

# 무선 네트워크 환경에서 멀티미디어 멀티캐스트 서비스를 위한 이동성 지원 기법

이화세<sup>†</sup> · 홍은경<sup>\*\*</sup> · 이승원<sup>\*\*\*</sup> · 박성호<sup>\*\*\*\*</sup> · 정기동<sup>\*\*\*\*\*</sup>

## 요 약

본 논문에서는 무선 네트워크 환경에서 이동 호스트들에게 멀티미디어 서비스의 제공을 위한 멀티캐스트 전송 기법을 제안한다. 핸드오프 과정 중에 발생하는 패킷 손실 등을 해결하기 위해 본 논문에서는 오버랩 영역을 이용한 Pre-join 기법을 제안한다. 그리고 실시간 멀티미디어 응용에서의 연속적인 서비스 지원을 위해 본 논문에서 제안된 Crossover 라우터에서의 버퍼링 기법은 Remote Subscription 기법에서 제안한 최적 경로 기법에 기반하여 영역들의 오버랩 된 특성을 이용한 호스트의 이동 방향 탐지 기법을 적용하였다. 제안한 기법의 성능을 평가하기 위해 NS-2를 이용하여 Mobile IP의 Bi-directional tunneling 기법과 Remote Subscription 기법, 그리고 MoM 기법과 비교 실험하였다. 실험 결과 본 논문에서 제안한 방법은 이동 호스트에게 최적의 경로를 제공해 줄 뿐 아니라, 패킷 손실을 해결하기 위한 Pre-join 혹은 Crossover 라우터 버퍼링 기법을 사용함으로써 비교 실험한 다른 기법들에 비해 네트워크 부하와 패킷 손실, 대역폭 사용 측면에서 향상된 성능을 보였다.

## A Policy of Movement Support for Multimedia Multicast Service in Wireless Network

Hawsei Lee<sup>†</sup>, Eunkyong Hong<sup>\*\*</sup>, Seungwon Lee<sup>\*\*\*</sup>,  
Seongho Park<sup>\*\*\*\*</sup> and Kidong Chung<sup>\*\*\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

In this paper, we study a multicast transport technique for multimedia services of mobile hosts in wireless network environments. To reduce packet loss during hand-off, we propose a Pre-join scheme in overlapped area and a Buffering scheme in crossover routers. To support seamless service in real time multimedia application, these scheme use an optimal path routing which was provided in remote subscription scheme and a prediction scheme of host movements which was considered overlapped area. To evaluate the performance of our scheme, we compare Bi-direction tunneling of mobile IP, Remote subscription, and MoM by using NS-2. As a result, our scheme shows better performance in network overhead, packet loss and bandwidth's use than other schemes.

**Key words:** Wireless Network, Multicast, Movement Support

본 연구는 부산대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 이루어진 것임.

접수일 : 2003년 2월 17일, 완료일 : 2003년 3월 21일

<sup>†</sup> 밀양대학교 컴퓨터공학과 부교수

<sup>\*\*</sup> (주)브이케이 연구개발 본부 재직

<sup>\*\*\*</sup> 부산대학교 대학원 전자계산학과

<sup>\*\*\*\*</sup> 정회원, 부산대학교 전자계산소 조교수

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 종신회원, 부산대학교 전자계산학과 교수

## 1. 서 론

이동 컴퓨팅 장비와 무선 통신 기술의 급속한 발전은 무선 네트워크의 사용자를 증가시키고 있으며, 무선 네트워크 환경에서 유선 네트워크 환경에서와 유사한 멀티미디어 응용에 대한 사용자의 요구는 증가하고 있다. 이러한 사용자의 요구는 데이터의 특성

상 많은 네트워크 자원을 필요로 함으로 유니캐스트 전송기법뿐만 아니라 네트워크 자원을 효율적으로 운용하는 멀티캐스트 전송기법도 무선 네트워크 상에서 지원하여야 한다. 또한 무선 네트워크 환경은 유선 네트워크 환경과 달리 호스트의 자유로운 이동을 지원하여야 한다. 이러한 요구에 의하여 무선 네트워크에서 호스트의 이동성을 보장하기 위한 많은 연구들이 진행 중에 있다. 특히, IETF(Internet Engineering Task Force) Working Group에서는 호스트의 이동성을 제공하기 위하여 Mobile IP[1-3]를 제안하였다.

Mobile IP에서도 이동 컴퓨팅 환경에서 IP 멀티캐스트를 지원하기 위해 Home Agent(HA) 기반 라우팅 기법(Bi-directional Tunneling)과 Foreign Agent(FA) 기반 라우팅 기법(Remote Subscription)을 제안하고 있다. Remote Subscription 기법은 이동 호스트의 현재 위치에서 최적의 Routing을 제공하나, 호스트의 이동 시 멀티캐스트 트리의 재구성 오버헤드가 발생한다. Bi-directional Tunneling 기법은 호스트가 이동 중 멀티캐스트 트리의 재구성에 대한 오버헤드는 존재하지 않는 반면에 터널링 집중화와 경로 최적화가 이루어지지 않는다는 단점이 존재한다. 즉, 현재 IETF에서 제안하고 있는 Mobile IP의 멀티캐스트 지원을 위한 두 방법들은 각각 장단점을 가지고 있으며, 두 가지 방법 모두 이동중인 사용자들에게 연속적인 멀티미디어 서비스를 제공하기에는 한계를 가지고 있다.

본 논문에서는 실시간 멀티미디어 응용에서의 연속적인 서비스 지원하기 위해 IETF에서 제안한 Mobile IP의 Remote Subscription 기법에 호스트의 이동 방향 탐지 기법을 통한 최적의 경로 관리 기법과 멀티캐스트 에이전트(MA)를 통한 멀티캐스트 전송 기법을 적용하여 무선 네트워크 환경에서 호스트의 이동 중에 발생하는 핸드오프에 의한 패킷 손실 및 동기화, 중복 패킷 전송 등의 문제를 해결하기 위한 오버랩 영역을 이용한 Pre-Join 기법과 Cross-over 라우터에서의 버퍼링 기법을 제안한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문과 관련된 연구들에 대해 살펴보고, 기존 연구들의 문제점에 대해 살펴본다. 3장에서는 무선 환경에서 멀티미디어 서비스를 위한 멀티캐스트 방법과 핸드오프

(Hand-Off) 과정에서 발생할 수 있는 패킷 손실 및 지연을 줄이기 위한 기법을 제안하고 4장에서는 실험을 통해 제안한 기법의 성능을 평가한다. 그리고 마지막 5장에서는 결론과 향후 연구과제를 기술한다.

## 2. 관련 연구

무선 네트워크 환경에서 이동 호스트(Mobile Host)가 멀티캐스트 기법으로 실시간 멀티미디어 서비스를 받기 위해서는 기존의 유선 네트워크에서 호스트의 이동성을 제공하여야 한다. 본 장에서는 호스트의 이동성을 제공하기 위한 Mobile IP와 네트워크 자원의 효율적인 사용을 위한 멀티캐스트 전송 기법 [4-8] 등에 관한 선행 연구를 살펴본다.

