET의 빈번한 토폴로지 변화와 그룹 멤버십의 동적인 변화로 인해 멀티캐스트 세션 상태 정보를 유지하기 위한 시그널링 오버헤드가 커지는 문제가 있다 [4].

이러한 MANET 멀티캐스트 방식의 문제점을 해결하기 위해서 무상태 멀티캐스트(stateless multicast) 방식에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. DDM[5]은 데이터 송신자만

\* 이 논문은 2006년도 서울시립대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음

† 정 회 원 : 수원대학교 정보미디어학과 선임강사

\*\* 정 회 원 : 서울시립대학교 컴퓨터과학부 교수

논문접수 : 2007년 3월 11일, 심사완료 : 2007년 8월 7일

이 멀티캐스트 멤버십을 관리하며 데이터 패킷을 송신할 때 목적지 주소 목록(즉, 그룹 멤버들의 주소들)을 패킷에 포함시킨다. 그 후 하부 유니캐스트 라우팅 프로토콜을 사용해서 패킷을 목적지까지 전달하며, 따라서 라우터에 트리/메쉬 구조에 대한 멀티캐스트 상태 정보를 유지하지 않아도 된다. 그러나 데이터 패킷마다 목적지 주소 목록이 포함되어야 하기 때문에 멀티캐스트 그룹 크기가 작은 경우에만 적합하며, 네트워크 내 모든 라우터가 멀티캐스트 패킷의 목적지 주소들을 보고 해당 목적지로 패킷을 복사해서 전달해 주어야 하는 단점이 있다. 이외에도, 그룹 멤버만 멀티캐스트 데이터 포워딩에 참여하도록 하는 비상태 멀티캐스트 방식인 *오버레이 멀티캐스트(overlay multicast)* 방식이 제안되었으며, 이 방식의 경우 멀티캐스트 데이터가 유니캐스트 패킷에 캡슐화(encapsulation)되어 그룹 멤버들 간에만 전달되며 DDM과 유사하게 각 데이터 패킷에 목적지 주소들의 목록이 포함된다. 오버레이 멀티캐스트는 네트워크 토폴로지의 변화를 하부 유니캐스트 프로토콜에서 다루도록 하고 있지만 MANET에서 네트워크 토폴로지 정보를 유지하는 것은 쉬운 일이 아니다.

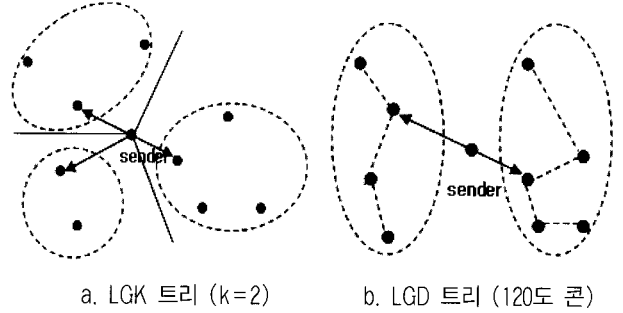
따라서 본 논문에서는 그룹 멤버들의 지리적 위치 정보를 사용하는 새로운 오버레이 멀티캐스트 방식인 ROME (Region-based Overlay Multicast in MANET)을 제안한다. 기존의 지리 정보를 이용하는 오버레이 멀티캐스트 방식인 LGT[6][7]의 경우 그룹 멤버의 위치를 주기적으로 갱신해야 하는 문제가 있으며, ROME에서는 영역(region)이라는 개념을 사용해서 이러한 문제를 해결한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 관련 연구와 해결하고자 하는 문제를 정의하며, 3절에서는 제안하는 방식인 ROME에 대해서 자세히 설명한다. 4절에서는 시뮬레이션을 통한 성능 분석에 대해서 설명하며, 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구 및 문제 정의

