

모바일 환경에서 멀티미디어 서비스를 위해 개선된 핸드오프 기법

김정원*

An Improved Handoff Technique for Multimedia Services in mobile environment

Jeong-Won Kim*

요약

모바일 환경에서 멀티캐스트는 패킷 전달 기법과 위치 독립적 주소를 사용하는데 본 논문에서는 멀티캐스트의 그룹 관리 및 경로 설정 방법을 이용하여 이동성을 제공하는 기법과 선가입을 통해 멀티미디어 서비스를 위한 smooth 핸드오프 기법을 제안한다. 제안된 기법은 호스트의 이동 방향 예측을 통한 선가입 기법을 이용하여 멀티미디어 서비스시 핸드오프로 인한 지연을 최소화할 수 있다. NS-2 네트워크 모의실험 프로그램을 확장하여 실험하였는데 실험 결과 제안된 기법이 이동성을 지원하는 여러 기법들보다 핸드오프 지연과 수신되는 데이터의 처리량에서 우수한 성능을 나타내었다.

Abstract

Since multicast in the mobile environments is based on packet transmission and independent addressing, this paper propose an improved scheme about how to manage the multicasting group and to set the communication path in the mobile environment by applying two-level addressing mode, which is similar to mobile IP, for location-independent address setting. And we propose the smooth handoff scheme that minimizes the handoff delay for mobile multimedia services. Performance analysis by the modified NS-2 network simulator has showed that the proposed scheme is better than other techniques in terms of handoff delay and transmitted packets' throughput.

▶ Keyword : multimedia service, multicast, smooth handoff

• 제1저자 : 김정원
• 접수일 : 2005.05.12, 심사완료일 : 2005.06.30
* 신라대학교 컴퓨터정보공학부 조교수

I. 서론

이동 통신 기술의 발전으로 소형의 휴대형 단말기를 통해 통신뿐만 아니라 인터넷을 비롯한 멀티미디어 서비스가 가능해 지고 있다. 반면 현재 사용되고 있는 IP 네트워크 [1] 환경에서는 사용자의 단말기가 현재의 네트워크 영역에서 다른 네트워크 영역으로 이동할 때, 네트워크 인터페이스와 연계된 단말기의 IP 주소는 이동된 영역에서 제공되는 IP 주소로 변경되어야 한다. 이것은 단말기가 할당받아 사용하는 IP 주소에는 접속한 네트워크 영역을 유일하게 식별하는 주소 부분이 포함되어 있기 때문이다. 또한 단말기 IP 주소의 변경은 이동 호스트와 다른 호스트와의 연결을 유지하지 못하게 한다. 연결 지향성 서비스인 TCP[2]는 각각의 주소로 연결을 유지하기 때문에 IP 주소의 변경은 두 호스트간의 연결이 끊어짐을 의미한다. 따라서 인터넷에서 호스트의 이동성을 지원하기 위해서는 Mobile IP[3]와 같은 새로운 IP 주소 체계의 지원이 필요하다.

Mobile IP는 이메일, 웹 서비스와 같은 비 실시간 서비스의 지원에는 문제를 발생되지 않으나 높은 대역폭과 실시간성을 요구하는 멀티미디어 서비스의 경우에는 Mobile IP의 지원 요소들은 서비스를 제공하는데 있어 제약이 되고 있다. Mobile IP가 멀티미디어 서비스를 위한 실시간성을 만족하기 위해서는 이동 후 서비스 연결 회복, 라우팅 최적화 등에서 발생하는 지연을 최소화해야 한다[9]. 또한, 네트워크 자원의 효율적인 사용을 위하여 멀티캐스트와 같은 네트워크 솔루션으로 확장이 용이하여야 한다[10].

본 논문에서는 멀티캐스트의 그룹 관리와 패킷 전송 기법을 활용하여 보다 효율적으로 호스트가 기존의 IP 네트워크 상에서 이동성을 지원받을 수 있는 기법을 제안한다. 멀티캐스트는 자원을 효율적으로 사용하는 다중 사용자 통신을 위한 기법으로서 멤버들의 동적인 Join/Leave를 지원한다. 이러한 동적인 그룹관리 기법과 위치 독립적인 주소 등이 이동 환경에서 호스트의 이동성을 제공하기 위한 기법과 많은 유사점을 가진다. 본 논문에서는 멀티캐스트의 이러한 특성을 고려하여 멀티캐스트의 그룹 관리 기법과 경로 설정 기법을 확장하여 이동환경에서 호스트의 이동성 지원 기법을 제안한다. 또한 이동 환경을 위한 무선 네트워크 환경에

서 각 베이스 스테이션의 전파 영역은 서로 중첩된다는 사실에 기초하여, 이동 호스트의 핸드오프 시에 발생하는 지연 요소의 최소화를 위해 본 논문은 중첩 영역의 인지를 통하여 호스트의 이동 방향을 예측하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 호스트 이동 방향 예측을 이용한 선가입(pre-join) 기법으로 이동 시 발생하는 경로 설정 요소들의 지연을 최소화한다.

