

IP 기반 멀티캐스트 서비스의 지역분할 전송 모델

장 경 성[†] · 김 병 기^{††}

요 약

최근의 이동컴퓨팅의 기술 및 IP 지원 이동성(Mobile IP)의 다양한 적용기술의 발전되고 있으며, 멀티캐스트 통신이 그룹중심의 응용기술을 지원하는 효율적이고 매우 중요한 수단으로 연구가 진행되고 있으며, 이는 제한된 대역폭을 가지는 이동성 지원 네트워크 환경에서 고용량의 정보를 효율적으로 전송하기 위한 방법으로 여겨지고 있기 때문이다. 본 논문에서는 양방향 터널링과 원격가입을 통한 멀티캐스트 데이터 전송 시 발생하는 문제점을 해결하고 좀 더 효율적인 이동성 지원 멀티캐스트 데이터 전송을 위한 지역분할 방법을 제시한다. 각 지역 내부에서는 양방향 터널링을 이용하여 이동호스트에게 데이터 전송을 효율적으로 수행토록 하며, 지역 외부에서는 원격가입을 통하여 홈 에이전트와의 원격 전송시 야기되는 트래픽의 부하를 줄이도록 설계하고 성능을 비교 평가한다.

The Regional transferring Model for Multicasting Service based on IP

Kyung-Sung Jang[†] · Byung-Ki Kim^{††}

ABSTRACT

The multicasting telecommunication is an important research as an applicable technique in the development of adaptable technique for modern mobile computing and mobile IP, because that is supposed to be a solution for transferring the large-size information on the mobile and wireless network with the narrow bandwidth. This paper will suggest one solution for the bidirectional tunneling and the local re-registration problems to support transferring mobile multicasting datagram by the partitioned network. The bidirectional tunneling technique is in use for mobile host moving around in a region and the local re-registration technique for crossing regions to reduce traffic load caused by transferring datagram along a long distance, and we compare those models with our suggested model by simulation.

키워드 : 멀티캐스트(Multicast), 이동통신(Mobile IP), 라우팅(Routing protocol)

1. 서 론

IP 멀티캐스팅은 하나의 메시지를 특정 다수에게 복사하여 전송해 줌으로써 응용서비스들을 효과적으로 지원할 수 있다. 이는 송신자가 각 수신자에게 단지 하나의 멀티캐스트 메시지만이 전달되고 경로가 라우터에서 분리될 때 메시지의 복사본이 생성되므로 IP 멀티캐스트는 많은 성능 향상을 초래하고 종단간 대역폭을 절약할 수 있게 된다.

이동 통신환경에서 멀티캐스트 서비스에 대한 기존의 연구는 두 가지 분류도 구별되고 있다. 첫 번째는 이동 호스트가 이동한 라우터로 기존 멤버가입을 하였던 라우터로부터 터널링 기법을 이용하여 멀티캐스트 데이터 송수신하는 방법(양방향 터널링, bi-directional tunneling)이고, 두 번째는 이동 호스트가 이동한 지역의 멀티캐스트 라우터에 멤버로 새롭게 가입하는 방식인 원격가입(remote subscription)을 통한 데이터 전송이다[3]. 그러나 양방향 터널링 방법은 멀

티캐스트 데이터 전송 트리의 수정이 자주 일어나지 않는다는 장점을 지니고 있지만 이동호스트의 이동위치에 따르는 최적의 경로를 유지하지 못하고 다수의 이동 호스트가 동일한 라우터로 이동하는 경우 동일한 데이터그램이 반복하여 터널링이 됨으로서 네트워크 대역폭 자원의 낭비를 초래하게 된다. 또한 원격가입을 통한 멀티캐스트 데이터 전송은 재가입을 통하여 송신자로부터 최적의 경로를 유지할 수 있지만 재 가입 처리에 대한 부하를 감당해야 하는 문제점이 있다. 이러한 문제점은 특히 호스트들의 이동성이 빈번한 환경에서는 심각한 문제점을 야기시킨다.

본 논문에서는 양방향 터널링과 원격가입을 통한 멀티캐스트 데이터 전송시 발생하는 문제점을 해결하고 좀 더 효율적인 이동성 지원 멀티캐스트 데이터 전송을 위한 지역분할 방법을 제시한다. 각 지역 내부에서는 양방향 터널링을 이용하여 이동호스트에게 데이터 전송을 효율적으로 수행토록 하며, 지역 외부에서는 원격가입을 통하여 HA와의 원격 전송시 야기되는 트래픽의 부하를 줄이도록 설계한다. 또한 본 논문의 복합적인 구조적 방법은 터널링 전송

† 정 회 원 : 전남대학교 대학원 전산통계학과
 †† 종신회원 : 전남대학교 컴퓨터정보학부 교수
 논문접수 : 2001년 5월 4일, 심사완료 : 2001년 8월 3일

방법에서 야기되었던 터널 집중화 문제 및 확장 터널 집중화 문제를 해결하며, 멀티캐스팅 서비스에서 중요한 연구대상이 되고있는 수신자가 비 멀티캐스팅 서비스 지역으로 이동한 경우에는 호스트의 홈 네트워크를 통해서 멀티캐스트 데이터그램을 수신할 수 있었다.

제안 논문은 제 2장에서 Mobile IP 멀티캐스트에 대한 관련 연구를 살펴보고 제 3장과 제 4장에서는 제안 모델에 대한 프로토콜 설계와 모의 실험을 통하여 성능을 비교분석 및 평가하며 제 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 IETF Mobile IP Multicast 방법

IETF Mobile IP[5]는 인터넷 프로토콜의 이동성 뿐만 아니라 멀티캐스트 데이터그램의 라우팅을 위한 기법을 간략하게 제안하고 있다. IETF Mobile IP Multicast에서는 이동성을 지원하기 위하여 양방향 터널링과 원격 가입을 선택 사항으로 권고한다[8]. 양방향 터널링에 의한 방법 MH(Mobile Host)가 HA(Home Agent)와 양방향 터널을 설정하여 IGMP 메시지를 포함한 모든 데이터그램을 HA를 경유하여 송수신하는 방법으로 HA가 멀티캐스트 라우터임을 가정한다. 원격 가입은 데이터그램에 대한 최적의 경로를 제공하기 위하여 이동할 때마다 멀티캐스트 그룹에 가입하여 HA를 경유하지 않고 직접 데이터그램을 송수신하는 방법이다. 이 방법은 이동한 네트워크에 멀티캐스트 라우터가 존재하는 경우에 가능하며, 멀티캐스트 데이터그램을 송신할 때 멀티캐스트 라우팅 프로토콜과의 독립성을 유지하기 위하여 반드시 COA(care-of-address)를 멀티캐스트 데이터그램의 근원지 주소로 사용해야 한다[7].