### 2.1 관련 연구

그룹 멤버의 지리적 위치 정보를 기반으로 하는 오버레이 멀티캐스트 기법이 제안되었으며, 대표적인 것으로 LGT (Location-Guided Tree)와 SOLONet[8]이 있다. LGT는 LGK (Location-Guided K-ary) 트리, LGD (Location-Guided Directional) 트리, LGS (Location-Guided Steiner) 트리를 제안하며, 링크 비용 메트릭(metric)으로 지리적인 거리를 사용해서 오버레이 멀티캐스트 트리를 구성한다. LGK에서는 멀티캐스트 송신자가 k개의 가장 가까운 멤버 노드들을 자신의 자식 노드로 선정하며 나머지 멤버 노드들은 자식 노드로의 거리에 따라 해당 자식 노드의 서브트리에 포함시킨다. LGD는 송신자를 중심으로 여러 개의 콘(cone) 지역으로 공간을 분할한 후 각 콘 지역의 가장 가까운 멤버를 자식 노드로 선정한다. LGS는 지리 정보를 사용해서 링크 비용을 정한 후 스타이너(Steiner) 트리를 구성한다. (그림 1)에



(그림 1) LGT 트리 구성의 예

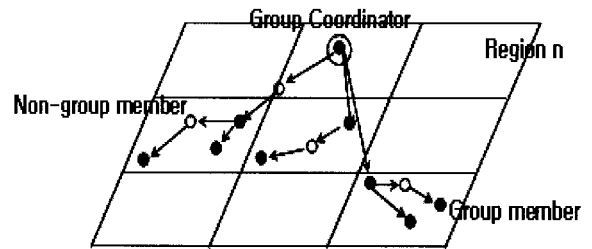
LGK, LGD 트리의 예가 나타나 있다. 이 방법의 경우 각 그룹 멤버의 위치 정보를 다른 멤버들이 주기적으로 갱신해야 하며, 어떤 멤버의 위치 정보를 갱신한다는 것은 그 멤버의 위치 정보를 다른 멤버들에서 갱신할 뿐만 아니라 그 멤버가 그룹에 속해 있음을 알려주는 역할을 한다. 주어진 주기 시간 내에 어떤 멤버에 대한 갱신 메시지를 받지 못하면 이 멤버를 멀티캐스트 그룹에서 제거한다. 따라서 LGT는 그룹 크기 측면에서 확장성이 떨어지며, 소규모 멀티캐스트 그룹에 적합한 방식이다.

SOLONet[8]은 네트워크의 토폴로지를 작은 지역인 셀(cell)들로 나누고 멤버가 이웃 셀의 경계를 통과할 때만 위치 변경을 보고하는 이벤트 기반의 위치 갱신 기법을 사용한다. 각 셀마다 리더(leader) 노드가 선정되며, 리더 노드는 그룹 가입(join)을 도와주고 브로드캐스트 메시지 수를 감소시키는 역할을 한다. 오버레이 멀티캐스트 트리에 가입하고자 하는 노드는 네트워크의 다른 모든 멤버 노드들에게 가입 문의를 브로드캐스트하는 대신에 자신의 로컬 리더 노드에게만 가입 문의를 한다. 리더 노드는 그룹 멤버일 수도 있고 아닐 수도 있으며, 셀 크기는 한 노드의 커버리지(coverage) 영역보다 작아야 하기 때문에 멤버가 아닌 노드가 리더 노드가 될 가능성이 높다. 리더 노드는 자신이 동작하고 있음을 다른 노드들에게 알리기 위해서 비콘(beacon) 패킷을 브로드캐스트하며 이 비콘 패킷을 수신한 셀 내의 각 멤버 노드는 피드백 정보를 리더 노드에게 보낸다. 리더 노드로부터 비콘 패킷이 오지 않으면 새로운 리더를 선출한다.

### 2.2. 문제 정의

오버레이 멀티캐스트 기법은 그룹 멤버가 아닌 노드들이 멀티캐스트와 관련된 일에 참여하지 않도록 하는 장점이 있지만, 멤버의 위치 정보를 알기 위해서 하부 유니캐스트 라우팅 프로토콜을 사용해야 하는 문제가 있다. 지리 정보를 사용함으로써 토폴로지 정보 관리 오버헤드를 줄일 수 있으나, 대부분의 지리 정보 기반의 오버레이 멀티캐스트 기법들은 멤버의 위치 정보 갱신, 멤버십 갱신 또는 비콘을 위한 패킷을 주기적으로 교환해야 하는 문제가 있다. 이러한 주기적인 패킷 교환 문제를 해결하기 위해서, 본 논문에서는 네트워크 토폴로지를 작은 영역(region)들로 나누고 위치

나 멤버쉽 정보 갱신을 하나의 영역으로 한정하는 방법을 채택한다. 영역이나 셀 개념을 사용하는 기존 연구들의 경우 각 영역의 리더를 선출하는 오버헤드가 있으며, 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 각 영역의 리더를 선출하는 대신 각 영역에서 멀티캐스트 세션의 그룹 조정자(group coordinator; GC)나 송신자로부터 가장 가까운 임의의 그룹 멤버가 그 역할을 수행하게 한다.