### 2.1 Mobile IP

Mobile IP는 IP 이동성을 지원하기 위해 IETF Working Group에서 제안한 표준안이다. Mobile IP는 그림 1에서 보듯이 HA와 FA를 이용하여 호스트의 이동에 관계없이 연속적으로 Datagram을 받을 수 있도록 지원한다. Mobile IP는 HA(Home Address)와 CoA(Care of Address)의 두 가지 주소를 이용하여 단말기의 이동성을 보장함으로써 이동 호스트에게 투명한 네트워크 연결을 유지한다. HA는 네트워크 서비스 기간동안 이동 호스트에 할당되어 있는 IP 주소로써 이동중인 이동 호스트가 사용하는 네트워크에 관계없이 네트워크 접속 서비스가 종료될 때까지 변경되지 않는다. CoA는 이동 호스트가 홈 네트워크(Home Network)를 떠나 다른 외부 네트워크로 이동하였을 때, HA와 FA와의 터널링을 위하여 할당되는 IP 주소로써 FA CoA와 Co-located CoA가 있다.

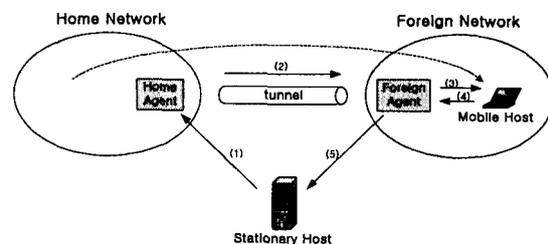


그림 1. Mobile IP에서 Datagram 전송

2.2 무선 네트워크 환경에서 멀티캐스트

Mobile IP는 호스트들이 멀티캐스트 패킷을 받을 수 있도록 하기 위하여 그림 2와 같이 두 가지 기법을 제안하고 있다. 첫 번째는 HA로부터 터널링을 통해 멀티캐스트 패킷을 제공하는 방법인 Bi-directional Tunneling 기법이고 두 번째는 이동 호스트가 방문한 외부 네트워크(Foreign Network)의 FA가 멀티캐스트 작업을 수행하는 Remote Subscription 기법이다.

Bi-directional Tunneling 기법은 이동 호스트의 홈 네트워크에 있는 HA가 멀티캐스트 그룹에 참가하여 서비스를 제공받고 외부 네트워크의 이동 호스트까지 터널링을 통해 무선 네트워크 환경에서 이동 호스트에게 멀티캐스트 서비스를 제공한다. 이 기법은 Remote Subscription 기법에 비해 호스트의 이동으로 발생하는 멀티캐스트 트리의 수정에 대한 오버헤드를 줄여주는 반면 모든 패킷이 홈 네트워크를 통해 외부 네트워크로 전송되므로 네트워크 자원을 낭비하고 멀티미디어 서비스를 위한 최적의 Multicast Routing을 제공해주지 못한다.

Remote Subscription 기법은 이동 호스트가 새로운 외부 네트워크로 이동할 때마다 IP Multicast Router의 멀티캐스트 트리를 수정하여 최적의 Multicast Routing을 제공함으로써 네트워크 자원의 활용을 최적화한다. 그러나 이동 호스트가 새로운 외부 네트워크로 이동할 때마다 멀티캐스트 그룹에 참가하기 위하여 멀티캐스트 트리의 수정하는 지연 시간은 멀티미디어 서비스에 부적합하다.

또한 Remote Subscription 기법에서는 같은 네트워크 상에 있는 동일한 멀티캐스트 그룹 멤버의 HA

들이 동일한 외부 네트워크로 멀티캐스트 패킷들을 터널링할 경우, Tunnel Convergence 문제를 발생시킨다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 Mobile Multicast Protocol(MoM)[4,5], RelM(Reliable Multicast for Mobile Networks)[9], HVMP[10](Host View Membership Protocol) 등의 기법들이 제안되었다. MoM은 HA들 중 하나를 Designated Multicast Service Provider(DMSP)로 선택하고, 선택된 DMSP는 대표로 요청 그룹에 대한 멀티캐스트 패킷을 받아 FA로 터널링 함으로써 Tunnel Convergence 문제를 해결하고있다. 그러나 DMSP의 핸드오프는 남아 있는 같은 그룹의 다른 멤버에게 영향을 미치므로 멀티미디어 서비스를 위하여서는 개선되어야 한다.

2.3 무선 네트워크 환경에서의 연속적인 멀티미디어 서비스

2.3.1 사용자의 이동 방향을 고려한 Group Membership

이동중인 호스트에게 연속적인 멀티미디어 서비스를 제공하고 패킷 손실을 줄여 서비스의 품질을 향상시키기 위하여 무선 네트워크 환경에서 연속적인 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 연구가 진행되고 있다. 특히 Pre-buffering 기법이 제안되고 있다. Pre-buffering 기법은 인접한 외부 네트워크들을 하나의 그룹 단위로 형성하여 동일한 데이터를 Pre-buffering함으로써 무선 네트워크 환경에서 이동 호스트에 대하여 연속적인 멀티미디어 서비스를 가능하게 한다(그림 3). 그러나 모든 외부 네트워크에서 Pre-buffering을 수행함으로써 시스템의 자원과 네트워크 트래픽을 가중시킨다.

이러한 네트워크 트래픽을 줄이기 위해서 여러 연구가 수행되었으며, 특히 [11]에서는 사용자 움직임에 근거하여 Group Membership에 제한을 두도록 하고 있다(그림 4 참조). 예를 들어, 영역 a에 있는 이동 호스트가 영역 b 혹은 영역 c로 이동할 확률이 90%라면 영역 b와 영역 c에만 메시지를 전송하고 영역 b, c를 제외한 다른 영역에는 메시지를 전송하지 않는다. 그러므로 연속된 서비스는 0.9의 가능성을 보장받게 되는 반면, 연속미디어 서비스의 이동을 지원하기 위하여 발생하는 네트워크 트래픽을 현저하게 감소시킨다. 그러나 이동 호스트의 정확한 행동 패턴