본 논문은 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구를 살펴보고, 3장에서 멀티캐스트의 그룹 관리 기법과 전송 경로 설정 기법에 기반한 호스트의 이동성을 제공하는 기법을 제안한다. 4장에서는 멀티미디어 서비스를 위한 이동 환경에서의 핸드오프 지연을 최소화하는 방법을 제안한다. 5장에서는 NS-2 시뮬레이터를 확장하여 제안된 기법과 관련 연구에서 소개한 이동성 지원 기법들 간에 성능을 비교 분석한다. 그리고 6장에서는 본 논문의 결론 및 향후 연구 방향 제시한다.

II. 관련 연구

IP 네트워크를 이용하여 이동 호스트에게 서비스를 제공하기 위해서는 호스트의 이동성을 지원하는 추가적인 방법이 제공되어야 한다. 본 장에서는 이동성 지원을 위해 기존에 제안된 기법을 소개한다.

2.1 Mobile IP

Mobile IP는 인터넷에 있는 이동 노드들에게 IP 패킷의 투명한 경로 설정을 허용하는 프로토콜이다. 이것은 기존 IP를 확장하여 인터넷상에서 이동 노드들에게 유일한 주소를 제공하고, 위치에 관계없이 인터넷 접속을 가능하게 하여, 이동 환경에서 데이터 전송을 효과적으로 지원하는 것을 목적으로 개발되었다[3,4]. Mobile IP는 전송계층의 연결 유지와 IP 계층의 올바른 라우팅을 위해 2개의 IP주소를 통하여 이동성을 지원한다. 홈 주소(Home Address)는 일반 IP 주소와 같이 TCP 연결을 구별하기 위해 사용되는 고정된 값으로 한번 설정되면, 그 설정이 종료될 때까지 변하지 않는 주소이다. COA(Care-of Address)는 호스트가 이동할 때 새로운 연결지점마다 값이 변경되며 이동 노드들

의 실제적인 위치를 반영한다. 따라서 이동 노드가 연결지점을 바꿀 때마다 COA는 계속 변하여 인터넷 서비스가 가능하도록 네트워크와의 지속적인 연결을 유지한다.

IETF(Internet Engineering Task Force) Mobile IP 워킹그룹에서는 핸드오프 동안 발생하는 지연과 패킷의 손실, 시그널링 오버헤드 등을 줄이기 위해서 기존의 Mobile IP를 확장하여 빠른 핸드오프와 페이징(Paging) 기능을 추가한 마이크로 이동성(Micro-mobility)에 대한 연구가 진행되고 있다[5,6]. 이러한 마이크로 이동성에 관한 연구로 Cellular IP와 Hawaii, 계층적 Mobile IP 가 있다.

이들 중 Ericsson과 Nokia의 계층적 Mobile IP는 Mobile IP 등록을 지역적으로 처리하기 위해 FA²⁾(Foreign Agent)들의 계층성을 이용한다. 이 기법에서의 이동 호스트는 자신의 위치 정보를 갱신하기 위하여 등록 메시지를 보내고, 게이트웨이(Gateway) FA에 전달된 등록 메시지는 게이트웨이 FA와 호스트 간의 경로에 존재하는 FA들 사이에 터널을 구축하여 패킷을 전달한다.

2.2 Cellular IP

콜롬비아 대학과 에릭슨의 Cellular IP 프로토콜은 페이징과 핸드오프 기술을 지원한다. 핸드오프의 경우 Cellular IP[7]는 강성(Hard) 핸드오프와 준 연성(Semisoft) 핸드오프의 두 가지 타입을 지원한다. 강성(Hard) 핸드오프는 패킷 손실보다는 실시간성 확보의 관점에서 제안되었으므로, 핸드오프 제어 메시지를 최소화하기 위해 약간의 패킷 손실을 허용하는 접근 방법을 채택하고 있다. 준 연성 핸드오프는 패킷 손실의 최소화의 관점에서 제안되었으며, 실제 핸드오프가 이루어지기 전에 새로운 액세스 포인트를 공지함으로써 핸드오프에 대한 준비를 수행하여, 개선된 성능의 TCP/UDP 전송기법을 제공한다.

Cellular IP는 IP 페이징을 지원하며 활성화(Active)와 유휴(Idle) 이동 호스트들을 구별하도록 한다. 이런 페이징 시스템을 이용하여 제어 메시지를 최소화하며 이동 호스트들의 전력 소비를 줄인다. Cellular IP는 유휴 호스트들의 핸드오프 후에 그들의 위치를 업데이트 하지 않는다. 이 방법은 배터리의 수명을 연장시킬 뿐 아니라 접속 유지를 위한 트래픽도 감소시킨다.