(그림 2) 제안하는 오버레이 멀티캐스트 구조의 예

### 3. ROME (Region-based Overlay Multicast in Mobile Ad Hoc Networks)

본 연구에서는 영역 기반의 MANET에서 노드 이동성 및 동적인 그룹 멤버쉽으로 인한 위치 갱신 오버헤드를 줄이는 새로운 오버레이 멀티캐스트 기법을 제안하며, 이를 위해 다음과 같은 환경을 가정한다:

- 각 그룹 멤버는 위치 정보 시스템을 사용해서 자신의 지리적인 위치를 알고 있다. 또한 각 멤버의 지리적 위치 정보는 정확하다고 가정한다.
- 각 MANET 노드는 멀티캐스트 세션의 GC 또는 송신자와 관련된 정보(주소, 지리적 위치 등)를 알고 있다. GC는 이동성이 없으며 네트워크의 임의의 지점에 위치할 수 있다. 멀티캐스트 구조의 루트(root)는 멀티캐스트 세션의 GC나 송신자가 된다. MANET에서 송신자마다 별도의 트리(per-sender tree)를 사용하는 방식과 단일의 트리(single shared tree)를 사용하는 방식 간의 장단점에 대해서는 [9]에서 연구되어 있다.
- GC는 각 영역  $i$ 의 중심점(center point)에 대한 좌표  $c_i$ , 너비(width)  $w_i$ , 높이(height)  $h_i$ 에 대한 정보를 갖고 있다. 각 영역의 모양은 사각형이며,  $w_i$ (or  $h_i$ ) =  $c \cdot r$  ( $c > 1$ ,  $r$ 은 전송 반경)이다. 만일  $c \leq 1$ , 즉, 한 영역 내 임의의 두 노드가 서로의 커버리지 지역 내에 있으면, 플러딩 기반의(flooding-based) geocasting[10]이 멀티캐스트 기법보다 더 효율적이며, geocasting에서는 주어진 전체 지역을 여러 영역들로 나누고 플러딩을 이용해서 해당 영역의 모든 노드들에게 메시지를 전달한다. 그러나 영역이 넓고 영역 내 대부분의 노드가 그룹 멤버가 아닌 경우는 플러딩으로 인한 자원 낭비가 심해지는 문제가 있다.
- 하부의 유니캐스트 라우팅 프로토콜로는 GPSR[11]과 같은 위치 기반의(position-based) 유니캐스트 라우팅 프로토콜을 사용한다.

#### 3.1 가입/탈퇴(Join/Leave)

새로운 노드가 멀티캐스트 세션에 가입하고자 하는 경우 *Join\_Request* 메시지를 해당 멀티캐스트 세션의 GC에게 보낸다 (네트워크 내 임의의 노드는 멀티캐스트 세션 안내(multicast session announcement) 프로토콜 등을 사용해서 GC 정보를 획득할 수 있다고 가정한다). *Join\_Request* 메시지에는 새로 가입한 노드의 주소와 지리적 위치 정보가

포함된다. GC가 이 메시지를 수신하면, 새 노드가 위치하고 있는 영역의 중심점 좌표, 너비, 높이 정보 및 그 영역 내 멤버들의 목록을 *Join\_Reply* 메시지에 포함시켜 전송한다. *Join\_Reply* 메시지를 수신한 새 노드는 같은 영역 내의 다른 그룹 멤버들에게 자신이 새로 가입했음을 알리기 위한 *Join\_Notify* 메시지를 전송한다 (그림 3 (a) 참조).