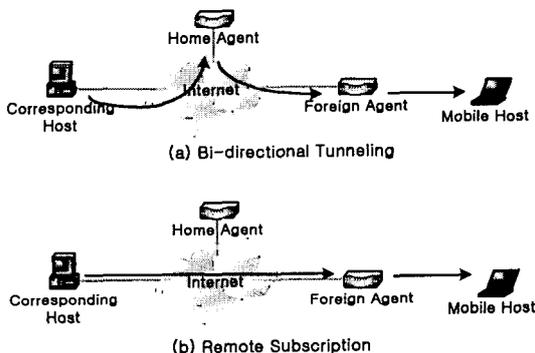


그림 2. Mobile IP의 멀티캐스트 지원 기법

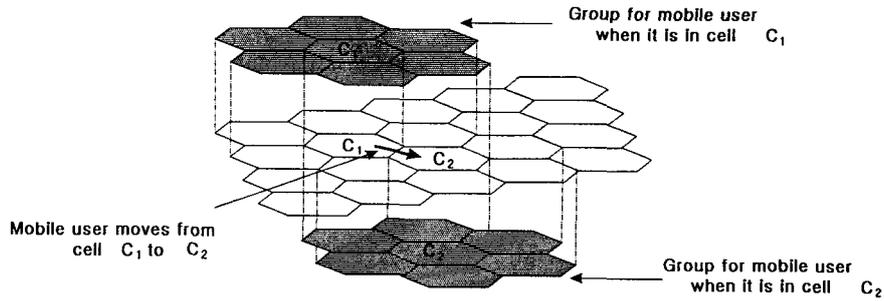


그림 3. 이동 호스트의 이동에 따른 그룹의 변화

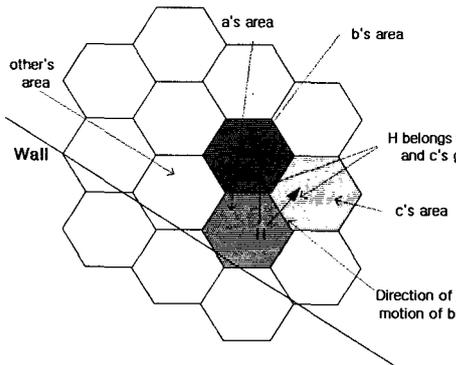


그림 4. 이동 방향을 고려한 Group Membership 제한을 예측하는 것은 어려운 문제이다.

2.3.2 버퍼링 메커니즘

핸드오프(Hand-Off)[6]는 이동 호스트가 한 라우팅 영역에서 다른 영역으로 이동 할 때 현재 사용중인 연결을 지속적으로 서비스 받을 수 있도록 하는 기능이다. 무선 네트워크 환경에서 이동 호스트는 네트워크 사이를 이동할 때마다 이러한 핸드오프를 수행한다. 이 때 핸드오프 지연이 발생하게 되며, 이로 인한 데이터 패킷 손실이 발생할 수 있다. 이러한 패킷 손실을 줄이기 위해 많은 연구들은 버퍼링 메커니즘을 제안하고 있다.

[12]은 이동 호스트가 광고 메시지(Beacons advertised)를 발송하여 새로운 FA에 접속하여 이전의 FA와 터널링이 생성될 때까지 이전의 FA가 버퍼링을 수행하는 메커니즘을 이용한다. 그러나 이동 호스트로 전달될 모든 패킷이 버퍼링 되므로 중복 제거를 위한 이동 호스트 또는 FA의 부수적인 처리가 필요하며, 핸드오프 이후 버퍼링 된 패킷이 이동 호스트로 전달되는 과정에서 지연이 발생한다. 이러한 포워딩 지연은 특히 멀티미디어 서비스에는 적합하

지 못하다. [13]는 이동 호스트가 다른 영역으로 이동하게 되면, 지역적인 등록 (Regional Registration)을 담당하는 GFA(Gateway FA)가 이동 전·후의 FA에게 일정 기간 동안 데이터 패킷을 Bi-casting 한다. 여기서 새로운 FA는 GFA로부터 받은 패킷을 버퍼링하여 핸드오프 이후에 이동 호스트에게 전달한다. 이 방법은 핸드오프 이후 발생하는 포워딩 지연 시간은 최소화하였으나, 중복 패킷의 제거에 대한 부수적인 처리가 이루어져야 한다.

3. 무선 네트워크 환경에서 멀티미디어 서비스를 위한 멀티캐스트

멀티미디어 데이터는 고 대역폭, 대용량을 요구하므로 많은 네트워크의 자원을 필요로 한다. 그러므로 네트워크는 사용자가 요구하는 서비스의 종류에 따라 브로드캐스팅, 유니캐스팅, 멀티캐스팅 등 다양한 기술을 제공하여 자원을 효율적으로 관리하여야 한다. 특히 멀티캐스트 전송 기법은 하나의 소스로 다중 사용자를 서비스하는 기법으로 네트워크의 효율성을 향상시키는 기법이다. 따라서 고 대역폭의 멀티미디어 서비스를 멀티캐스트 기법으로 지원하는 것은 네트워크의 효율성과 비용 측면에서 효율적이다.

3.1 MA(Multicast Agent)

각 영역에 위치하는 Multicast Agent(MA)는 그림 5에서 보듯이 자신이 관리하는 지역에 접속 중인 이동 호스트를 대신해서 멀티캐스트 그룹에 가입 및 탈퇴를 수행하고 멀티캐스트 소스로부터 전송된 멀티캐스트 패킷을 그룹 멤버들에게 전송한다. 요청된 멀티캐스트 그룹의 관리를 위해 각 멀티캐스트 에이전트는 멀티캐스트 그룹 관리 테이블을 유지한다. 멀티캐스트 그룹 관리 테이블에는 멀티캐스트 에이전

트가 가입한 그룹에 대한 정보와 그 그룹의 멤버인 호스트들의 정보가 포함된다. 멀티캐스트 에이전트의 그룹 관리는 Remote Subscription 기법과 마찬가지로 이동 호스트의 현재 위치에서 최적화된 경로를 제공하므로 기존의 Bi-directional Tunneling 기법에서의 부분적인 경로 최적화 문제를 해결한다.

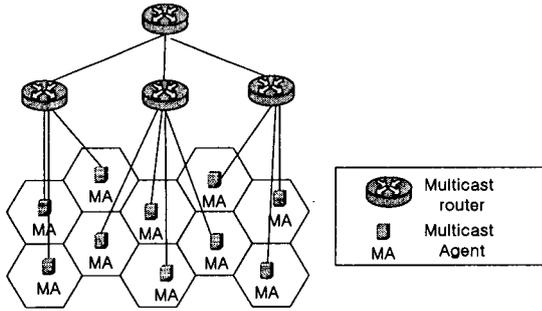


그림 5. Multicast Agent

### 3.2 호스트의 이동성 예측

기존 연구들은 멀티캐스트 그룹의 가입 및 핸드오프 등의 추가 지연 요소들로 인해 이동 호스트들에게 실시간 연속적인 서비스를 완벽히 제공하지 못하고 있다. 본 논문에서는 호스트의 이동 방향 예측을 통하여 연속적인 멀티미디어 서비스를 제공해 줄 수 있는 방안을 제시한다. 본 논문에서는 호스트의 이동 방향을 정확하게 예측하기 위해서 멀티캐스트 에이전트들이 관리하는 중첩된 인접한 네트워크들의 특성을 이용한다.