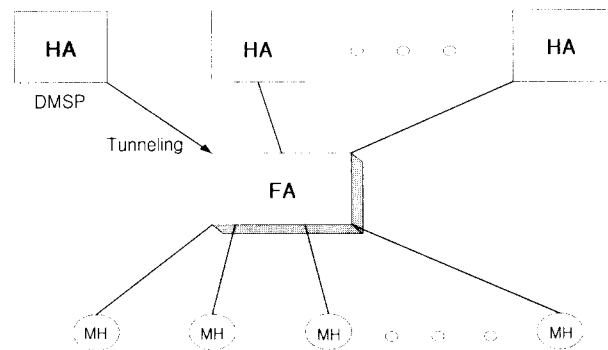
Acharya가 제안한 이동 IP 멀티캐스트는 콜롬비아 대학에서 제안한 Mobile IP를 기본으로 하고 있다[1]. 콜롬비아 대학의 Mobile IP는 네트워크를 캠퍼스 단위로 나누고 캠퍼스마다 MH들을 위하여 하나의 가상의 서브네트워크를 할당한다. 따라서, 한 캠퍼스 내에서는 MSR(Mobility Support Router)들의 무선 인터페이스는 공통된 서브네트워크 주소를 공유하고 다른 캠퍼스로 이동한 경우에만 임시 주소를 할당 받는 특징을 갖는다. Acharya는 멀티캐스트 데이터그램을 송수신하기 위하여 멀티캐스트 터널(Multicast Tunnel, MTUNNEL)을 정의하였다. MTUNNEL은 유니캐스트 터널과는 달리 캠퍼스 내의 모든 MSR들을 그룹의 구성원으로 하는 특별한 멀티캐스트 호스트 그룹이다. 모든 멀티캐스트 데이터그램과 IGMP 메시지는 MTUNNEL을 통하여 로컬 MSR과 원격의 MSR들을 경유하여 MH들에게 전달된다.

2.2 MoM(Mobile Multicast) 방법

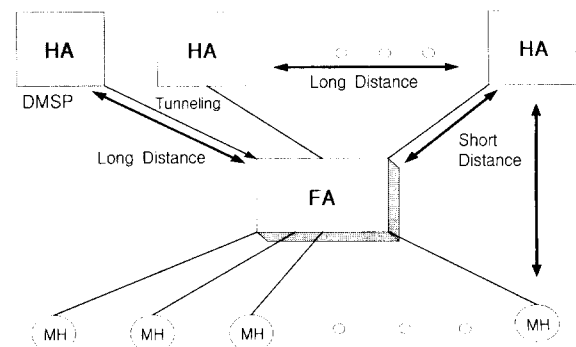
MoM(Mobile Multicast)은 IETF Mobile IP 멀티캐스트에

서와 같이 터널을 사용하면서 MH들의 이동에 따라서 발생할 수 있는 터널 집중화문제(Tunnel Convergence Problem)를 해결한다[2, 3]. 서로 다른 네트워크에 분산되어 있던 MH들이 한 네트워크로 이동하면 복수의 HA들로부터 하나의 FA로 터널의 끝점이 집중된다. 이 결과로 FA는 복수의 HA들로부터 데이터그램을 수신하여 MH들에게 전달하므로 FA는 물론 MH들도 중복된 데이터그램을 수신하게 된다. MoM은 터널 집중 현상을 방지하기 위하여 FA가 멀티캐스트 그룹마다 하나의 DMSP(Designated Multicast Provider)를 지정하도록 한다. DMSP는 FA에게 데이터그램을 전송할 책임을 갖는 HA이다. 따라서, FA는 같은 멀티캐스트 그룹에 가입한 복수의 MH들에게 서비스를 제공해야 하는 경우에 한 HA만 DMSP로 지정함으로써 복수의 HA들로부터 데이터그램을 중복하여 수신하지 않도록 제한한다.

그러나 DMSP를 이용한 터널 집중화 문제를 해결하였지만 추가적인 문제를 안고 있다. 본 논문에서는 이 문제를 확장 터널 집중화 문제(Extended Tunnel Convergence Problem)로 지칭한다. 확장 터널 집중화 문제는 DMSP가 동일한 FA로 이동한 다수의 MH에게 대표로 터널링을 담당하므로서 임의의 MH에게는 자신의 HA와의 근접한 거리를 포기하고 원거리상의 DMSP를 통해서 터널링을 받으므로 인해서 추가적인 부하를 감수해야 한다. 이 문제는 HA와 MH와의 거리는 근접하지만 이동한 호스트가 동일한 그룹에 소속된 다른 MH들이 존재하는 FA로 이동함으로써 발생한다.



(그림 1) 터널 집중화 문제



(그림 2) 확장 터널 집중화 문제

3. RMMP의 설계

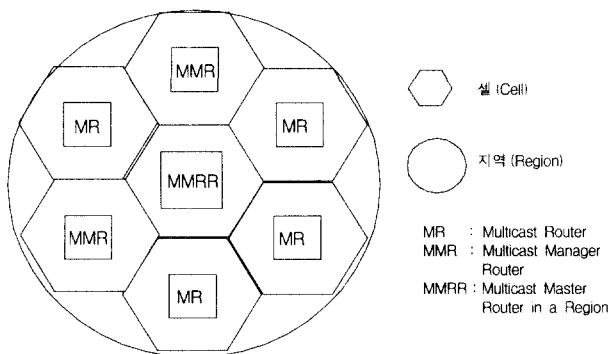
이동성 지원 환경에서 본 논문(RMMP : Regional Mobile Multicast Protocol)이 제시하는 스키마는 이동 호스트의 위치정보와 멀티캐스트 그룹 멤버관리를 효율적으로 유지하고, 이동환경에서 멀티캐스트 데이터 전송을 수행하는 이동 호스트의 동적 위치와 동적 멤버 관리에 따르는 문제점을 해결하는데 목적을 두고 있다[6]. 또한 비 멀티캐스트 라우터로 이동하는 경우에도 지속적인 멀티캐스트 서비스를 제공할 수 있으며, MoM의 확장 터널집중화 문제를 해결하는 모델을 제시한다.

3.1 RMMP의 환경

3.1.1 RMMP의 기본가정

제안 모델은 인터넷환경에서 그룹 멤버관리 및 이동 호스트가 홈 네트워크에서 멀티캐스트 서비스를 받을 수 있는 프로토콜을 기본적으로 가정한다. 또한 본 논문의 RMMP의 주소개념은 "Region(지역, Partitioned Area)"으로 정의되며, 전체 네트워크 구조는 무선 네트워크 기반의 셀 구조를 포함하고 있다. 이러한 셀들에 의한 구성 기본 단위로 설정하며, 1개의 지역은 n 차원 외곽을 가지는 셀들의 집합으로 구성된다. 각 지역은 MMRR(Multicasting Master Router in a Region)멀티캐스팅 기능을 수행하는 라우터 1개와 다수의 멀티캐스팅 및 비 멀티캐스팅을 수행하는 라우터들에 의해서 구성된다. 각 라우터들은 무선 전자파를 이용하여 이동 호스트들에게 데이터전송을 수행하며 이때 하부에 멀티캐스팅 멤버를 보유하고 있는 라우터를 멀티캐스팅 라우터(MR)이라 지칭하고, 동일한 외부지역 담당 라우터(FA)에게 이동한 이동 호스트를 관리하는 라우터를 MMR(Multicasting Manager Router)이며 터널 집중화 및 확장 터널 집중화 문제를 해결하기 위하여 MoM에서 HA 중 하나를 선정하여 하나의 동일한 FA로 이동한 이동 호스트들에게 터널링을 수행하는 라우터로 지정하는 기능과 동일한 기능을 수행하게 된다.