2.3 Hawaii

Lucent Technologies의 Hawaii[8] 프로토콜은 도메인 내의 이동을 다루기 위한 라우팅 프로토콜을 제안한다. Hawaii는 넓은 지역의 도메인 간에서 이동성을 제공하기 위해서는 Mobile IP를 사용하고, 새로운 FA에 접속한 이동 호스트에겐 co-located COA가 할당되어진다. 이동 호스트는 HA 영역 내에서 위치한 동안에는 동일한 COA를 유지한다. 그러므로 HA³⁾(Home Agent)는 이동 호스트가 새로운 도메인으로 이동하지 않는 한 관련될 필요가 없다. 위치 정보는 이동 호스트들에 의해 보내진 특정 제어 메시지에 의해 수정되어진다.

III. 이동성 제공 기법

멀티캐스트 그룹에 전송된 패킷에는 수신자들의 위치와 관련된 정보는 가지고 있지 않다. 그러므로 멀티캐스트의 그룹 관리 기법은 이동 환경에서 이동 호스트에 위치 독립적인 주소와 패킷 라우팅을 지원할 수 있는 기법으로 응용이 가능하다. 따라서, 본 논문에서는 멀티캐스트의 그룹 관리 기법과 경로 설정 기법을 이용하여 호스트들의 이동성을 제공하는 기법을 제안한다.

본 논문에서는 전체 네트워크를 LAN과 같은 여러 개의 하위 네트워크 집단으로 가정한다. 이런 가정에 기반하여 본 논문에서는 호스트의 이동성 지원하기 위하여 도메인 내에서의 이동성 지원 기법과 도메인 간의 이동성 지원 기법으로 나누어 적용한다. 도메인 내에서의 이동성 지원 기법은 본 논문에서 제안한 멀티캐스트 그룹 관리를 응용한 기법을 적용하며, 도메인 간 이동성 지원 기법은 기존의 Mobile IP의 기법을 활용한다. (그림 1)은 간단한 전체 네트워크 구조를 보여준다.

2) 이동 호스트의 visited 네트워크의 라우터, detunnel을 통해 이동 호스트로 datagram을 전달하고, 이동 호스트의 default router가 된다.

3) 이동 호스트의 home 네트워크의 라우터, 이동 호스트가 home을 떠났을 때, datagram을 tunnel을 통해 전달하고, 이동 호스트의 현재 위치 정보를 유지한다.

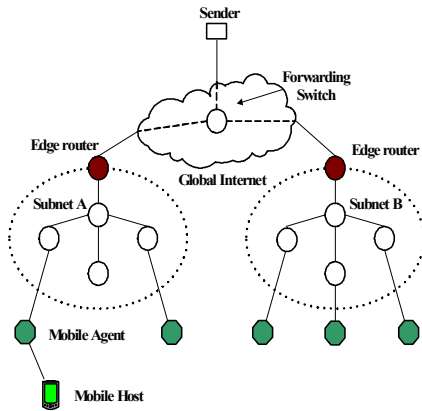


그림 1. 네트워크의 전체 구조
Fig. 1 Network diagram

(그림 1)에서 각 네트워크 구성 요소들의 역할은 다음과 같다. 도메인 내에서 Edge router의 역할은 송신 측(Sender)에서 전송된 이 단계 주소(Two-level address)를 가진 패킷을 열어 패킷 속에 은닉된 주소로 새로운 패킷을 생성한 후, 새로 생성된 패킷을 Edge router가 위치한 도메인에 있는 그룹 멤버인 이동 호스트에게 멀티캐스트 라우팅 기법을 이용하여 전송한다. 그리고 도메인들 간의 패킷 라우팅의 경우에 Edge router는 Mobile IP의 HA와 FA의 역할을 수행한다.

본 논문에서 제안한 기법에서는 Mobile IP와 같이 이 단계 주소 정책을 사용한다. 그러나 Mobile IP와 다르게 제안된 주소 정책에서는 Edge router 주소와 멀티캐스트 그룹 주소로 구성된다. 여기서 멀티캐스트 그룹 주소는 이동 호스트의 주소로 활용된다[13].

3.1 도메인 내의 이동성 지원

IP 네트워크에서 호스트의 이동성을 지원하기 위해서는 이동 호스트를 위한 주소 정책과 패킷 라우팅을 지원해야 된다. 본 논문에서는 도메인 내에서 호스트의 이동성 지원을 위해 멀티캐스트의 그룹 관리 기법과 패킷 라우팅 기법을 이용하였다. (그림 2)는 도메인 내에서 호스트가 이동할 때 멀티캐스트 그룹 관리 기법을 이용하여 경로를 설정하는 것을 보여준다. (그림 2'와 같이 호스트가 이동할 때 새로운 경로가 설정되는 과정은 아래와 같이 이루어진다.