이동 호스트들은 주기적인 광고 메시지를 통하여 멀티캐스트 에이전트와의 연결을 유지한다. 그림 6에 나타나듯이 이동 호스트들이 네트워크들의 중첩 영역으로 이동하게 되면 현재 서비스 받고 있는 멀티캐스트 에이전트의 광고 메시지와 함께 중첩된 영역의 다른 멀티캐스트 에이전트의 광고 메시지도 받게

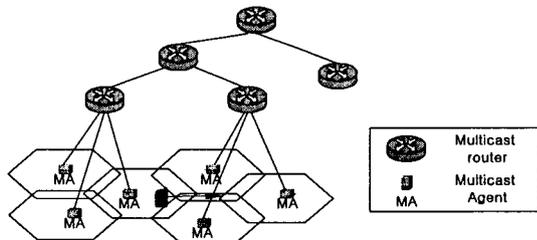


그림 6. 중첩 구조

된다. 일정 주기 내에 도착하지 않은 광고 메시지의 멀티캐스트 에이전트는 접속이 끊어짐을 의미하며, 이때 유지·관리하고 있는 광고 메시지는 폐기된다. 이동 호스트는 수신된 멀티캐스트 에이전트의 광고 메시지 수를 통해 자신의 위치를 판단하게 된다. 즉, 하나 이상의 멀티캐스트 에이전트들로부터 광고 메시지가 수신되면 다른 멀티캐스트 에이전트가 관리하는 영역으로의 이동 가능성을 인식하게 된다.

### 3.3 연속적인(Seamless) 멀티미디어 서비스

기존 연구에서 이동 호스트는 새로운 영역으로 이동하여 연결을 재 설정하는 동안 패킷 손실 및 지연을 경험하게 된다. 이동 사용자가 이동할 때 발생하는 패킷 손실과 지연은 멀티미디어 서비스의 이동성 지원에 큰 문제이다. 본 논문에서는 이러한 패킷 손실과 지연을 줄이기 위한 방안으로 오버랩 영역에서 미리 요청된 멀티캐스트 그룹에 조인을 하는 방법과 Crossover 라우터를 이용한 버퍼링 방법을 제안한다.

#### 3.3.1 오버랩 영역을 이용한 조인

3.2절에서 살펴 본 바와 같이, 이동 호스트는 오버랩 영역으로 이동하게 되면 오버랩 영역들의 에이전트들로부터 광고 메시지를 수신하게 된다. 이동 호스트는 광고 메시지들의 수를 통해 이동 가능성을 예측하게 되고, 광고 메시지에 대한 응답 메시지를 전송하여 이동할 가능성이 있는 에이전트와 연결을 시도하게 된다. 본 논문에서는 이러한 응답 메시지를 통해 멀티캐스트 에이전트가 요청한 멀티캐스트 그룹에 미리 Join하는 방법을 제안한다. 오버랩 영역을 이용한 Join과정은 그림 7과 같다.

이동 호스트는 오버랩 영역으로 이동하면 오버랩된 영역의 새로운 멀티캐스트 에이전트의 광고 메시

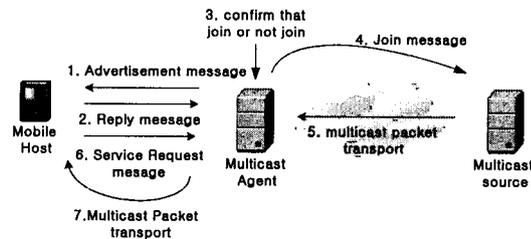


그림 7. 오버랩 영역을 이용한 Join

지를 수신하고 광고 메시지를 받은 이동 호스트는 그림 8의 응답 메시지를 멀티캐스트 에이전트에게 전송한다. 오버랩 영역에서 이동 호스트는 MS field를 '0'으로 하여 응답 메시지를 전송하고, 이 응답 메시지를 받은 멀티캐스트 에이전트는 요청된 멀티캐스트 그룹의 가입 여부를 확인한다. 가입되어 있지 않다면, 멀티캐스트 에이전트는 그룹에 가입 요청 메시지를 보내고 자신의 그룹 관리 리스트에 요청된 그룹과 이동 호스트의 정보를 추가시킨다. 만약 가입되어 있을 경우 이동 호스트의 정보만 추가시킨다. 이동 호스트가 오버랩 영역을 벗어나 한 멀티캐스트 에이전트의 광고 메시지만 받게 되면, MS 필드에 '1'을 기록하여 응답 메시지를 전송한다. 이 응답 메시지를 받은 멀티캐스트 에이전트는 접속한 이동 호스트에게 멀티캐스트 패킷을 전송한다. 멀티캐스트 에이전트는 이동 호스트에게 다음 광고 메시지를 보내기 전까지 응답 메시지가 수신되지 않으면, 호스트가 요청한 그룹에 다른 멤버들의 존재 유무를 확인한다. 멤버들이 있을 경우 호스트의 정보만 삭제하고, 그렇지 않으면 탈퇴 메시지를 전송하고 자신의 그룹 관리 테이블에서 호스트와 멀티캐스트 그룹의 정보를 삭제한다.

그림 9에서와 같이 호스트가 인접한 영역의 중첩

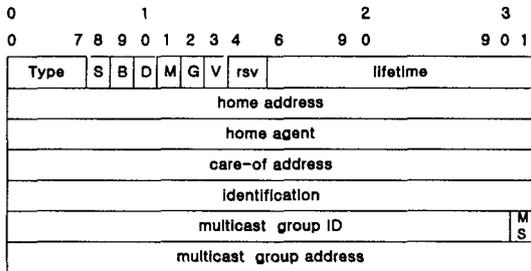


그림 8. 응답 메시지 Field

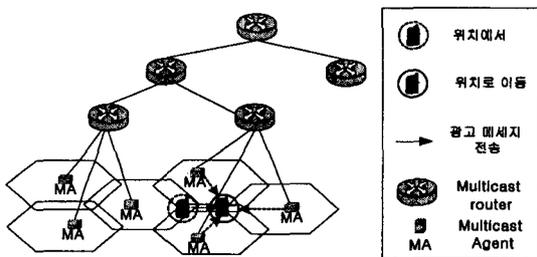


그림 9. 인접 영역의 중첩 영역으로 이동

영역으로 이동할 경우, 어느 멀티캐스트 에이전트가 서비스를 제공할 것인지를 결정해야 한다. 이동 호스트는 우선 가입하길 원하는 멀티캐스트 그룹에 멀티캐스트 에이전트의 가입 여부를 확인해야 한다. 따라서 이동 호스트는 멀티캐스트 그룹의 가입 여부와 사용 가능한 대역폭(Useful\_Bandwidth)에 대한 정보를 요청한다. 사용 가능한 대역폭은 수식(1)로 측정할 수 있다.

$$\text{Useful\_Bandwidth} = \text{MA 관리 영역의 총 Bandwidth} - \text{현재 사용중인 Bandwidth} \quad (1)$$

멀티캐스트 에이전트는 이 두 가지 정보에 대한 응답 메시지를 이동 호스트에게 전송한다. 이동 호스트는 먼저 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있는 멀티캐스트 에이전트가 있는지 확인한다. 만약 가입한 멀티캐스트 에이전트가 있을 경우, 가입한 멀티캐스트 에이전트가 서비스를 제공하도록 한다. 양쪽 멀티캐스트 에이전트가 모두 가입되어 있거나, 어느 쪽도 가입하지 않은 경우 Useful\_Bandwidth가 큰 쪽에서 서비스를 제공하도록 한다. 이동 호스트는 이러한 정보를 이용하여 서비스를 제공받고자 하는 멀티캐스트 에이전트에게 등록 요청 메시지를 전송한다.