GC만이 멀티캐스트 세션의 모든 그룹 멤버에 대한 목록을 갖고 있으며, 각 영역에 대해 그 영역에 속해 있는 그룹 멤버들의 (지리적 위치 정보가 아닌) 주소를 관리한다.

멀티캐스트 그룹 멤버가 멀티캐스트 세션을 탈퇴할 때는 GC에게 *Leave\_Request* 메시지를 보내고 GC로부터는 *Leave\_Reply* 메시지를 받으며, *Leave\_Reply* 메시지를 받으면 같은 영역에 있는 다른 그룹 멤버들에게 *Leave\_Notify* 메시지를 보낸다 (그림 3 (b) 참조).

#### 3.2 위치 갱신(Location Update)

그룹 멤버의 이동성은 영역 내(intra-region) 이동성과 영역 간(inter-region) 이동성으로 구분할 수 있다. 그룹 멤버가 한 영역 내에서 이동하는 경우 (즉, 영역 내 이동성), 동일 영역 내에 있는 다른 그룹 멤버들에게 자신의 위치 정보를 주기적으로 알려줌으로써 갱신한다. 위치 갱신을 함으로써 그 멤버의 위치 정보를 갱신할 뿐만 아니라 동일 영역 내 다른 멤버들에게 자신이 계속 동작하고 있음(heartbeat)을 알려준다.

그룹 멤버가 한 영역에서 다른 영역으로 이동하는 경우 (즉, 영역 간 이동성), GC 및 이전 영역과 새 영역의 다른 그룹 멤버들에게 자신의 위치 정보를 갱신한다. 새 영역으로 이동한 멤버는 이 영역에 있는 다른 그룹 멤버들에 대해서 알지 못하므로, 먼저 GC에게 이동한 사실을 알리고 GC로부터 새로 이동한 영역에 있는 그룹 멤버들에 대한 정보를 수신한다. 그 다음, 이전 영역과 새 영역의 다른 그룹 멤버들에게 자신의 새로운 위치 정보를 갱신한다 (그림 3 (c) 참조).

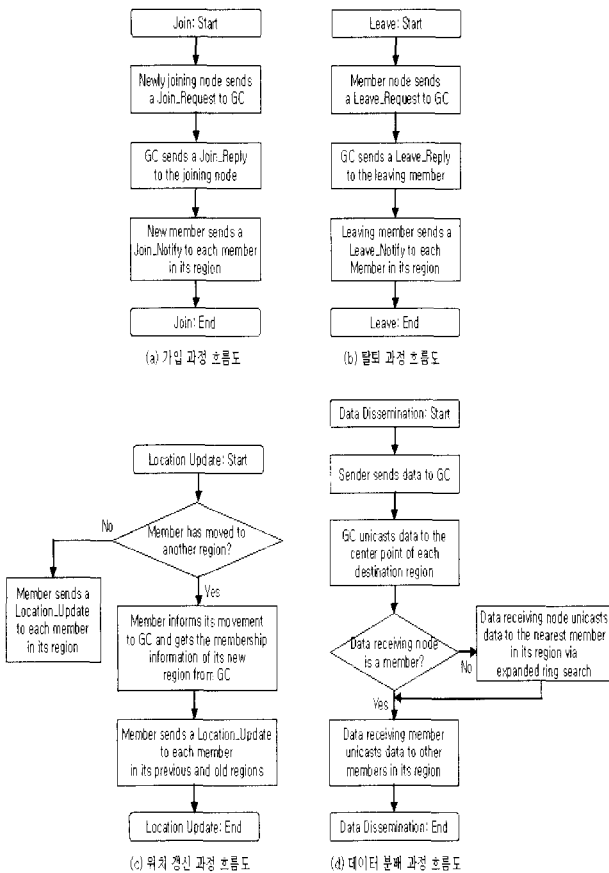
오버레이 멀티캐스트를 위해 자리 정보를 사용하는 기존 연구의 경우, 각 멤버는 다른 모든 그룹 멤버들에게 주기적으로 위치 정보를 갱신해야 하며, 특히 자원이 한정되어 있는 MANET에서는 이것이 심각한 오버헤드가 될 수 있다. 따라서 ROME에서는 멤버가 한 영역 내에서 이동하는 경우 위치 갱신을 이 영역으로만 한정하고, 한 영역에서 다른 영역으로 이동하는 경우 이전 영역과 새 영역에 있는 그룹 멤버에게만 위치 갱신을 보낸다.