3.1.2 RMMP의 이동환경



(그림 3) 지역(Region)의 구조

제한한 모델(RMMP)는 두가지 종류의 지역으로 구성되며, 하나는 홈 지역(Home Region)이고 다른 하나는 외부 지역(Foreign Region)이며 이동 호스트가 목적지 셀로 이동한 경우 목적지 셀이 포함된 지역을 외부 지역으로 간주한다. 호스트의 이동 형태는 처음 등록과정을 수행한 후 다음과 같은 3가지 유형의 이동 형태중 한가지에 속하게 되는데 ① 이동 호스트가 처음 등록된 셀 내부에서 이동한 경우, ② 이동 호스트가 처음 등록된 셀이 포함된 지역과 동일한 지역내의 다른 셀로 이동한 경우, ③ 이동 호스트가 처음 등록된 셀이 포함된 지역과 다른 지역내의 셀로 이동한 경우이다. 그러나 이동 호스트가 처음 등록 후 한번의 이동이 발생하고 난 후에 이동에 대해서는 다음과 같은 다른 유형의 이동성 중 하나에 속하게 되며 ④ 현재 위치한 셀 내부에서 이동하는 경우, ⑤ 현재 위치한 셀과 동일한 지역내의 다른 셀로 이동하는 경우, ⑥ 현재 위치한 셀과 다른 지역내의 셀로 이동하는 경우에 해당된다.

이러한 이동 유형의 각각에 대해서 살펴보면, ①과 ②는 동일한 셀 내부에서 이동을 수행하므로 재 가입이나 터널링을 위한 다른 절차가 필요하지 않으며 기본적으로 데이터 링크계층에서 지원하고 있는 무선 데이터 통신의 IEEE 802.11과 유선 데이터 통신의 IEEE 802.x에 바탕을 둔 전송 형태가 가지는 지역 네트워크이기 때문이다.

또한 ②와 ⑤의 이동 유형에 대해서 기존 Mobile IP 모델에서는 어떠한 셀에 위치하고 있었던지 상관없이 이동 호스트가 처음 등록을 수행한 셀로부터 데이터그램을 터널링을 통하여 수신하는 반면[4,5] 본 연구 모델에서는 지역내의 터널링의 집중화 문제를 해결하기 위해서 지역내에서 동일한 송신자로부터 전송된 데이터그램을 터널링 해주는 홈 에이전트들 중에 하나를 선정하여 대표로 터널링을 수행하는 절차를 수행한다.

③과 ⑥의 경우는 이동 호스트가 다른 지역의 다른 셀로 이동한 경우이며, 본 연구의 모델에서는 다른 지역으로의 이동 호스트에 대해서는 이동한 지역내의 임의의 선정된 서버에 원격가입을 수행하여 마치 처음 등록된 지역이 현재의 지역인 것처럼 처리함으로써 원격 가입의 절차를 수행한다. 그러나 기존의 원격 가입과의 차이점은 이동한 지역내의 어떠한 셀에 위치하고 있더라도 MMRR에 등록을 수행하고 FA를 통하여 데이터그램을 수신 받는다.

3.2 RMMP에서 멀티캐스팅 서비스

3.2.1 지역내에서 이동하는 이동 호스트에 대한 멀티캐스팅서비스

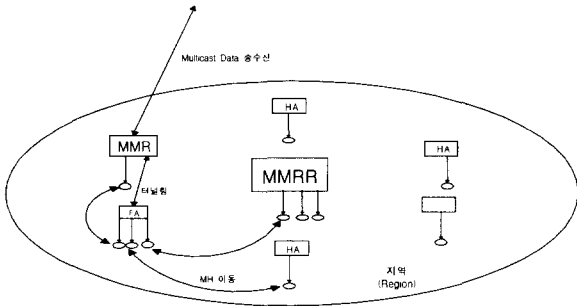
데이터 송신자(근원지)로부터 전송되는 데이터는 기존 호스트가 처음에 등록된 HA에 도달하게 되고, HA는 수신된 데이터그램을 자신이 유지하고 있는 정보관리 자료를 참조하여 멤버에 가입된 이동 호스트가 이동한 셀의 FA로 터널

링 함으로서 송수신을 수행한다. 이때 이동한 셀에서 FA가 다수의 이동 호스트에게 서비스를 제공해야 하는 경우에 발생하는 터널 집중화 문제를 해결하기 위하여 각 호스트들의 HA들 중에서 하나를 선정하여 MMR로 지정하고 지정된 MMR을 통하여 터널링을 중점 수행하도록 하고 있다.

```

When a MH contacts the FA in the same region
if (FA has one more member of the group)
    set the MH to the member of the group
    continous tunneling service by a MMR
else {
    check the HA of MH by IGRP responsibility
    set the MMR to the HA
    tunneling the data to MH by the MMR
}
    
```

(그림 4) 내부 지역이동시 호스트관리 알고리즘



(그림 5) 내부지역 이동시 멀티캐스트

● MMR 선정방법 및 기능

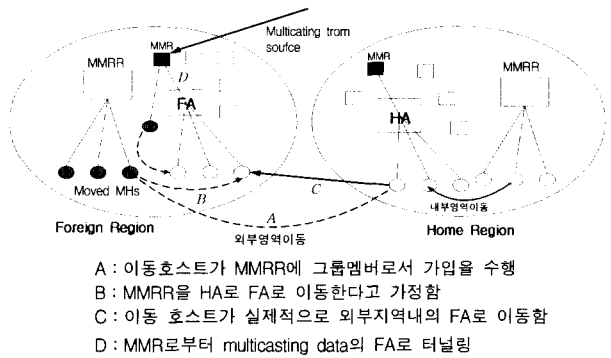
MMR을 선정은 처음으로 임의의 FA로 이동한 호스트의 HA를 이동한 호스트의 MMR로 지정하도록 하고, 만약 지정된 MMR의 멤버 호스트가 모두 탈퇴하는 경우에는 이동한 호스트들의 순서로 해당 HA를 MMR을 지정한다. 이때 유지되어야 하는 이동 호스트들에 대한 이동 순서는 FA에서 관리 지정하도록 한다. 또한 MMR의 지정은 멀티캐스트 그룹들에 대해서 각각 독립적으로 지정하도록 하며, 또한 만약 이미 지정된 MMR이 다른 멀티캐스트 그룹에 대한 MMR로 지정이 되어야 하는 경우에는 다른 HA가 존재하는 경우에는 새로운 MMR로 지정하도록 한다.