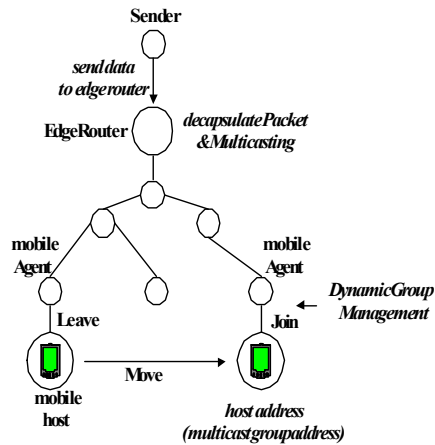


그림 2. 서브 네트워크 내의 이동성 지원
Fig. 2 Mobility in sub-network

- ① 새로운 에이전트의 광고 메시지를 수신한 호스트는 이전에 접속한 모바일 에이전트의 주소와 비교하여 이동을 인지한다.
- ② 이동을 인지한 호스트는 등록 메시지를 새로 접속한 모바일 에이전트에게 보내어 새로운 경로 설정을 요구한다.
- ③ 등록 메시지를 수신한 모바일 에이전트는 join 메시지를 통해 새로운 멀티캐스트 경로를 설정한다.
- ④ 새로운 경로가 완성되면 현재 접속된 에이전트는 이전의 모바일 에이전트에게 호스트가 이동했다는 것을 알리려 멀티캐스트 그룹에서 leave를 수행한다.

일반적으로 Mobile IP에서의 지원은 HA와 FA간의 등록 지원이다. 반면에 본 논문에서 제안한 도메인 내에서의 이동성 제공 기법의 지원은 모바일 에이전트의 멀티캐스트 join 처리를 위한 지원이다. (그림 2)에서와 같이 Edge router가 멀티캐스트 라우터 일 때 제안된 기법의 지원은 모바일 에이전트와 Edge router간의 지원이다. 따라서 제안된 기법의 지원이 전통적인 Mobile IP의 지원보다는 작음을 알 수 있다.

3.2 도메인 간의 이동성 지원

멀티캐스트의 전체 네트워크로 확장된 라우터 부하 등의 문제로 현재 IP 네트워크 환경에 적용하기 어렵다는 견해가 지배적이다. 그러므로 이동 호스트가 도메인 간으로 이동이 발생할 경우 멀티캐스트 그룹 관리 기법을 IP 네트워크 환

경에 적용하기 어려우며, 모든 이동 요구에 대하여 한정된 자원인 멀티캐스트 주소의 할당은 한계가 있다. 이러한 이유로 본 논문에서는 도메인 간의 이동성 지원 기법으로 Triangle routing을 거쳐 Route optimization을 사용하는 Mobile IP의 기법을 사용한다. 이때 각 영역의 Edge router가 HA와 FA의 역할을 수행하게 된다. 이 방법은 도메인의 외부와 내부의 이동성 지원 방법을 분리하여 핸드오프에 따른 지연을 최소화할 수 있다. (그림 3)은 도메인 간의 처리 과정을 간단히 보여준다.

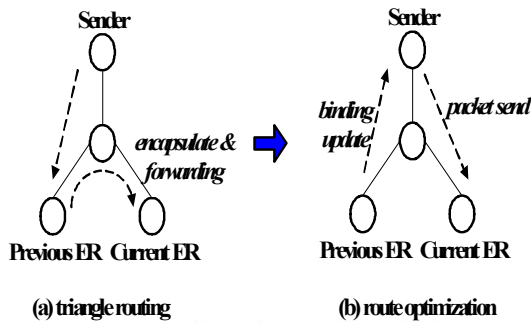


그림 3. 서브 네트워크 간의 이동성 지원
Fig. 3 Mobility between sub-network

IV. smooth 핸드오프 기법

멀티미디어 서비스를 위해 본 논문에서는 호스트가 이동할 때 발생하는 지연을 도메인 내에서 이동할 때 발생하는 지연과 도메인 간을 이동할 때 발생하는 지연으로 나누어서 분류하였다. 도메인 내에서 이동할 때 발생하는 지연은 멀티캐스트의 join 메커니즘 처리에서 발생하는 지연이다. 그리고 도메인 간을 이동할 때 발생하는 지연은 영역 내에서 발생하는 멀티캐스트의 join 지연 외에 Mobile IP의 Triangle Routing과 Binding update 때 발생하는 지연이 추가된다. 따라서 본 장에서는 두 경우 모두에서 발생하는 멀티캐스트 join 지연을 감소시켜 제한한 이동성 지원 기법의 성능을 개선하였다. 본 논문에서는 호스트 이동으로 경로 재설정 시 발생하는 지연의 감소를 위해 호스트 이동 예측을 통한 선가입 기법을 제안한다.

4.1 호스트의 이동 방향 예측

호스트의 이동 방향을 예측하기 위해서 본 논문에서는 무선 네트워크를 구성하는 베이스 스테이션⁴⁾의 무선 전파 중첩 영역을 이용하였다. 만약 호스트가 두 개의 이웃한 모바일 에이전트의 전파 중첩 영역에 있다면 두 에이전트부터의 광고 메시지를 모두 수신할 것이다. 전파 중첩 영역의 이러한 특징을 이용하면 호스트는 자신의 위치를 중첩 영역과 비 중첩 영역으로 구분하여 인지할 수 있다. (그림 4)는 일반적인 전파 중첩 네트워크 영역의 간단한 구조를 보여준다. (그림 4)에서 각 번호는 호스트의 위치를 나타내며, 영문 알파벳은 모바일 에이전트의 식별자를 나타낸다. 이후 모바일 에이전트 A의 경우 MA-A(Mobile Agent-A)로 표기하도록 한다.