이러한 기법을 통해 이동 호스트가 이동하기 전에 멀티캐스트 그룹에 미리 가입함으로써 Remote Subscription 기법에서 발생하는 연속적인 멀티미디어 서비스에서의 지터(Jitter) 현상을 방지할 수 있다. 그러나 이 방법은 네트워크상에 같은 그룹의 멤버가 많은 경우는 유리하나 그룹 멤버가 적을 경우는 미리 그룹에 조인하여 대역폭을 예약하므로 많은 대역폭을 낭비하게 되므로 이에 대한 보완이 필요하다.

### 3.3.2 이동성 지원을 위한 버퍼링

사용자의 이동성을 지원하기 위한 또 다른 방법은 Crossover 라우터를 이용한 버퍼링 방법이다. 현재 서비스 중인 멀티캐스트 에이전트와 이동 가능한 영역을 관리하는 멀티캐스트 에이전트의 중복되는 경로 중 가장 가까운 곳에 위치한 라우터가 Crossover 라우터가 된다. Crossover 라우터는 호스트가 이동 시 발생하는 패킷 손실 및 지연 등의 문제를 해결하기 위하여 버퍼링을 수행한다. 즉, 사용자의 핸드오프 기간동안 발생하는 패킷 손실과 지연을 Crossover 라우터가 버퍼링 한 데이터를 FA로 전송함으

로써 이러한 문제를 해결하는 것이다. 그림 10는 Crossover 라우터의 버퍼링을 이용한 서비스 과정이다. 그림 10에 나타난 라우팅 테이블의 값은 경로 설정 메시지 이전과 이후로 나누어서 상태 변화를 보여 주고 있다. 멀티미디어 데이터의 멀티캐스트 서비스 받고 있는 이동 호스트가 이동할 때 이동 호스트는 다른 영역으로의 이동 가능성을 감지하고 이동 가능성이 있는 멀티캐스트 에이전트의 광고 메시지에 대한 응답 메시지(1)번 메시지를 보낸다. 응답 메시지를 수신한 멀티캐스트 에이전트는 요청된 그룹의 가입 유무를 확인한다. 만약, 요청된 그룹에 가입하지 않았다면 멀티캐스트 에이전트는 Crossover 라우터에게 버퍼링을 요청한다(2)번 메시지. 멀티캐스트 에이전트가 요청된 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있다면, 버퍼링을 요청하지 않는다. (2)번 메시지를 받은 Crossover 라우터는 요청된 멀티캐스트 데이터에 대해 버퍼링을 시작한다. 사용자가 새로운 영역으로 이동하여 새로운 멀티캐스트 에이전트의 광고 메시지만 수신하게 되면, MS field가 「1」인 응답 메시지를 보낸다. 멀티캐스트 에이전트는 라우팅 테이블을 변경하고(3)~(5)번 메시지, (5)번 메시지를 받은 Crossover 라우터는 버퍼링을 중단한다. 그리고 이동 호스트가 수신할 데이터들을 버퍼에서 이동한 영역의 MA로 전송한다. 이렇게 함으로써 이동 호스트는 패킷 손실 없이 데이터를 수신하게 된다. 또한, 경로 재 설정은 이전 멀티캐스트 에이전트까지 전달할 필요 없이 Crossover 라우터까지만 전달되면 서비스가 재개되기 때문에 신속한 핸드오프가 이루어

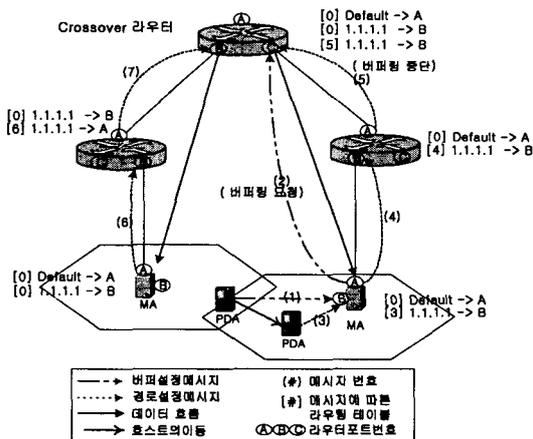


그림 10. Crossover 라우터의 버퍼링 메커니즘

지게 된다. 나머지 경로 설정 메시지인 (6), (7)번 메시지는 더 이상 그룹의 멤버가 없을 경우 라우팅 테이블을 업데이트 한다.

Crossover 라우터에서의 버퍼링은 각각의 이동 사용자 단위로 이루어지며, 이동 호스트가 현재 위치한 멀티캐스트 에이전트와 이동 가능성이 있는 멀티캐스트 에이전트간의 Crossover 라우터들에서 사용자가 서비스 받고 있는 멀티미디어의 버퍼링이 이루어지게 된다. 이 때 각 Crossover 라우터들은 제한된 자원의 효율적인 사용을 위하여 적절한 크기의 버퍼를 유지하여야 한다. 멀티미디어를 서비스 받는 한 명의 사용자를 위한 Crossover 라우터의 버퍼 크기는 이동 가능성이 있는 인접한 멀티캐스트 에이전트까지의 RTT(Round Trip Time)으로 결정된다. 그림 10에서 보듯이 버퍼링 된 데이터가 실제 이동된 멀티캐스트 에이전트로 서비스되는 시점이 (5)번 경로 재 설정 메시지가 도착한 후이다. 따라서 Crossover 라우터가 유지해야 할 최소한의 버퍼 크기는 이동 사용자로부터 새로운 멀티캐스트 에이전트를 거쳐서 Crossover 라우터까지 이르는 경로의 RTT에 의해 결정된다.

하나의 이동 호스트가 멀티미디어 서비스를 받고 있을 때를 가정하자. 그림 11에서 사용자의 현재 위치는 1번 라우터 영역이다. 오버랩을 고려하지 않은 평면도인 그림 11의 (a) 경우 1번과 인접한 2~7번의 모든 라우터가 이동 가능한 라우터들이다. 오버랩을 고려한 그림 (b)의 경우 3번과 4번 라우터들이 이동 가능한 라우터들이 된다. 그러므로 이 두 라우터의 Crossover 라우터에서만 버퍼링을 수행하면 된다. 오버랩을 고려하지 않은 경우보다 본 논문에서 제안하는 오버랩을 고려한 방법이 버퍼링을 수행함에 있어 좀더 효율적으로 네트워크 자원을 활용할 수 있다.