지역 내부에서 호스트들의 이동에 대해서는 MMRR은 다른 라우터와 동일한 취급을 받도록 설계되며, 만약 기 지정된 MMRR이 MMR의 역할을 수행해야 하는 경우에도 차기에 선정 가능성이 있는 이동 호스트에 대한 HA를 MMR로 선정하고, 선택해야 할 HA가 없는 경우에만 해당 그룹에 대해서 MMRR을 MMR로 지정하도록 한다.

3.2.2 외부 지역으로 이동하는 이동 호스트에 대한 멀티캐스팅 서비스

임의의 이동 호스트가 외부 지역으로 이동((그림 6)의 C 참조)하여 원격가입을 통하여 새로운 멀티캐스트 라우터에

해당 멀티캐스트 서비스의 멤버로 재 가입함으로써 지속적인 서비스를 받으며((그림 6)의 A, B 참조) 양방향 터널링에서 야기되는 터널 집중화 문제를 해결하기 위한 방법이다. 또한 확장 터널 집중화문제의 비효율성을 극복하기 위해서 전체 네트워크 지역을 내부 지역과 외부 지역으로 분리하며 외부지역 이동을 한 호스트는 자신의 HA를 해당 지역에 존재하는 MMRR로 변경하기위하여 지정된 MMRR에 자신을 재등록한다.



- A : 이동호스트가 MMRR에 그룹멤버로서 가입을 수행
- B : MMRR을 HA로 FA로 이동한다고 가정함
- C : 이동 호스트가 실제로 외부지역내의 FA로 이동함
- D : MMRR로부터 multicasting data의 FA로 터널링

(그림 6) 외부지역으로 호스트 이동시 멀티캐스팅 서비스

이동 호스트가 MMRR로 이동한 경우는 MMRR로 재가입 후 직접 멀티캐스트 데이터그램을 수신할 수 있거나, 다른 MMR을 통하여 터널링 받을 수 있다((그림 6)의 D 참조). MMRR로부터 직접 전송 받는 경우는 MMRR이외에는 해당 멀티캐스트 서비스를 수행하는 라우터가 존재하지 않는 경우이다. MMRR이 서비스를 수행해야 할 상황인 경우에는 MMR 기능과 고유의 기능을 동시에 수행하지만 후에 추가되는 HA가 있다면 MMR 기능을 해당 HA에게 이전하고 자신의 정보관리 구성((그림 8) 참조)의 수정을 통하여 정보를 유지한다.

```

When a MH is moving to a FA in a Foreign Region
Set the MH for a member of MMRR in the region
if (FA was joined the group
and has one more members) {
    set the MH to the member of the group
    continous tunneling service by a MMR
}
else if (FA have not joined the group) {
    set MMRR to MMR for the group
    continous tunneling service by a MMRR as MMR
}
    
```

(그림 7) 외부 지역이동시 호스트관리 알고리즘

● MMRR 선정 방법과 기능

MMRR은 임의의 지역 내에 존재하는 멀티캐스팅 서비스가 가능한 라우터 중 하나를 지정한다. 기본적으로 이동 호스트가 해당 지역 내로 이동하는 경우, 그리고 접속한 FA에 가입을 원하는 멀티캐스트 그룹 멤버가 존재하지 않는

경우 MMRR이 멀티캐스트 데이터그램 터널링 기능을 수행하며, 만약 내부 지역에서 같은 그룹에 추가적인 가입을 원하는 이동 호스트가 존재하면 새로이 이동하는 호스트의 HA를 MMR로 지정하고 기존의 MMRR의 멤버 관리 정보 내에 존재하는 멤버에 대한 정보를 새로이 지정된 MMR에게 전송 관리하도록 하며, 자신은 고유한 MMRR 기능, 즉 해당 멀티캐스트 그룹에 대한 외부 지역 이동 호스트 관리만을 담당하게 된다. 또한 이동 호스트가 접속하려는 지역 내에 존재하는 라우터들 중에는 비 멀티캐스팅 라우터가 존재할 수 있으며, 이러한 경우에도 MMRR을 통해서 데이터 터널링을 수행할 수 있다.

그러나 MMRR이 지역내의 모든 다른 지역으로부터 이동한 호스트들에 대한 서비스를 담당함으로써 부하가 가중될 수 있다는 위험 부담이 존재한다. 이러한 문제는 MMRR이 이동 호스트에 대한 서비스를 담당하지 않고 단지 HA로서 관리만을 책임 지음으로서 부하를 줄일 수 있고, 특별한 경우 즉 해당 그룹에 대한 지역내에 멤버가 존재하지 않는 경우만 이동 호스트에게 데이터 전송을 담당함으로써 내부 네트워크의 전송 부하를 감내할 수 있다. 이동 호스트가 접속을 원하는 FA상의 IGMP 때문에 호스트가 가입하기를 원하는 그룹에 대한 정보를 동일한 MMRR에 전송함으로써 MMRR이 이동 호스트를 멤버로 가입하기를 원한다. 또한 FA로의 데이터 전송은 선택된 MMRR 또는 MMR을 통하여 캡슐화되어 호스트에게 전송됨을 의미한다. 이때 이동 호스트의 수가 임의의 지역 내에서 증가함으로써 MMRR의 부하가 증가할 것이라는 추측을 할 수 있는데, 이는 MMRR이 직접 데이터그램 전송을 담당하는 것이 아니고 단지 그룹멤버 관리에 목적이 있으며 실제적인 데이터 전송은 각 그룹에 대한 선택된 MMR이 담당함으로써 MMRR의 전송 부하를 줄일 수 있다는 점으로 효율성을 기할 수 있다.

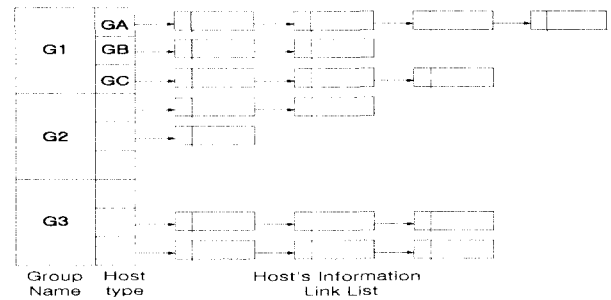
호스트의 이동이 빈번해 짐으로서 기존에 가입되었던 FA는 호스트에게 지속적인 데이터 전송 실패와 TLL의 시간제한 초과(time-out)를 통하여 IGMP 멤버가입 탈퇴를 선언하고 전송중지를 선언함으로써 그룹멤버를 위한 데이터 전송을 지속할 것인가 아니면 중지할 것인가를 결정한다.

3.3 RMMP 구성요소들의 데이터구조

3.3.1 MMRR 데이터구조

MMRR은 멤버관리를 위해서 자신에게 재 가입된 이동 호스트들의 정보와 해당 그룹에 대한 정보를 유지해야 한다. 재 가입된 호스트들은 원래 MMRR에 가입되어 있던 호스트들과 차이를 두지 않고 취급되며, 동일한 데이터 구조 안에서 유지되며, 각 호스트가 가입되어 있는 멀티캐스트 그룹에 대한 정보를 호스트의 정보와 함께 유지함으로써 향후 데이터 터널링을 위하여 이용된다. (그림 5)의 MMRR은 각 링크리스트의 첫 번째 키는 그룹 IP 를 이용

하고, 각 그룹에 대해서 가입되어 있는 호스트를 링크시키고 있다.