3.3 데이터 분배(Data Dissemination)

멀티캐스트 세션의 송신자 또는 송신자로부터 데이터 패킷을 수신한 GC는 그룹 멤버가 하나라도 존재하는 목적지 영역  $k$ 의 중심으로 이 메시지를 유니캐스트한다. 이때, 영역별로 리더 노드를 선정하거나 그룹 멤버의 이동 궤적(trajjectory)을 추적하는데 따른 비용을 줄이기 위해서 목적지 노드의 주소가 아닌 목적지 영역의 중심점의 좌표를 이용해서 전송한다.

각 그룹 멤버는 같은 영역의 다른 그룹 멤버들에 대한 목록을 갖고 있으며, 따라서 GC로부터 데이터 패킷을 수신한 임의의 멤버 노드는 이 패킷을 같은 영역의 다른 멤버들에게 유니캐스트로 전송할 수 있다. 즉, 데이터 패킷에 멤버들의 주소 목록을 포함시키지 않아도 되며, 기존의 소규모 멀티캐스트 그룹에만 적합한 방법과는 달리 대규모 멀티캐스트 그룹에도 적용 가능하다.

GC가 어떤 영역의 중심으로 전송한 데이터 패킷을 수신한 노드는 자신이 그룹 멤버인 경우 그 영역의 다른 멤버들에게 패킷을 유니캐스트해주며, 만일 그룹 멤버가 아닌 경우는 확장 링 탐색(expanded ring search)을 사용해서 영역 내 가장 가까운 그룹 멤버에게 패킷을 유니캐스트한다. 그룹 멤버가 아닌 노드로부터 데이터 패킷을 수신한 멤버는 이 패킷을 같은 영역의 다른 그룹 멤버들에게 유니캐스트한다(그림 3 (d) 참조).



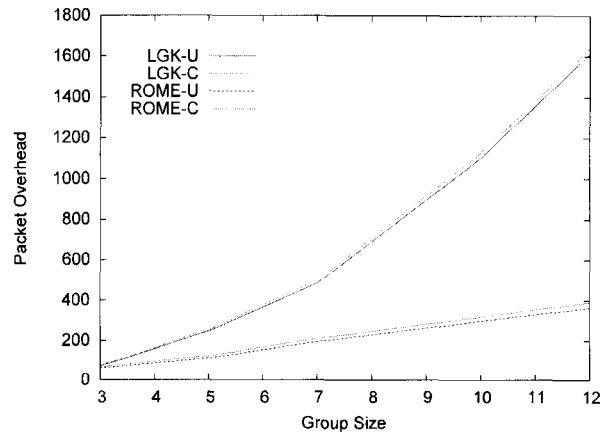
(그림 3) ROME 동작 과정 흐름도

4. 성능 분석

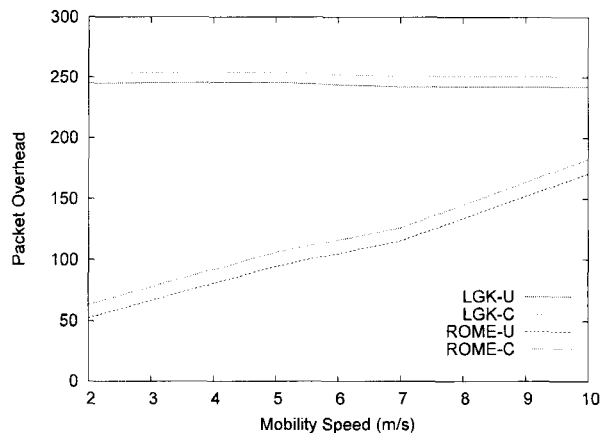
이 절에서는 k=2인 LGK 트리 방식과 ROME을 시뮬레이션을 통해 성능 비교하며, 이를 위해 다음과 같은 성능 분석 요소를 사용한다.