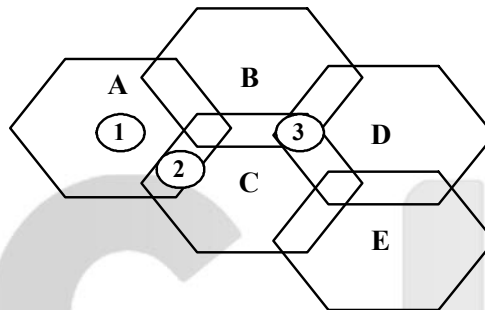


그림 4. 무선 네트워크에서의 전파 중첩 구조
Fig. 4 Cell overlapping structure

그림에서 호스트가 ①의 위치에 있을 경우 MA-A로부터만 광고 메시지를 수신한다. 그러나 ②의 위치에서는 MA-A와 MA-C로부터 광고 메시지를 수신하며, ③의 위치에서는 주위의 세 개의 에이전트로부터 광고 메시지를 수신한다. 이렇게 수신되는 광고 메시지의 수를 이용하여 호스트의 현재 위치를 인지할 수 있다. (그림 5)는 호스트의 위치 인식 알고리즘이다.

4) 본 논문에서는 모바일 에이전트가 물리적인 전파 송수신을 위한 베이스 스테이션의 역할을 같이 수행한다고 가정한다.

```

The Algorithm to recognize the current location
if (Recive advertisement message) {
  Identify whether advertisement message is first message or not
  if (New advertisement message) {
    Ad_Message = Ad_Message + 1;
    while (check receipt of Ad_Message in a fixed period) {
      if (Don't receive Ad_Message) {
        Ad_Message = Ad_Message - 1;
      }
    }
  }
}
if (Ad_Message > 1) then
  Mobile host is in overlap area;
else if (Ad_Message = 1) then
  Mobile host is in non-overlap area;
else Connection fail.
    
```

그림 5. 위치 인식 알고리즘
Fig. 5 Location identification algorithm

4.2 도메인 내에서 이동 시 smooth 핸드오프

도메인 내에서 호스트가 이동할 때 본 논문에서는 선가입 처리를 통하여 smooth 핸드오프를 수행한다. 선가입을 수행하기 위해서는 먼저 선가입을 수행할 위치를 결정해야 한다. 이를 위해서 본 논문에서는 호스트가 중첩 영역에 들어가게 되면 새로 접촉한 에이전트로 이동할 확률이 높다고 가정하고, 새로 접촉하는 에이전트에게 미리 채널을 만들도록 이동 호스트가 선가입 메시지를 보낸다. 중첩 영역에 위치한 호스트로부터 새로운 채널을 만들 것을 요청 받은 모바일 에이전트는 새로운 채널을 만들기 위해서 멀티캐스트 join 처리를 수행하게 된다. 그러나 이 채널은 바로 사용하는 채널이 아니라 호스트가 해당 에이전트로 완전히 이동했을 때를 대비한 채널이다. (그림 6)은 서브 네트워크 내에서 이동 시 선가입을 통한 smooth 핸드오프의 동작을 보여준다.

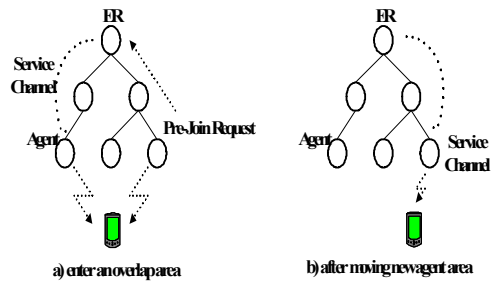


그림 6. 서브 네트워크 내에서 이동 시 smooth 핸드오프
Fig. 6 Smooth handoff in sub-network

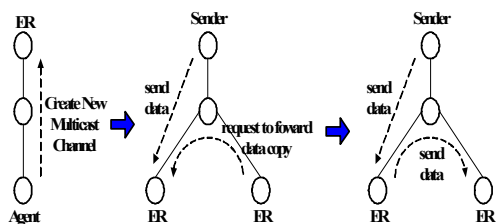


그림 7 서브 네트워크 간 이동 시 smooth 핸드오프
Fig. 7 Smooth handoff between sub-network

4.3 도메인 간의 이동 시 smooth 핸드오프

도메인 간에 호스트가 이동할 때에도 중첩 영역의 감지는 광고 메시지의 수를 이용하여 판단한다. 여기에 추가적으로 광고 메시지 내에 있는 Edge router의 주소를 비교하여 호스트의 이동이 도메인 내인지 도메인 간인지를 구분한다. 만약 도메인 간의 중첩 영역일 경우 호스트는 중첩 영역에서 새로이 접촉한 도메인의 Edge router로 하여금 새로운 Mobile IP 전송 경로를 구축하도록 요구한다. 또한, 새로이 접촉한 Edge router는 기존에 접촉하고 있는 Edge router로 하여금 전송되고 있는 패킷의 복사를 요청함으로써 복사 채널을 만든다. (그림 7)은 서브 네트워크 간의 중첩 영역의 경우 선가입 처리를 보여준다.