(그림 8) MMRR 관리용 데이터 구성

GA는 자신에게 접속해서 MAC 계층의 멀티캐스트 서비스를 받고 있는 호스트들에 대한 링크리스트를 의미하며 이러한 호스트는 고정된 호스트를 지칭하고, GB는 자신이 직접 다른 FA에 접속되어 있는 호스트들에게 터널링을 통한 서비스를 제공하기 위한 호스트 정보를, GC는 터널링을 담당하고 있는 경우 다른 호스트의 HA로부터 터널링 서비스를 받고 있는 호스트들의 정보이며, FA_IP는 각 호스트가 현재 접속한 FA에 대한 IP 주소로서 해당 그룹에 대한 MMR을 통하여 데이터 터널링을 수행하는데 필요한 정보이다.

(그림 9)의 각 필드에 대한 상세 설명은 다음과 같다.

- ㉠ PTR : 이동 호스트들에 대한 3가지 분류에 해당하는 해싱(Hashing) 구조의 포인터
- ㉡ Host_IP : 이동 호스트에게 DHCP에 의해 할당된 IP
- ㉢ FA_IP : 지역내에서 호스트가 접속하여 데이터그램 전송을 받고 있는 외부 에이전트의 IP 주소
- ㉣ HA_IP : 이동 호스트가 이동 후 홈 에이전트로서 가입한 HA의 주소
- ㉤ MMR_IP : 현재 이동 호스트가 접속한 FA에게 터널링 서비스를 수행하고 있는 HA의 IP

PTR	HOST_IP	FA_IP	HA_IP	MMR_IP
-----	---------	-------	-------	--------

- PTR : Link List Pointer
- Host_IP : Address of Host
- FA_IP : Host가 접속하여 서비스를 받고 있는 Agent
- HA_IP : Host가 가입 등록한 Agent(라우터)
- MMR_IP : Host에게 tunneling 담당 라우터

(그림 9) 이동호스트에 대한 정보 구성

3.3.2 MMR 데이터구조

MMR이 서비스하는 호스트는 자신에게 직접 접속되어 있는 자신의 셀 내부의 호스트들과 다른 FA에게 접속되어 있지만 자신의 셀에서 이동해 간 호스트들과 동일한 터널링 서비스를 받고자 원하는 호스트들로 구성되며, 동일한

MMR에는 서로 다른 그룹에 대한 멤버들이 접속가능 하거나 등록이 가능하므로 각 호스트들의 등록된 그룹에 대한 정보와 HA에 대한 정보도 부가적으로 필요하게 된다.

Group	Host_IP	FA_IP	HA_IP

(그림 10) MMR이 관리하는 정보 형태

Group	Host_IP	FA_IP	HA_IP
G1	H1	FA1	HA1
	H2		0
	H3		HA2
G2	H9	FA2	HA1
	H8		0

(그림 11) MMR의 정보 구성 예제

(그림 10)에서 필드별 엔트리의 의미와 경우 값에 대해서 설명하면 다음과 같다.

- ㉞ Group_IP : 이동 호스트가 가입한 멀티캐스팅 그룹의 IP 주소로서 각 멀티캐스팅 그룹 IP(IPv4-에서는 클래스(Class) D에 해당하는 주소를 지정하며, 하나의 MMR은 복수개의 멀티캐스팅 터널링 서비스를 지원하기 위한 MMR 엔트리를 유지한다.
- ㉟ Host_IP : 이동 호스트의 IP 주소로서 호스트가 지역 내로 이동하여 HA에 등록할 경우 IGMP에 의해서 할당받은 고유한 IP 주소
- ㊱ FA_IP : 이동 호스트가 현재 접속해서 서비스를 받고 있는 외부 에이전트의 IP 주소이며, 이동 호스트 H1, H2와 H9는 동일한 FA에 접속하였고, H3는 다른 FA2를 통하여 서비스 중임을 알 수 있다.
- ㊲ HA_IP : 이동 호스트가 지역 내에서 등록한 홈 에이전트의 IP 주소로서 이 자료를 유지하고 있는 MMR에 등록을 하여서 이동한 호스트가 H2와 H8 입을 "0" 값을 가지고 있으므로 짐작할 수 있다.

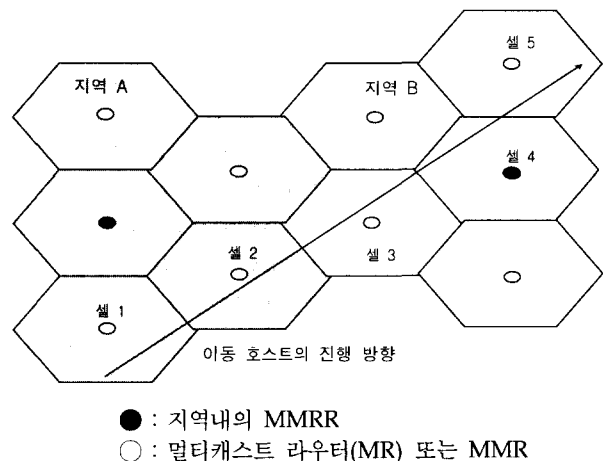
4. 성능 평가

4.1 모의실험 환경

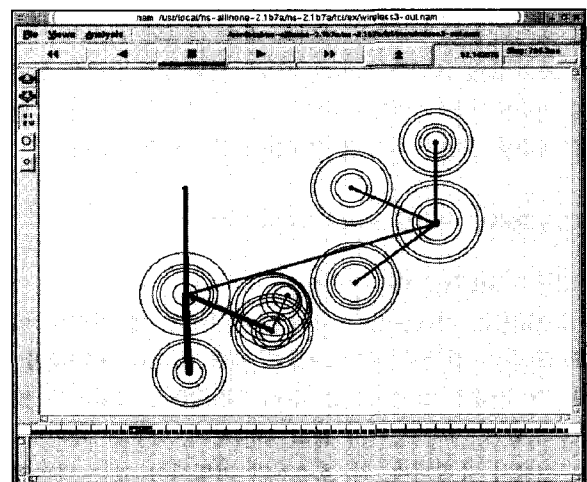
본 논문은 ns-2[11]를 이용한 모의실험을 위하여 PIM-DM[9]을 기본 멀티캐스트 라우팅 프로토콜과 IETF Mobile IP 기본 모듈을 이용한다. 기본적으로 이동 호스트가 IEEE 802.11의 MAC 프로토콜을 만족하며, 지역 A에서 지역 B의 셀로 이동하는 경우로 가정한다((그림 12)과 (그림 13)

참조). 또한 하나의 지역 내에서는 2 레벨의 구조와 각 지역은 7개의 셀로 구성된 형태를 취하고 있다. 각 셀의 중심에 위치한 라우터는 MMRR의 기능을 수행하고 레벨 2에 위치한 6개의 셀에서는 멀티캐스트 라우터와 MMR 기능을 수행하는 라우터들로 구성되며 각각의 라우터를 기본라우터(base-station)로 간주한다.