- 위치 갱신 오버헤드(Location update overhead). 그룹 멤버들에 의해서 생성되는 위치 갱신 메시지의 총 수.
- 제어 오버헤드(Control overhead). 멀티캐스트 서비스를 제공하는데 필요한 제어 메시지(Join\_Request, Join\_Reply, Join\_Notify, Leave\_Request, Leave\_Reply and Leave\_Notify)의 총 수.

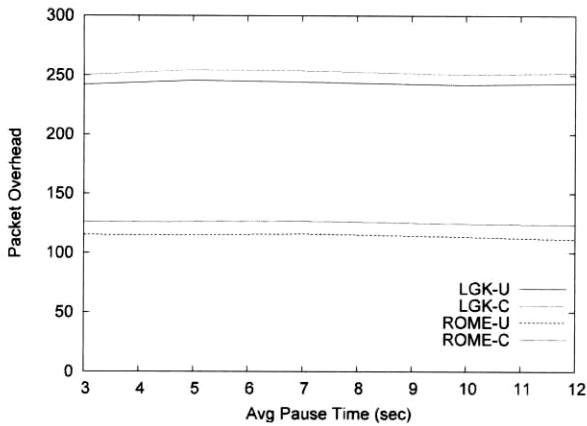
시뮬레이션 네트워크는 1000m x 1000m 공간에 50개의 이동 노드가 있으며, 최대 속도 2, 5, 7, 10, 15m/초, 평균 정지(pause) 시간 3, 5, 7, 10, 12초인 random waypoint 이동성 모델을 사용했다. 각 노드의 전송 반경(transmission range)은 100m이며, 멀티캐스트 세션의 그룹 멤버는 시뮬레이션 시작 시점에 3, 5, 7, 10, 12개의 노드를 임의로 추출해서 정했다. GC는 이동성이 없으며 네트워크의 임의의 지점에 위치시켰다. 가장 중요한 성능 요소 중의 하나인 위치 갱신 간격은 10, 50, 100, 200초로 했으며, 영역 크기는 100m, 150m,



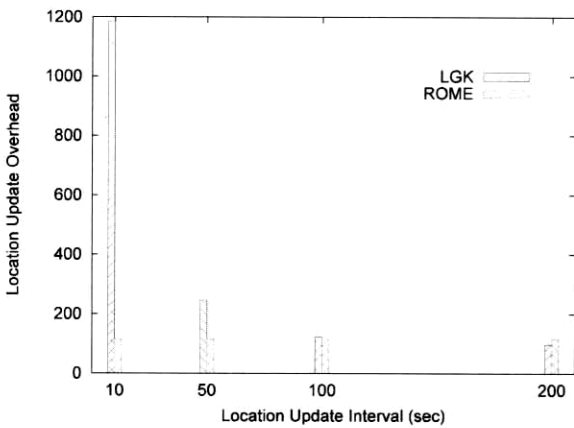
(그림 4) 그룹 크기의 변화에 따른 패킷 오버헤드



(그림 5) 이동 속도의 변화에 따른 패킷 오버헤드



(그림 6) 평균 정지 시간의 변화에 따른 패킷 오버헤드



(그림 7) 위치 갱신 간격의 변화에 따른 위치 갱신 오버헤드

200m로 해서 시뮬레이션을 수행했다. 하부 유니캐스트 라우팅 프로토콜로는 위치 기반의 유니캐스트 라우팅 프로토콜인 GPSR[11]을 사용했다. NS-2.29[12]와 GPSR 코드용 HLS 패치[13]를 사용해서 시뮬레이션을 수행했다.

(그림 4), (그림 5), (그림 6)은 그룹 크기, 이동 속도, 평균 정지 시간의 변화에 따른 패킷 오버헤드를 보여주며, 여기서 패킷 오버헤드(-C로 표시)는 위치 갱신 오버헤드(-U로 표시)와 제어 오버헤드의 합이다. (그림 4)는 이동 속도 7m/초, 평균 정지 시간 7초일 때의 패킷 오버헤드를 나타내며, 그룹 크기가 증가함에 따라 LGK의 패킷 오버헤드가 상당히 증가함을 알 수 있으며 (예를 들어, 그룹 크기 10일 때 ROME의 패킷 오버헤드는 LGK의 패킷 오버헤드보다 1/4정, 그 이유는 LGK의 경우 그룹 멤버가 다른 그룹 멤버들에게 자신의 위치 갱신 메시지를 주기적으로 보내야 하기 때문이다. 반면, ROME은 위치 갱신의 범위를 해당 영역으로만 한정하기 때문에 그룹 크기에 영향을 별로 받지 않으며, 결과적으로 ROME이 LGK에 비해 확장성이 우수함을 알 수 있었다. 두 기법 모두 가입/탈퇴와 관련된 제어 오버헤드가 위치 갱신으로 인한 오버헤드에 비해 상당히 적기 때문에 패킷 오버헤드는 제어 오버헤드와 거의 비슷하다.