V. 성능 평가

5.1 실험 환경

본 논문의 모의실험에는 Columbia IP Micromobility Software(CIMS)[11]를 사용하였다. CIMS는 NS-2[12] 네트워크 모의실험 프로그램에 micromobility 기능을 확장

한 것이다. CIMS는 Cellular IP, Hawaii, 계층적 Mobile IP를 각각 개별적인 모델로 지원하고 있다. 본 논문에서는 CIMS에 제안된 이동성 제공 기법과 선가입 기능을 추가 확장하였다.

CIMS에서 확장된 각 모델에 대해서 간략히 설명하면 다음과 같다. Cellular IP 모의실험 모델은 강성 핸드오프와 준 연성 핸드오프를 지원하며, 페이징과 보안 관련 기능은 포함되지 않다. Hawaii 모의실험 모델은 「Unicast NonForwarding」(UNF)과 「Multiple Stream Forwarding」(MSF) 핸드오프 기법을 지원한다. 계층적 Mobile IP 모델은 각 액세스 포인트에 하나의 「Gate FA」(GFA)와 여러 개의 FA들이 있는 이 단계(Two-level) 버전의 프로토콜을 지원한다. 본 논문에서 제안한 기법을 위하여 도메인 내의 모든 노드들은 멀티캐스트를 지원하도록 설정하였으며 호스트의 서비스도 멀티캐스트 서비스로 설정하였다. 도메인의 경계 면에 있는 Edge router를 위하여 경계 노드인 MyEdgeNode를 멀티캐스트와 Mobile IP의 에이전트 기능을 추가하여 확장하였다. 추가된 Mobile IP의 에이전트 기능에는 Triangle routing과 Binding update 기능이 있다. 멀티캐스트 그룹 관리를 대행하는 모바일 에이전트를 위해서 액세스 포인트 노드에 멀티캐스트 그룹 관리 기능을 추가하여 확장하였다.

모의실험은 (그림 8)의 네트워크 구조에서 수행되었다. 실험 모델들에서 각 노드들의 역할은 <표 1>과 같다. (그림 8)에서와 같이 본 논문의 실험에서는 홈 네트워크 내에서 호스트가 이동할 때를 기준으로 실험하였다. 이것은 비교 대상이 되는 기법들이 micromobility를 지원하는 기법들이 때문이다. 본 논문의 실험에서는 도메인 간의 이동성에 대한 실험은 향후 연구 과제로 남겨둔다.

(그림 8)에서의 네트워크는 이동 호스트의 홈 네트워크이다. 그러므로 패킷은 은닉되지 않고 CH로부터 전송되어진다. 유선 연결은 2ms delay를 가지는 10Mb/s duplex link로서 모델링 하였다. 이동 호스트들은 서로 다른 주파수 밴드에서 동작하는 NS-2의 CSMS/CA 무선 링크 모델을 사용하는 액세스 포인트(모바일 에이전트)들에 연결한다고 가정하였다. 실험의 결과는 모의실험 시간동안 20 m/s 속도를 가지고 액세스 포인트 간을 계속해서 이동하는 하나의 이동 호스트를 대상으로 하였다. 이 때 각 액세스 포인트의 전파 영역의 크기는 600 m로 동일하게 설정하였고 액세스 포인트들 간의 전파 중첩 영역의 크기는 30m로 설정하였다. 실험을 단순화하기 위해 각 네트워크의 노드들은 스위칭 능력과 메시지 처리 속도의 고려 없이 모델링 되었다.

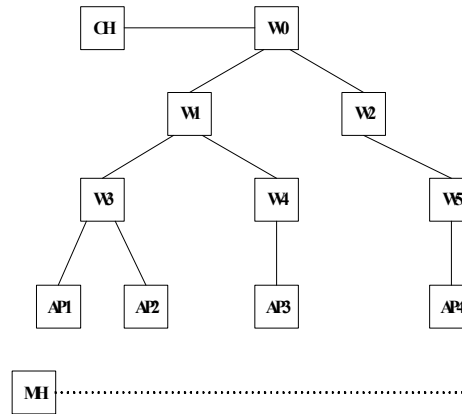


그림 8. 모의실험의 네트워크 구조
Fig. 8 Network structure for simulation

표 4. 실험 기법들에서 그림 8의 각 노드들의 역할
Table.1 Roles of each node

	Cellular IP	Hawaii	계층적 Mobile IP	본 논문의 기법
W0	인터넷에 대한 게이트웨이	도메인 루트 라우터	GFA	Edge router
W1	Cellular IP 노드	Hawaii-enabled router	mobility unaware router (W1-W5)	multicast router
APi	Cellular IP 노드	Hawaii-enabled router	foreign agent	multicast router and multicast agent

모의실험은 UDP와 TCP 두 가지 트래픽 모두를 수용하여 실험하였다. 소스 노드로부터 이동 호스트로 보내어지는 UDP 트래픽은 10ms 간격으로 210 바이트 (byte)씩 보내는 것으로 가정하였다. TCP session은 FTP와 같은 일괄 (greedy) 다운로드 서비스를 가정하였다.