데이터그램 전송 대역폭은 2.5 Mbps를 고정 라우터들간에 형성하고, 레벨 1에 위치한 2개의 MMRR 간에도 동일한 대역폭을 가정한다. 이동 호스트의 이동 경로는 지역 A의 셀 1에 처음 등록 및 위치하고 목적지 지역 B의 셀 5로 이동한다. 호스트의 이동 경로는 선형적으로 가정하고, 이동경로상에 위치한 지역 A의 셀 2, 지역 B의 셀 3, 셀 4를 점유하게 되며, 셀 5에서 같은 경로를 통하여 다시 셀 1로 되돌아온다. 핸드오버 수행에 관한 절차는 각 셀의 범위를 벗어나는 순간에는 이웃한 셀의 이동성 서비스를 즉시 받는다(0-second rendezvous handoff[10]).



(그림 12) 모의실험을 위한 네트워크 구조



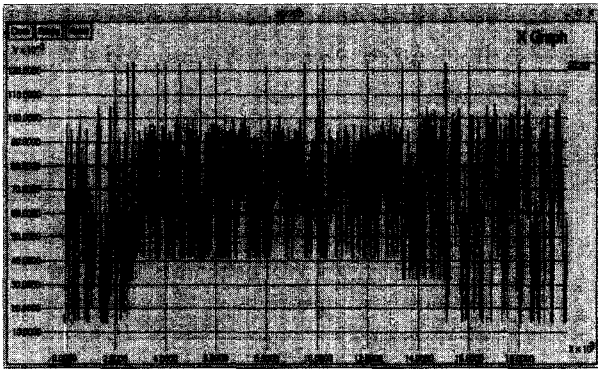
(그림 13) 모의실험도구상의 네트워크 구성도

1개의 호스트의 이동에 대해서 동일한 멀티캐스팅 그룹

에 대해서 멤버호스트의 개수를 1, 5, 10개로 변화시키고 전체의 호스트가 하나의 멀티캐스트 그룹에 가입한 경우를 시험한다. 2개의 지역과 각 지역당 레벨 2의 구조를 유지하며, 셀의 크기는 IEEE 802.11에서 정의하는 MAC 프로토콜에 의한 기준으로 두고 Mobile IP 표준을 기본 가정한다.

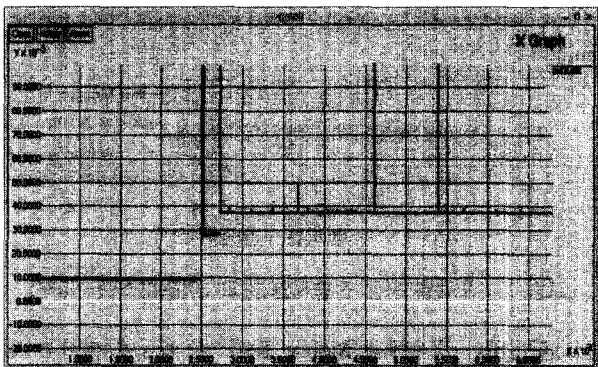
4.2 각 모델별 전송지연에 관한 모의 실험

4.2.1 Mobile IP의 터널링 모델의 전송지연



(그림 14) Mobile IP 데이터그램 전송지연 그래프

(그림 14)의 Mobile IP 모델은 이동 호스트가 각 셀의 지역을 번어나는 순간 이동하는 셀의 라우터와 IGMP를 이용한 터널링 절차를 수행하고 셀 내부에서는 HA(지역 A의 셀 1에 위치한 라우터)를 통하여 이동한 셀의 라우터로 터널링을 수행하고 있음을 보여주고 있다. 처음 셀 구간에서는 전송지연이 적음을 알 수 있으나 다음 셀로 이동한 후에는 지연이 증가함을 알 수 있다. 또한 처음 그룹 가입을 한 셀로 이동함으로써 터널링에 따르는 전송지연이 다시 감소함을 보여주고 있으며, 이러한 이유는 터널링을 통한 전송에서는 HA와 FA 간의 거리에 비례적인 전송특성을 지니고 있기 때문이다.

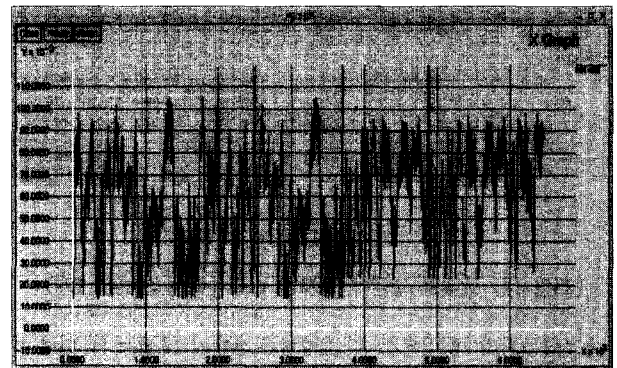


(그림 15) 원격가입의 터널링 수행시 전송지연

4.2.2 원격가입 모델의 전송지연

(그림 15)에서는 이동한 셀의 라우터가 호스트를 새로운 멤버로 가입절차를 수행하고, 만약 셀 내에 기존의 멤버가

존재하지 않는 경우에는 동일 그룹의 송신자로부터 셀의 라우터까지 멀티캐스트 데이터그램을 수신 받기 위해서 최적의 경로를 설정한다. 그러나 호스트가 임의의 셀로 이동후 각 셀에 등록하는 절차과정에서 셀 내부에서 진행되는 전송 지연에 비해서 원격가입에 따르는 처리지연이 상대적으로 크다는 것을 알 수 있다. 멀티캐스트 멤버 등록에 따르는 처리지연은 초기 이동과정에서 지연을 일으키는 중요한 요소이지만 일단 멤버 등록이 완료되면 최적의 경로로 데이터그램을 수신하게 됨으로 가입 후 전송 지연이 감소함을 알 수 있다.