(그림 5)는 그룹 크기 5, 평균 정지 시간 7초일 때 이동

속도의 변화에 따른 패킷 오버헤드를 보여준다. LGK는 각 멤버가 주기적으로 위치 갱신을 보내기 때문에 이동 속도에 영향을 받지 않는 반면, ROME은 노드가 한 영역 내에서 이동하는 경우 위치 갱신을 주기적으로 보내지만 영역 간 이동을 하는 경우 이벤트 기반으로 위치 갱신을 하기 때문에 이동 속도가 증가함에 따라 패킷 오버헤드가 증가한다. (그림 6)은 그룹 크기 5, 이동 속도 7m/초일 때 평균 정지 시간의 변화에 따른 패킷 오버헤드를 보여주며, LGK와 ROME은 평균 정지 시간에 영향 받지 않는다. (그림 5)에서 알 수 있듯이 LGK와 ROME의 패킷 오버헤드는 저속일 때 상당한 차이가 있으나 속도가 증가함에 따라 그 차이가 많이 줄어들며, 노드의 이동 속도가 대략 14m/s(50km/h) 이하일 때 ROME의 성능이 LGK보다 우월함을 알 수 있다. 50km/h의 이동 속도는 MANET 환경이라기 보다는 VANET (Vehicular Ad hoc Network) 환경에 해당하며, 이는 VANET 환경에 적합한 지리 정보 기반의 오버레이 멀티캐스트 방법에 대한 연구가 향후 추가로 진행되어야 함을 의미한다.

(그림 7)은 위치 갱신 오버헤드에 많은 영향을 주는 위치 갱신 간격을 변화시켰을 때의 위치 갱신 오버헤드를 보여준다. 위치 갱신 간격이 감소함에 따라 LGK는 주기적 위치 갱신으로 인해 갱신 오버헤드가 상당히 증가하는 반면, ROME은 주기적 위치 갱신이 한 영역으로 한정되기 때문에 LGK와 비교했을 때 거의 증가하지 않는다. 따라서 위치 갱신 간격이 LGK의 위치 갱신 오버헤드를 결정짓는 중요한 요소임을 확인할 수 있었다.

### 5. 결론

기존의 지리 정보를 사용하는 MANET 오버레이 멀티캐스트 기법들은 MANET의 동적인 토폴로지 정보를 유지하기 위한 오버헤드가 있으며, 이 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 그룹 멤버의 위치 정보를 이용하는 영역(region) 기반의 새로운 오버레이 멀티캐스트 기법인 ROME (Region-based Overlay Multicast in MANET)을 제안했다. 기존 방식 중 하나인 LGK 트리 방식[6][7]의 주기적 위치 갱신 오버헤드를 줄이기 위해 ROME에서는 네트워크 토폴로지를 작은 영역들로 나누고 그룹 멤버의 위치 갱신 범위를 한 영역으로 한정시키며, 멤버가 한 영역에서 다른 영역으로 이동하는 경우 이전 영역과 새 영역에 있는 그룹 멤버들에게만 위치 갱신을 한다. 영역과 유사한 개념인 셀(cell) 기반의 SOLONet[8]에서는 셀마다 로컬 리더 노드를 선정하며, 이러한 리더 선정 오버헤드를 줄이기 위해 ROME에서는 로컬 리더 노드 대신 영역의 중심점 좌표를 사용해서 데이터 패킷을 전송한다. 또한 ROME은 DDM[5]과 달리 데이터 패킷에 목적지 그룹 멤버들의 주소 목록을 포함시키지 않으며, 따라서 멀티캐스트 그룹 크기가 큰 경우에도 사용할 수 있다. 시뮬레이션을 통해 패킷 오버헤드 측면에서 ROME의 성능이 LGK 방식에 비해 노드의 이동 속도가 10m/s

(36km/h) 이하일 때 훨씬 우수함을 보였다. 그러나 이동 속도가 대략 50km/h 이상이 되면 LGK 방식보다 패킷 오버헤드가 커지는 문제가 생기며, 이는 ROME이 VANET 환경에는 적합하지 않음을 뜻하고, 따라서 향후 VANET 환경에 적합한 지리 정보 기반의 오버레이 멀티캐스트 방법을 개발할 계획이다.