첫 번째 실험에서는 각 기법들의 핸드오프 시 손실된 패킷의 평균 개수를 측정하기 위하여 CH와 이동 호스트 간에 UDP 트래픽을 이용하였다. 우리는 이 방법을 이용하여 핸드오프 지연을 측정하였다. 실험은 크로스오버(Crossover) 노드와 액세스 포인트 (APi)간의 거리를 세 분류로 나누어서 진행하였다. 이동 호스트가 AP1-AP2, AP2-AP3,

5) 이동 이전의 APi로부터의 패킷 전송 경로와 새로운 APi로부터의 경로가 가장 처음 만나는 노드, 예로 (그림 8)에서 AP1과 AP2의 Crossover 노드는 W3이다.

AP3-AP4 사이를 이동할 때 거리는 각각 홉 수로 1, 2, 3이다. (그림 9)는 세 종류의 거리에서 각 기법들의 핸드오프 패킷 손실 개수를 보여준다.

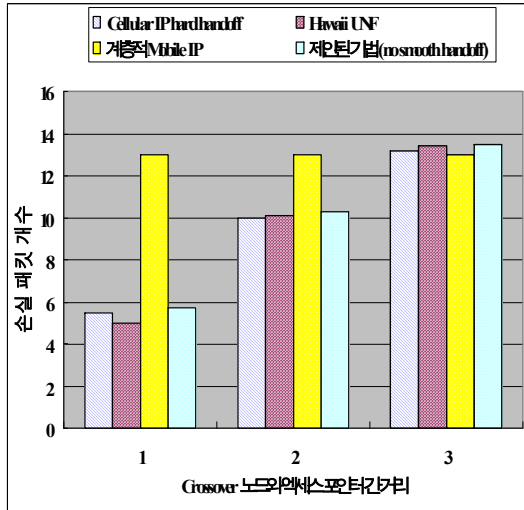


그림 9. 핸드오프 시 UDP 패킷의 손실 개수 비교
Fig. 9 UDP packet loss rates in hand-off

(그림 9)에서 첫 번째 살펴볼 것은 Cellular IP의 경성 핸드오프, Hawaii UNF, 선가입을 사용하지 않는 제안된 이동성 기법이다. 그림에서 보듯이 이 세 기법은 비슷한 결과를 나타낸다. 이것은 세 가지 기법 모두의 핸드오프 지연이 (그림 8)의 크로스오버 노드들과 AP간의 패킷 지연과 관련되기 때문이다. 두 노드간의 거리가 멀어질수록 패킷 지연이 커진다.

앞서 살펴본 세 가지 기법들과는 다르게 계층적 Mobile IP는 크로스오버와의 거리에 상관없이 일정한 핸드오프 지연을 가진다. 이것은 계층적 Mobile IP가 핸드오프 시 항상 GFA (WO)에 등록 메시지를 보내어 경로를 재설정하기 때문이다. (그림 9)의 실험에서 Cellular IP의 준 연성 핸드오프, Hawaii MSF, 선가입을 사용하는 제안된 기법들은 표시하지 않았다. 그 이유는 이 세 기법들은 거리에 관계없이 패킷 손실을 발생 시키지 않기 때문이다.

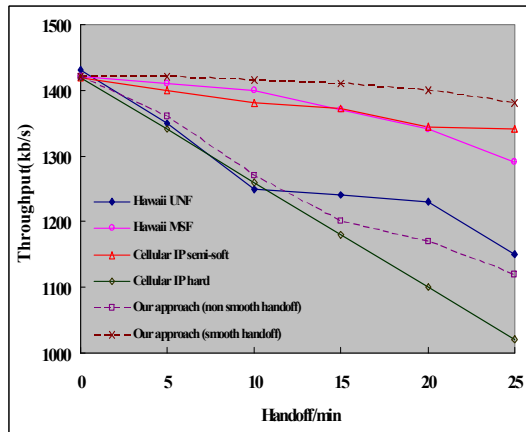


그림 10. 주기적인 핸드오프에서 TCP 처리량 비교
Fig.10 TCP throughput comparison in periodic hand-off