(그림 16) 제안 모델의 전송지연 특성

4.2.3 제안 모델의 전송지연

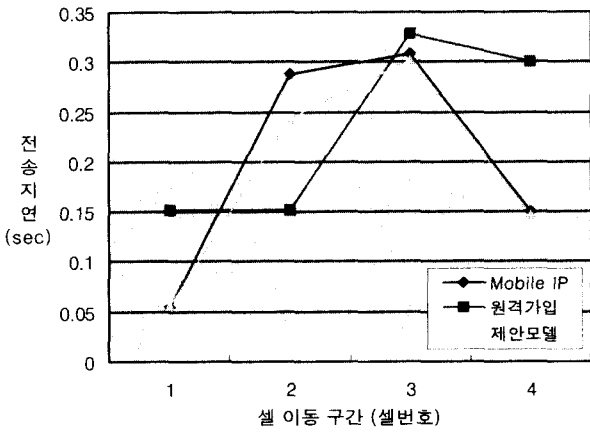
본 연구에서 제안하고 있는 네트워크 구조는 터널링 구조와 원격 재가입 구조의 병행을 통해서 가장 효율적인 안정상태를 유지하고 유연적으로 네트워크의 적응력을 증가시키는데 있다. (그림 16)에서 전체 전송 구간 내에서 이동한 셀과 지역에 관계없이 거리에 독립적인 평균적인 전송지연 특성을 보여주고 있음을 알 수 있다. 이는 터널링 모델에서 보여주고 있는 원거리 셀로 이동시 나타나는 전송지연 특성을 제거하고, 지역간 이동시 최적의 라우팅 경로를 설정함으로써 최단거리 데이터 전송이 수행되고 있기 때문이다. 또한 셀간 이동시마다 수행되는 재 가입절차를 지역 이동으로 대체함으로써 가입절차에 따르는 과도한 부하가 최소화됨으로 안정된 패킷 전송이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

4.3 각 모델의 전송지연에 대한 비교분석

4.2절에서 언급한 3가지 모델에 대한 결과를 통하여 IETF 터널링과 제안 모델에 관한 결과 그래프에서는 동일한 지역내에 존재하는 두 개의 셀간 이동시에는 동일한 전송지연 특성을 보여주고 있다. 이는 제안 모델도 동일한 지역 내에서의 이동에서는 처음 가입한 지역의 MMR을 통하여 현재 이동한 셀의 MR로 터널링을 이용한 전송을 수행하고 있기 때문이다.

그러나 원격가입 모델에서는 셀 이동시마다 처음 일정한 간격으로 셀 구간 내에서 전송에 비해서 상당한 크기의 지연이 나타나고 있으며, 이러한 현상은 재가입에 따르는 지

연효과에 기인하고 있다. 이웃한 지역으로 이동시에서는 제안 모델과 원격가입 모델에서는 이전 셀에서 데이터그램 수신시 나타나는 전송지연과 평균 지연 특성이 동일하게 증가함을 보이고 있다.



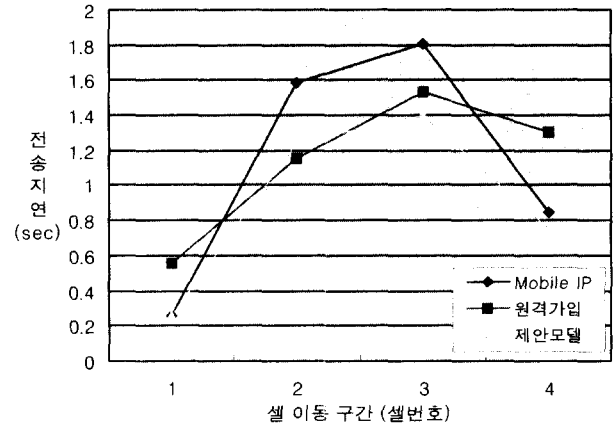
(그림 17) 모델별 평균 전송지연 비교 (이동호스트 : 1개)

(그림 17)의 셀 2에서 평균지연은 3가지 모델에서 다음과 같은 특성을 보여주고 있다.

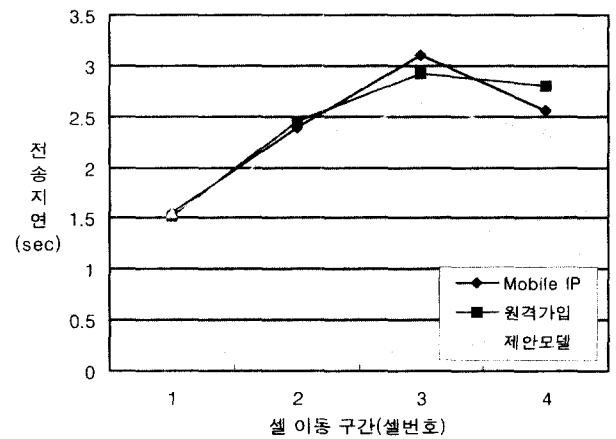
- Mobile IP 터널링에서는 처음 가입한 셀의 MR로부터 지역 A의 MMRR을 통하여 셀 2의 MR로 터널링을 수행함으로써 가장 긴 전송경로와 전송 지연이 가장 큰 특성을 나타내고 있다.
- 원격가입은 셀 1에서의 처음 가입절차와 동일한 처리를 수행하고 데이터 전송도 MMRR을 통하여 동일한 경로 길이로 데이터 전송이 이루어짐으로서 셀 2에서도 동일한 지연 특성을 나타내고 있으며, 상대적으로 재가입처리에 따르는 부하가 터널링 처리를 위한 초기 부하보다 크지만 데이터 전송과정에서 터널링보다 효과적인 부하지연 특성을 나타내고 있다.
- 제안 모델에서는 동일한 지역에서의 전송이므로 이동 셀 2의 MR은 지역 A의 MMRR을 통하여 터널링을 수행하므로 Mobile IP 모델보다 경로 최적화를 유지할 수 있다. 그러나 원격가입보다는 상대적으로 큰 전송지연을 나타내는 것은 터널링이 가지는 부하특성과 동일하다. 구간 3에서의 전송특성은 3가지 모델이 동일하게 큰 전송지연을 나타내고 있는데, Mobile IP와 제안모델에서는 셀이동과 지역이동에 따르는 터널링 처리부하와 지역 B의 MMRR까지의 전송 경로 부하에 기인하고 있다. 특히 Mobile IP에서는 추가적으로 MMRR까지의 전송을 지역 A에 위치한 셀 1의 MR에서부터 수행함으로써 전송경로 거리에 의한 부하가 추가적으로 부가되고 있다. 원격가입 모델은 지역의 변경에 따르는 경로 재설정과 멤버 재가입 절차에 따르는 부하가 상대적으로 큼을 보여주고 있다.

구간 4에서는 제안 모델은 지역 B의 MMRR을 통한 최적의 경로를 유지하고 이동 셀로의 터널링을 수행함으로써 효율적인 전송지연 특성을 유지하고 있는 반면 재 가입 처리 부하를 추가적으로 가지는 원격가입은 비효율적인 특성을 보이고 있으며, 터널링 모델도 지역 A에서 지역 B로의 전송경로의 최적화를 유지하지 못함으로써 큰 전송 지연 특성을 나타내고 있다.

(그림 18)과 (그림 19)는 이동 호스트의 수가 5, 10으로 증가함으로써 원격가입의 성능은 각 셀의 이동에 대한 부하가 과중되고 있음을 알 수 있고, Mobile IP의 전송지연은 셀의 이동 구간거리의 증가에 따라서 비례적으로 증가하고 있음을 보여주고 있다.