그림 11의 (b) 경우 1번에 위치한 이동 호스트를 위해 버퍼링을 수행하도록 설정되는 Crossover 라우

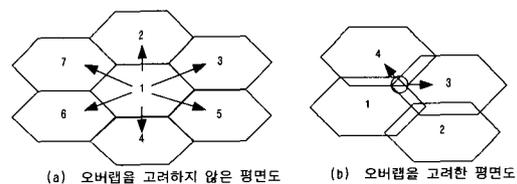


그림 11. 호스트의 이동을 예측하는 영역의 평면도

터들은 각각 (1,3), (1,4) 라우터들의 집합이다. 그러나 그림 11의 무선 네트워크 영역이 그림 12와 같이 계층적 구조를 가진다면 그림 11의 (b)의 (1,3), (1,4)의 Crossover 라우터는 「B0」 라우터가 된다. 결과적으로 Crossover 라우터는 중복되어서 설정되는 경우가 많기 때문에 실제 Crossover 라우터의 개수는 인접한 멀티캐스트 에이전트의 개수보다 작거나 같은 값을 가진다. 「B0」 라우터와 같이 여러 개의 멀티캐스트 에이전트와 연결되는 Crossover 라우터의 경우, 버퍼 크기 결정은 자원 효율성을 고려해야 한다. 즉, 각 멀티캐스트 에이전트 별로 버퍼를 따로 유지할 경우 같은 멀티미디어 데이터의 중복 버퍼링으로 자원의 낭비를 초래한다. 이 경우 버퍼의 공유를 위한 방법이 필요하다.

또한 연결된 모든 인접 멀티캐스트 에이전트 중 가장 큰 RTT값에 맞추어 버퍼 크기를 결정하고 모든 멀티캐스트 에이전트들은 이 버퍼를 공유하도록 한다. 버퍼 크기를 결정하는 과정은 다음과 같다. 멀티캐스트 에이전트의 집합을  $\{MA_1, MA_2, MA_3, \dots, MA_n\}$ 이라고 할 때, 임의의 멀티캐스트 에이전트

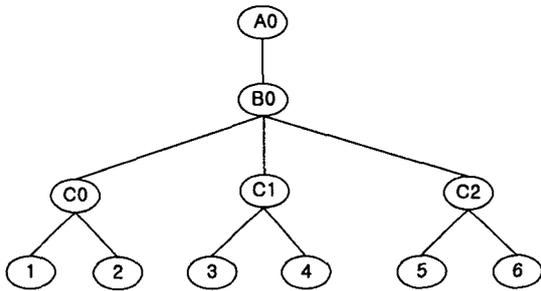


그림 12. 네트워크 영역의 계층적 구조도

$MA_i$ 에 위치한 이동 호스트  $x$ 가 멀티미디어 데이터  $k$ 를 서비스 받을 경우, Crossover 라우터들의 집합을  $\{C_{x1}^i, C_{x2}^i, C_{x3}^i, \dots, C_{xm}^i\}$ 이라고 하고, Crossover 라우터  $C_{xj}^i$ 의 멀티캐스트 에이전트의 집합을  $\{CMA_a^i, CMA_b^i, CMA_c^i, \dots, CMA_d^i\}$ 이라고 가정한다. 표 1은 Crossover 라우터에서 버퍼 크기 구하는 수식에 사용된 여러 기호들에 대한 설명이다.

그림 10에서 Crossover 라우터까지 경로 재 설정 메시지가 전송되어서 버퍼링 된 데이터가 서비스 될 때까지의 시간은 아래와 같다.

$$Delay_{total}(C_{xj}^i, CMA_a^i) = \frac{RTT(C_{xj}^i, CMA_a^i)}{2} + P(C_{xj}^i) + D(CMA_a^i) + RU(C_{xj}^i, CMA_a^i) \quad (2)$$

요청된 데이터에 대해 하나 이상의 멀티캐스트 에이전트가 존재 할 때 최대 Delay를 구하는 공식은 다음과 같다.

$$Delay_{total\_max}(C_{xj}^i) = Max\{Delay_{total}(C_{xj}^i, CMA_a^i)\} \quad (3)$$

수식 (4)는 재 설정 메시지의 지연 동안 멀티미디어의 전송률이  $MAR_k$ 일 때 버퍼링 된 총 데이터의 양이다.

$$Buffer_{amount} = Amount(Delay_{total\_max}, MAR_k) \quad (4)$$

최종적으로 Crossover 라우터  $C_{xj}^i$ 의 버퍼의 크기는 아래와 같다 이때 버퍼의 크기는 Crossover 라우터  $C_{xj}^i$ 의 블록 개수로 표기된다.

표 1. 멀티캐스트 에이전트의 버퍼 크기 산출을 위한 기호

기 호	설 명
$RTT(C_{xj}^i, CMA_a^i)$	Crossover 라우터 $C_{xj}^i$ 와 대응 멀티캐스트 에이전트 $CMA_a^i$ 의 RTT
$P(C_{xj}^i)$	Crossover 라우터 $C_{xj}^i$ 에서의 프로세싱 소요시간
$D(CMA_a^i)$	대응 멀티캐스트 에이전트 $CMA_a^i$ 에서의 전송 지연 시간
$RU(C_{xj}^i, CMA_a^i)$	Crossover 라우터 $C_{xj}^i$ 와 대응 멀티캐스트 에이전트 $CMA_a^i$ 에서의 라우팅 테이블 업데이트 시간
$Amount(t, b)$	전송율이 $b$ 일때 $t$ 동안 전송될 데이터의 양
$Block(MA_{xj}^i)$	Crossover 라우터 $C_{xj}^i$ 에서의 블록 크기
$MAR_k$	$K$ 멀티미디어 전송률

$$Buffer_{Size}(C_{xj}) = \lfloor \frac{Buffer_{amount}}{Block(C_{xj}^i)} \rfloor + 1 \quad (5)$$

#### 4. 성능평가

본 논문에서는 네트워크 환경의 모델링 툴인 NS-2 (Network Simulator-2)[11]을 사용하여 제안한 기법의 성능을 평가하였다. 본 장에서는 Mobile IP에서 제안한 Bi-directional Tunneling 기법과 Remote Subscription 기법, MoM(Mobile Multicast Protocol)기법과 본 논문에서 제안한 기법을 비교 실험하였다.

##### 4.1 실험 환경

이동 환경에서의 여러 멀티캐스트의 기법에 대한 실험환경을 위하여 네트워크 구조는 그림 13와 같이 하나의 멀티캐스트 소스와 여러 FA에 걸쳐 멀티캐스트의 그룹 멤버들이 존재하는 구조를 가진다. HA와 FA는 각 기법에 따라 MA(Multicast Agent), DMSP 등의 역할을 수행한다.