핸드오프의 빈도가 증가하면 패킷 손실에 의한 TCP 처리량 저하가 발생한다. (그림 10)은 이러한 현상을 보여준다. (그림 10)은 이동 호스트가 모바일 에이전트들과 주기적으로 핸드오프를 수행하는 가정 하에 FTP와 같은 bulk TCP 연결의 장시간 TCP 처리량을 보여준다. (그림 10)에서 본 논문에서 제안된 이동성 지원 기법이 중첩 영역을 통한 선가입 없이 수행될 경우 Hawaii의 UNF와 Cellular IP의 경성 핸드오프와 비슷한 성능을 낸다는 것을 보여준다. 이것은 우리가 제안한 이동성 지원 기법에서 위치 변환 시 발생하는 지연 구간이 Edge router와 모바일 에이전트 사이로 제한됨으로써 Hawaii UNF와 Cellular IP의 경성 핸드오프의 지연 구간과 비슷하기 때문이다. 또한 중첩 영역을 사용한 선가입을 사용하는 방법의 경우 미리 채널을 할당하여 이후 서비스에서 지연 없이 서비스하기 때문에 Cellular IP의 준 연성 핸드오프와 비슷한 성능을 보여줄 수 있다. 그러나 선가입 기법의 경우 미리 채널을 만들기 때문에 영역 내의 네트워크 자원의 낭비를 초래할 수 있는 단점이 있다.

VI. 결론

본 논문에서는 이동 환경을 지원하기 위한 기법과 이를 바탕으로 원활한 멀티미디어 서비스를 받기 위한 기법을 제

안하였다. 이동 환경을 지원하기 위한 기법은 호스트에 이동성을 제공하는 기법으로서 새로운 프로토콜을 제안하는 이전의 연구들과 달리 본 논문에서는 IP 멀티캐스트의 기법을 활용하여 이동성을 지원하는 기법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 이동성 제공 기법은 이미 제공되고 있는 기법들을 확장하였기 때문에 네트워크 구성 요소들을 그대로 활용하기 때문에 적은 비용으로 적용이 가능하다. 또한 기본적으로 멀티캐스트 기법을 기반으로 하기 때문에 멀티미디어 응용에 적합한 멀티캐스트로의 확장이 용이하다.

특히, 본 논문에 제안된 기법은 원활한 멀티미디어 서비스를 위하여 이동성 제공 기법에서 발생하는 핸드오프 지연 요소를 최소화하기 위해 선가입 방법을 이용한 smooth 핸드오프 기법을 적용하였다. 즉, 무선 전파 중첩 영역에서의 여러 에이전트들로부터의 광고 메시지를 수신하여 호스트의 위치인식 및 이동 방향을 예측하고, 이를 기반으로 선가입을 수행함으로써 이동 시 발생하는 경로 재설정 지연을 최소화하였다.

또한, 본 논문에서 제안한 기법의 성능을 분석하기 위하여 제안된 기법을 NS-2에 확장하였다. NS-2를 이용한 실험결과에 의하면, 선가입을 이용하여 지연을 최소화한 제안된 기법이 Hawaii, Cellular IP 등의 이동성 제공 기법에 비해 다소 높은 성능을 보였다. 그러나 이동 호스트의 이동 시간에 따라 발생하는 선가입 채널을 위한 네트워크 자원의 낭비의 최소화는 향후 연구 과제로 남아 있다.

참고문헌

[1] J.Postel. Internet Protocol. RFC 791, 1981
 [2] DARPA Internet Program. Transmission Control Protocol. RFC 793, 1981
 [3] C.Perkins. IP Mobility Support. RFC 2002, 1996
 [4] C.Perkins. IP Encapsulation within IP. RFC 2003, 1996
 [5] A. T. Campbell, Gomez, J., Kim, S., Turanyi, Z., Wan, C-Y. and A. Valko "Comparison of IP Micro-Mobility Protocols", IEEE Wireless Communications Magazine, Vol.9, No.1, February 2002.

[6] A. T. Campbell and J. Gomez, "IP Micro-Mobility Protocols", ACM SIGMOBILE Mobile Computer and Communication Review (MC2R), 2001.
 [7] A. Campbell et al., "Cellular IP," Internet draft, draftietf-mobileip-cellularip-00, work in progress, Dec. 1999.
 [8] R. Ramjee et al., "IP micro-mobility Support using HAWAII," Internet draft, draft-ietf-mobileip-hawaii-00, work in progress, June 1999.
 [9] 박대우, "외부 이동단말의 접근제어를 위한 IP 프로토콜 설계 및 성능 개선에 관한 연구," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제9권제2호, pp41-48, 2004.
 [10] 김성곤, "전역 탐색 알고리즘을 이용한 이동 무선통신 네트워크의 최적화에 대한 연구," 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제9권제1호, pp87-93, 2004.
 [11] <http://comet.columbia.edu/micromobility>
 [12] <http://www.isi.edu/nsnam/ns>
 [13] 김정원, "끈김없는 멀티미디어 서비스를 위한 향상된 핸드오프 기법," 한국해양정보통신학회논문지, pp. 283-288, 제9권제2호, 2005.



저자 소개



김정원
 1995년 부산대학교 전자계산학과 (학사)
 1997년 부산대학교 대학원 전자계산학과 (석사)
 2000년 부산대학교 대학원 전자계산학과 (박사)
 2000년~2001년 기술신용보증기금 기술평가역(차장)
 2002년~현재 신라대학교 컴퓨터정보공학부 교수
 <관심분야> 내장형시스템, 멀티미디어, 운영체제