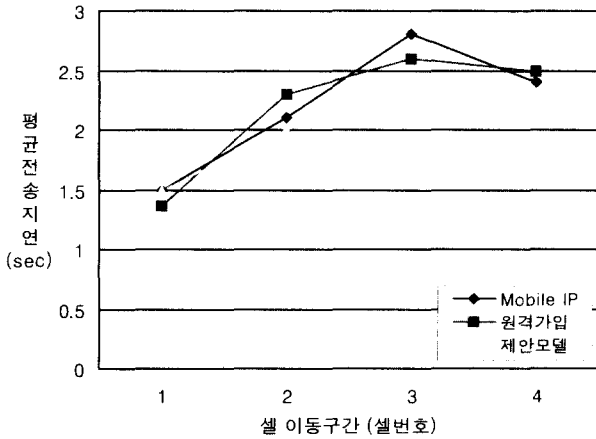
(그림 18) 모델별 평균 전송지연 비교 (이동호스트 : 5개)



(그림 19) 모델별 평균 전송지연 비교 (이동호스트 : 10개)

(그림 18)의 경우에는 Mobile IP의 셀 이동에 따르는 전송부하가 원격가입 모델의 재가입 처리 부하량보다 상대적으로 급격한 증가를 보여주고 있으나 이웃 지역으로 이동한 경우에는 터널링에 따르는 부하량이 안정된 상태로 회복된 반면 원격가입은 평균적인 부하량을 유지하고 있다. 또한 (그림 19)에서는 이동 호스트의 개수가 상대적으로 증

가함에 따라 기존의 두 모델은 전송지연이 비슷한 특성을 보이는 반면 제안 모델은 지역이동과 셀이동에 따르는 부하가 안정된 상태를 유지하고 있다.



(그림 20) 이동호스트별 평균 전송지연 비교

(그림 20)은 이동 호스트의 개수 변화에 따르는 호스트 당 평균 전송지연을 계산하였다. 개별 호스트에 대한 평균 지연률에서는 호스트의 증가에 따르는 성능을 보여주고 있으며, 제안 모델의 향상된 지연특성을 보여주고 있다. 이러한 결과를 통하여 다음과 같은 전송지연 특성을 분석한다.

- 처음 가입한 셀에서부터 원거리 이동시 원격가입은 터널링에 따르는 데이터그램 전송의 거리상 지연이 초래되고, 원격가입과 제안 모델은 거리에 무관하다.
- 지역간의 이동시 터널링 모델은 여전히 거리특성에만 연관이 되며 터널링 준비를 위한 요청 및 응답에 대해서는 제안 모델과 동일한 결과를 나타내고 있다.
- 장거리 이동시에는 원격가입을 수행함으로써 거리 지연을 최소화시키고 빈번한 이동시에는 터널링을 수행함으로써 기존의 두 모델의 장점을 취함으로써 최적의 전송 특성을 지니고 있다.

5. 결 론

이동 통신환경에서 멀티캐스트 서비스를 제공하는데 있어서 터널집중화 및 빈번한 재가입에 따르는 과중한 부하를 초래하는 문제점들을 안고 있다. 본 제안 시스템은 구조적으로 서비스환경을 분할하여 임의의 지역 내에서는 터널링 기법을 이용하며 처음 멤버 등록을 수행한 셀 또는 지역에서 원거리 위치로 이동시 데이터 전송에 소요되는 원거리 터널링의 전송 부하를 새로운 지역에서 원격 재가입을 통하여 줄임으로써 다양한 이동 호스트들에게 최적의 서비스를 제공한다. 또한 재가입시 지역내에서 구조적으로

대표 터널링 라우터들을 설정하는 메카니즘을 추가함으로써 터널 집중화 문제 및 확장 터널링 문제를 근본적으로 제거하며, 이동 호스트의 개수를 변경하면서 모의실험을 수행하여 제안 모델의 성능을 비교 평가하였다.

향후 셀의 특성과 셀 외피 레벨간의 관계를 종합적으로 분석할 필요성이 대두되고 있으며, IMT-2000에서 추구하고 있는 차세대 이동통신 환경에 적합한 네트워크 구조에 근접한 환경에 대해서 적용력 시험 및 종합적인 이동 호스트의 특성과 연계된 레벨 특성 적용에 관한 연구가 지속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] A. Acharya, A. Bakre, and B.R.Badrinath, IP Multicast Extensions for Mobile Internetworking, Proc. of the IEEE infocom 96, San Francisco, CA, pp.67-74, 1996.
- [2] V.Chikarmane, R. Bunt, and C. Williamson, "Mobile IP-Based Multicast as a Service for Mobile Hosts," Proceedings of the Second International Workshop on Services in Distributed and Networked Environments, Whistler, BC, Canada, pp.11-18, June 1995.
- [3] V.Chikarmane, Network Support for Mobile Hosts in a TCP/IP Internetwork, M. Sc. Thesis, Department of Computer Science, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada, August 1995.
- [4] G. H. Cho and L. F. Marshall, "An Efficient Location and Routing Scheme for Mobile Computing Environments," IEEE Journal on Selected Areas in Communications 13, pp.868-879, 1995.
- [5] P. Bhagawat and C. E.Perkins, "A Mobile Networking System based on Internet Protocol(IP)," Proc. USENIX 93 : Mobile and Location Independent Computing, Cambridge, MA, pp.69-82, 1993.
- [6] K. S.Jang, Y. S.Kim, B. K.Kim, "Partition-Structured Multicast Service for Mobile IP." ICT99, Cheju Korea, pp.15-18 June 1999.
- [7] C.Perkins, "IP encapsulation within IP," IETF RFC 2003, IBM corp, October 1996.
- [8] 원유재, 유관중, 강태운, 황승구, "이동 컴퓨팅 환경에서 IP 멀티캐스트 기술", 정보처리, 제5권 제3호, 1998.
- [9] JS, Deering, D. Estin, et al, "Protocol independent multicast-sparse mode(PIM-SM) : Motivation and architecture," draft-ietf-idmr-pim-arch-04.ps, Oct, 1996.
- [10] R. Caceres, L. Iftode, "The Effects if Mobility on Reliable Transport Protocols," Proc. of the 14th ICDCS, June, 1994.
- [11] S. McCanne and S. Floyd. ns Network Simulator. [http : //www-mash.cs.berkeley.edu/ns/](http://www-mash.cs.berkeley.edu/ns/).



장 경 성

e-mail : unixhunt@chodang.ac.kr

1986년 전남대학교 물리학과 졸업(학사)

1991년 호주 타스마니아주립대 응용컴퓨터공학과 Graduated Dip. 졸업

1996년 전남대학교 전산통계학과 졸업(이학석사)

1996년~현재 전남대학교 전산통계학과 박사과정

1997년~현재 초당대학교 정보통신공학과 조교수

관심분야 : 인터넷, 이동통신, 망관리 및 QoS, 네트워크 보안, 운영체제



김 병 기

e-mail : bgkim@chonnam.ac.kr

1978년 전남대학교 수학과(이학사)

1980년 전남대학교 수학과(이학석사)

2000년 전북대학교 수학과(이학박사)

1981년~현재 전남대학교 컴퓨터 정보학부 교수

관심분야 : SE, CBSE, 객체지향 시스템