모든 유선은 10Mbps의 대역폭을 가지고, 5~10ms의 전파 지연을 가지도록 하였다. 유선 상의 각 노드들은 큐잉 메커니즘으로 RED를 사용하였다. 멀티캐스트의 그룹 멤버들의 배치는 전체 네트워크에 걸쳐 랜덤하게 배치되도록 하였다. 실험은 전체 네트워크에서 멀티캐스트 그룹의 멤버 수를 변화시킬 때 네트워크 전체의 로드 분석과 패킷 손실 수의 비교와 분당 일정한 핸드오프 비율을 변화시키면서 호스트들의 평균 대역폭의 변화를 측정하였다. [표 2]는 실험을 위한 환경 변수이다.

##### 4.2 성능 비교

그림 14에서는 네트워크의 부하에 대해 성능을 평

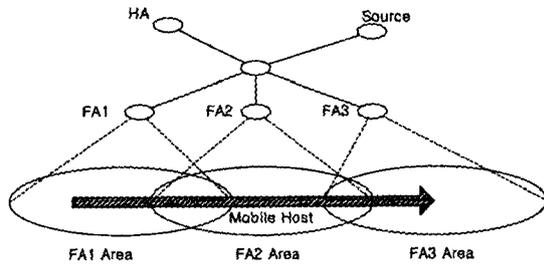


그림 13. 실험 환경의 네트워크 구조

표 2. 실험의 환경 변수

환경 변수	값의 범위	고정값
미디어 요구 비트율		1.5Mbps
멀티캐스트 그룹 멤버 수	10~50	20
분당 핸드오프 비율	0~25	5
유선 대역폭		10Mbps
지연(ms)	5~10	
큐잉 메커니즘		RED

가하였다. 전달되는 멀티캐스트 데이터들이 경유하는 노드들의 수를 네트워크 부하로 간주하였다. 그림 14는 그룹의 개수에 따른 각 기법들의 네트워크 부하를 보여준다. Remote Subscription 기법과 본 논문에서 제안한 Crossover 라우터 버퍼링 기법은 가장 낮은 네트워크 부하를 생성한다. 이 두 방법은 이동 호스트의 현재 위치에서 최적의 라우팅 기법을 사용하기 때문에 네트워크 부하가 다른 기법에 비해 적게 발생한다. 그러나 MoM 기법과 Bi-directional 기법의 경우 모든 패킷들이 HA를 통해 tunneling 되므로 높은 네트워크 부하를 발생시킨다. 또한 본 논문에서 제안한 Pre-Join 기법은 이동 호스트가 이동하기 전에 앞서 오버랩 영역에서 멀티캐스트 그룹에 조인을 수행하므로 그룹의 개수가 적을 경우 다른 기법들에 비해 네트워크 부하가 많이 발생하나 그룹의 개수가 증가할수록 본 논문에서 제안한 두 가지 방법 모두 요청된 그룹에 대한 멀티캐스트 에이전트의 서비스가 이루어지고 있을 가능성이 높으므로 다른 방법들에 비해 그룹의 개수가 커질수록 네트워크 부하가 적게 발생한다.

그림 15는 분당 핸드오프의 회수를 변화시킬 때 호스트들의 평균 전송률을 각 기법별로 비교 실험하였다. MoM 기법과 Bi-directional tunneling 기법의 경우 HA의 경유에 의한 경로의 비효율성으로 인해

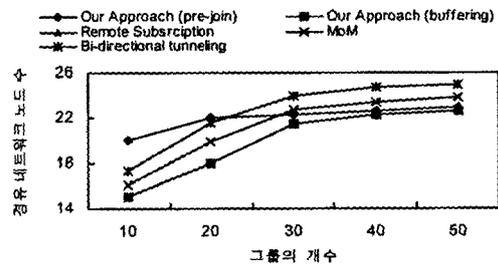


그림 14. 그룹의 개수에 따른 네트워크의 부하

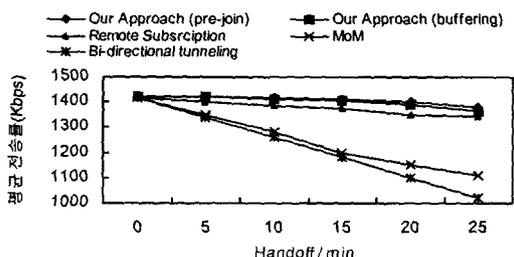


그림 15. 핸드오프에 따른 각 기법의 평균 전송률

핸드오프 횟수가 늘어날수록 Throughput이 급격히 감소하는 것을 볼 수 있다. 본 논문에서 제시하는 방법들과 Remote Subscription의 경우 최적의 경로 설정으로 인해 핸드오프의 회수 증가에도 Throughput의 감소 정도는 미미하다.

그림 16은 그룹 크기의 변화에 따른 각 기법들의 평균 패킷 손실 수를 보여준다. Bi-directional tunneling 기법과 MoM 기법의 경우 그룹의 개수가 많아질수록 패킷 손실이 점진적으로 증가한다. 이것은 멀티캐스트 대행 서비스를 HA가 수행하기 때문에 생기는 지연으로 인한 것이다. 비록 MoM의 경우 Bi-directional tunneling에 비해 개선된 성능을 보이지만 DMSP선택을 위한 추가적인 계산 부하로 인해 많은 성능 개선은 이루어지지 못한다. Remote Subscription 기법과 본 논문에서 제안한 기법들은 그룹 멤버의 크기가 커질수록 적은 패킷 손실을 보인다. 이것은 이동한 지역의 FA가 멀티캐스트 대행 서비스를 수행하기 때문이다. 즉, 그룹 멤버 크기가 커질수록 이동한 FA에 이미 같은 그룹의 멤버가 존재할 확률이 높기 때문이다.

성능의 비교 결과, 본 논문에서 제안한 방법은 이동 호스트의 현재 위치에서 최적의 경로를 사용하여 서비스를 제공하기 때문에, 전체적인 네트워크 부하나 대역폭의 사용측면에서 향상된 성능을 보인다. 또

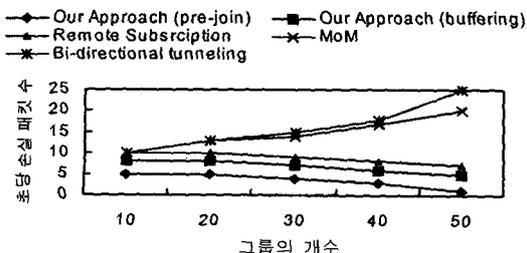


그림 16. 그룹의 개수에 따른 초당 패킷 손실 비교

한 오버랩 영역을 이용한 호스트의 이동성 예측은 핸드오프 과정 중에 발생하는 패킷 손실의 수를 현저히 줄임을 알 수 있다.