### 참 고 문 헌

[1] C. W. Wu and Y. C. Tay, "AMRIS: A multicast protocol for ad hoc wireless networks", IEEE Milcom, pp25-29, Nov. 1999.

[2] E. M. Royer and C. E. Perkins, "Multicast operation of the ad-hoc on-demand distance vector routing protocol", ACM/IEEE Mobicom, pp207-218, Aug. 1999.

[3] S. J. Lee, M. Gerla, and C. C. Chiang, "On-demand multicast routing protocol", IEEE WCNC, pp1298-1302, Sep. 1999.

[4] K. Obraczka, G. Tsudik, and K. Viswanath, "Pushing the limits of multicast in ad hoc networks", International conference on distributed computing systems (ICDCS), pp719-722, Apr. 2001.

[5] L. Ji and M. Corson, "Differential destination multicast - a MANET multicast routing protocol for small groups", IEEE Infocom, pp1192-1201, Apr. 2001.

[6] K. Chen and K. Nahrstedt, "Effective location-guided tree construction algorithms for small group multicast in MANET", IEEE Infocom, pp1180-1189, Jun. 2002.

[7] K. Chen and K. Nahrstedt, "Effective location-guided overlay multicast in mobile ad hoc networks", International journal of wireless and mobile computing (IJWMC), vol. 3, 2005.

[8] A. Patil, Y. Liu, and L. Xial, A. H. Esfahanian, and L. M. Ni, "SOLONet: Sub-Optimal Location-Adied Overlay Network for MANETs", IEEE MASS, pp324-333, Oct. 2004.

[9] K. Viswanath, K. Obraczka, and G. Tsudik, "Exploring mesh and tree-based multicast routing protocols for MANETs", IEEE trans. on mobile computing, vol. 5, no. 1, pp28-42, Jan. 2006.

[10] A. Mizumoto, H. Yamaguchi, and K. Taniguchi, "Cost-conscious geographic multicast on MANET", IEEE Secon, pp44-53, Oct. 2004.

[11] B. Karp and H. T. Kung, "GPSR: Greedy perimeter stateless routing for wireless networks", ACM/IEEE Mobicom, pp243-254, Aug. 2000.

[12] The network simulator, ns-2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.

[13] HLS (Hierarchical Location Service for Mobile Ad-hoc Networks) patch for ns-2.29, <http://www.cn.uni-duesseldorf.de/staff/kiess/software/hls-ns2-patch>.



### 임 유 진

e-mail : yujin@suwon.ac.kr

1995년 숙명여자대학교 전자계산학과(학사)

1997년 숙명여자대학교 대학원 전자계산학과(석사)

2000년 숙명여자대학교 대학원 전자계산학과(박사)

2000년 서울대학교 Post-Doc

2000년 서울시립대학교 연구교수

2003년 University of California Los Angeles, Post-Doc

2003년 삼성종합기술원 전문연구원

2004년~현재 수원대학교 정보미디어학과 전임강사

관심분야 : 센서 네트워크, 애드혹 네트워크, 홈 네트워크 등



### 안 상 현

e-mail : ahn@uos.ac.kr

1986년 서울대학교 컴퓨터공학과(학사)

1988년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과(석사)

1989년 University of Minnesota 컴퓨터학과(박사)

1988년 (주)데이콤 연구원

1994년 세종대학교 컴퓨터학과 전임강사/조교수

1998년~현재 서울시립대학교 컴퓨터과학부 조교수/부교수

관심분야 : 애드혹 네트워크, 센서 네트워크, 홈 네트워크, 이동통신, 라우팅 프로토콜 등