### 5. 결론

본 논문에서는 무선 네트워크 환경에서 이동 호스트들에게 멀티미디어 서비스의 제공을 위한 멀티캐스트 전송 기법을 제안한다. 즉, 핸드오프 과정 중에 발생하는 패킷 손실 등을 해결하기 위해 본 논문에서는 오버랩 영역을 이용한 Pre-join 기법을 제안한다. 그리고 실시간 멀티미디어 응용에서의 연속적인 서비스 지원을 위해 본 논문에서 제안된 Crossover 라우터에서의 버퍼링 기법은 Remote Subscription 기법에서 제안한 최적 경로 기법에 기반하여 영역들의 오버랩 된 특성을 이용한 호스트의 이동 방향 탐지 기법을 적용하였다. 제안한 기법의 성능을 평가하기 위해 NS-2를 이용하여 Mobile IP의 Bi-directional tunneling 기법과 Remote Subscription 기법, 그리고 MoM 기법과 비교 실험하였다. 실험 결과 본 논문에서 제안한 방법은 이동 호스트에게 최적의 경로를 제공해 줄 뿐 아니라, 패킷 손실을 해결하기 위한 Pre-join 혹은 Crossover 라우터 버퍼링 기법을 사용함으로써 비교 실험한 다른 기법들에 비해 네트워크 부하와 패킷 손실, 대역폭 사용 측면에서 향상된 성능을 보였다.

현재 본 논문에서는 이동 호스트를 수신자 측면에서만 고려하였으나, 무선 환경에서 이루어지는 화상 회의 등과 같은 응용의 경우 송신자 측면까지도 고려해야 한다. 그러므로, 수신자 측면 뿐 아니라 송신자 측면에서의 서비스까지도 고려한 연구가 향후 요구되고 있다.

### 참고 문헌

- [1] C.Perkins, "IP mobility support", RFC 2002, Mobile IP Networking Group, 1996.
- [2] C.Perkins, "Mobile IP : Design Principles and Practice", Addison-Wesley Longman, Reading, Mass., 1998.
- [3] C.Perkins, "Mobile IP" IEEE Communications Magazine , Vol. 35 Issue 5 , pp. 84 ~ 99, May

- 1997.
- [4] T.Harrison, C.Williamson, W.Mackrell and R.Bunt, "Mobile Multicast (MoM) protocol : multicast support for mobile hosts", Proceeding of ACM MOBICON'97, pp.151-160, 1997.
  - [5] V.Chikarmane and C.L.Williamson, "Performance evaluation of the MoM mobile multicast protocol", Mobile Networks and Applications, pp.189-201, 1998.
  - [6] C.L. Tan, S.Pink, and K.M.Lye. "A fast handoff scheme for wireless networks.", In Proc. of the 2nd ACM International Workshop on Wireless Mobile Multimedia (WoWMoM'99), pp.83-90, Aug,1999.
  - [7] Yu Wang, Weidong Chen, "Supporting IP Multicast for Mobile Hosts", ACM, pp.57-66, 1998.
  - [8] Chunhung Richard Lin and Chang-Jai Chung, "Mobile Reliable Multicast Support in IP Networks", pp.1421-1425, IEEE 2000.
  - [9] K.Brown, S.Singh, "RelM : Reliable Multicast for Mobile Networks", Technical report (Computer Communication), 1996.
  - [10] A.Acharya and R.Badrinath, "A framework for delivering multicast messages in networks with mobile hosts", ACM/Baltzer Journal of Wireless Networks, Special Issue on Routing in Mobile Communication Networks, 1996.
  - [11] Suresh Singh, "Quality of Service Guarantees in Mobile Computing", The Journal of Computer Communications, 1996.
  - [12] C.E.Perkins and Kuang-Yeh Wang, "Optimized smooth handoffs in Mobile IP", Proceedings of IEEE Symposium on Computers and Communications, pp.340-336, Egypt, July, 1999.
  - [13] Prawit Chumchu and Aruna Seneviratne, "Multi-Level Reliable Mobile Multicast Supporting SRM (Scalable Reliable Multicast)", VTC2002, pp. 1410~1415, 2002.
  - [14] A. Acharya, A. Bakre, and B. Badrinath, "IP

Multicast Extensions for Mobile Internet-working," IEEE INFOCOM '96, March 1996.



**이 화 세**

1985년 부산대학교 계산통계학과(학사)  
 1987년 부산대학교 대학원 계산통계학과(이학석사)  
 1995년 부산대학교 대학원 전자계산학과(박사과정수료)  
 1995년~1997년 밀양대학교 전자

계산소 소장

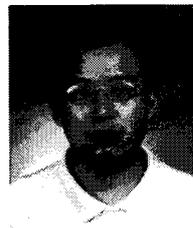
1991년~현재 밀양대학교 컴퓨터공학과 부교수  
 관심분야 : 멀티미디어, 멀티미디어 이동통신  
 E-mail : hslee@mnu.aqc.kr



**홍 은 경**

2000년 2월 신라대학교 전자계산학과 이학학사 취득  
 2003년 2월 부산대학교 전자계산학과 이학학사 취득  
 2003년 1월~6월 폴리픽스 연구개발 본부 재직  
 2003년 7월~현재 (주)비케이

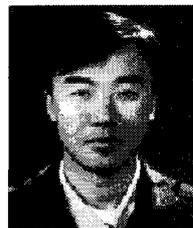
관심분야 : 이동 컴퓨팅, VOIP, Wireless LAN  
 E-mail : clair.hong@polypix.com



**이 승 원**

1997년 부산대학교 전자계산학과 졸업 (학사)  
 1999년 부산대학교 대학원 전자계산학과 (이학석사)  
 1999년~현재 부산대학교 대학원 전자계산학과 (박사과정)

관심분야 : 멀티미디어, 이동통신, VOD  
 E-mail : swlee@pusan.ac.kr



**박 성 호**

1996년 부산대학교 전자계산학과 졸업 (학사)  
 1998년 부산대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학석사)  
 2002년 부산대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학박사)  
 2002년 9월~현재 부산대학교 전

자계산소 조교수

관심분야 : VOD 시스템, 인터넷 캐싱, 멀티미디어 이동통신  
 E-mail : shpark@pusan.ac.kr



정 기 등

1973년 서울대학교 졸업(학사)  
1975년 서울대학교 대학원 졸업  
(석사)  
1986년 서울대학교 대학원 계산  
통계학과 졸업(이학박사)  
1990년~1991년 MIT, South  
Carolina 대학 교환 교수

1995년~1997년 부산대학교 전자계산소 소장  
1978년~현재 부산대학교 전자계산학과 교수  
관심분야 : 병렬처리, 멀티미디어  
E-mail : kdchung@melon.cs.pusan.ac.kr

교신저자

박 성 호 609-735 부산시 금정구 장전동 산30번지 부산  
대학교 전자계산소 305호