

무선 인터넷 망에서 링크 계층 정보를 이용한 마이크로 이동성 관리 기법

정희원 정 상 환*, 김 도 현**, 조 유 제***

Micro-mobility Management Scheme Using Link-layer Information in the Wireless Internet

Sang-Hwan Jung*, Do-Hyeon Kim**, You-Ze Cho*** *Regular Members*

요 약

차세대 이동 통신망 환경에 Mobile IP 방식을 적용하였을 경우 빈번히 발생하는 핸드오프로 인한 재등록 과정의 오버헤드 증가와 등록 시의 지연으로 인한 패킷 손실 증가 등의 마이크로 이동성(micro-mobility) 문제가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 이 문제의 해결을 위해 IP 기반 무선 액세스 망에서 마이크로 이동성을 효율적으로 지원하는 ANMM(Access Network Mobility Management) 방식을 제안한다. ANMM 방식은 액세스 망 내에서 노드가 이동할 때 발생하는 핸드오프 등록 과정을 액세스 망 자체적으로 처리하여 등록 지연과 시그널링 오버헤드를 감소시킨다. 또한 핸드오프 시의 무선 구간에서의 시그널링을 최소화하여 무선 자원의 낭비를 줄일 수 있다.

Key Words : 마이크로 이동성 관리, 핸드오프, Mobile IP

ABSTRACT

When the Mobile IP is applied for mobility management protocol in the next-generation mobile communication networks, it can cause a serious performance degradation called micro-mobility problem. In this paper, we propose ANMM(Access Network Mobility Management) to efficiently support micro-mobility in the IP-based wireless access network. The ANMM scheme can reduce the handoff latency and signaling overhead resulting in performance enhancement by managing the mobility of mobile nodes within access network.

I. 서 론

최근 인터넷 서비스의 확산과 더불어 무선기술이 발전함에 따라 이동 통신 환경에서의 무선 인터넷 서비스에 대한 요구가 늘어나고 있다. 노드의 접속 위치와 이동에 상관없이 무선 인터넷 서비스를 받기 위해서는 IP에 대한 이동성이 제공 되어야 하는데, 이동 통신 환경에서의 IP 이동성은 크게 매크로 이동성(macro-mobility)과 마이크로 이동성(micro-mobility)으로 나누어 생각할 수 있다. 매크로 이동성은 서로 다른 서브넷이나 액세스 망 간

의 이동을 말하며 일반적으로 자주 발생하지는 않는다. 마이크로 이동성은 동일한 서브넷이나 액세스 망 내에서 기지국 간의 이동을 말하며 상대적으로 발생 빈도가 높다.

현재 IP를 위한 이동성 지원의 표준은 Mobile IP 방식이며 매크로 이동성 지원에 적합하다 [1]. Mobile IP 방식에서는 노드가 이동하여 핸드오프가 발생할 때마다 홈 에이전트에 재등록해야 되는데, 홈 에이전트까지의 거리가 멀 경우에는 등록 지연이 커지게 된다. 따라서 Mobile IP 방식을 차세대 이동 통신 환경에 적용할 경우에는 빈번히 발생하

* LG 전자(illusion@palgong.knu.ac.kr), ** 천안대학교 정보통신학부 컴퓨터네트워크 연구실(dhkim@cheonan.ac.kr)

*** 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 통신망연구실(yzcho@ee.kyungpook.ac.kr)

논문번호 : 020101-0306, 접수일자 : 2002년 3월 6일

※본 연구는 정보통신부의 ITRC 사업과 한국전자통신연구원의 연구비 지원으로 수행되었음

는 핸드오프로 인한 재등록 과정의 오버헤드 증가와 등록 시의 지연으로 인한 패킷 손실 증가 등의 문제가 발생할 수 있는데, 이를 마이크로 이동성 문제라 한다.

이러한 차세대 이동 통신 환경에서의 마이크로 이동성 문제를 해결하기 위해 현재 IETF(Internet Engineering Task Force)를 통해 몇 가지 이동성 지원 방식들이 제안되고 있다. 제안된 마이크로 이동성 지원 방식들은 터널링(tunneling) 기법을 이용하는 방식과 호스트 기반 라우팅(host-based routing) 기법을 이용하는 방식으로 크게 나눌 수 있으며, 전자에 속하는 방식으로는 Regional Registration [2]와 Hierarchical FA [3] 그리고 TeleMIP [4] 등이 있으며, 후자에 속하는 방식으로는 Cellular IP[5-7], HAWAII(Handoff-Aware Wireless Access Internet Infrastructure) [8-10] 그리고 MER-TORA [11,12] 등이 있다.

그러나, 지금까지 제안된 Regional Registration이나 Cellular IP 등의 마이크로 이동성 지원 방식들에서는 노드가 하나의 액세스 망(또는 지역 도메인) 안에서의 이동할 경우 이동 노드가 주체가 되어 이동성을 관리한다. 즉 이동 노드가 액세스 망에서 방송하는 에이전트 광고 메시지(Agent Advertisement Message)를 전송받아 등록메시지를 전송하거나 주기적으로 자신의 위치 관리를 위한 메시지를 전송하여 자신의 이동성을 관리하는 방식이다. 하지만, 이러한 경우 에이전트 방송 주기나 위치 관리 메시지 전송 주기에 따라 위치 등록에 많은 시간이 소요될 수 있으며, 이로 인해 노드로 전송되는 데이터 패킷이 상당수 손실될 수 있다. 또한 이러한 이동 노드와 액세스 망 사이의 무선 구간을 통한 메시지 교환으로 무선 자원이 낭비될 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 마이크로 이동성을 효율적으로 지원하기 위한 새로운 방식으로 노드의 이동을 무선 액세스 망에서 자체적으로 관리하는 ANMM(Access Network Mobility Management) 방식을 제안한다. ANMM 방식에서는 액세스 망 내에서의 노드의 이동을 액세스 망 자체적으로 관리하기 위해 링크 계층의 핸드오프 정보와 터널링 기법을 이용하며, 이를 통해 핸드오프 시의 등록 지연과 신호 오버헤드 및 무선 자원의 낭비를 줄일 수 있다. 그리고, ANMM 방식에서는 기존의 Mobile IP를 이용하여 노드의 액세스 망 간 이동과 같은 매크로 이동성을 지원한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 2장에서는 마이크로 이동성을 효율적으로 지원하기 위해 제안된 ANMM 방식의 기본 개념, 망 구성 요소, 신호 절차 등에 대해 자세히 기술하고, 3장에서는 Mobile IP, Regional Registration 방식의 성능과 제안된 ANMM 방식의 성능을 시뮬레이션을 통해 비교 평가한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

II. 제안된 마이크로 이동성 지원 방식

1. ANMM의 기본 개념

ANMM 방식은 매크로 이동성 지원의 표준 기술인 Mobile IPv4 방식을 기본으로 하고 있다. 그림 1에서 보여지듯이 기본적인 Mobile IP 망의 액세스 부분은 외부 에이전트와 이동 노드로 구성되어 있으나, 향후의 차세대 이동 통신망 환경은 외부 에이전트와 이동 노드 사이에 IP 기반의 액세스 노드를 두어 액세스 망이 확장되는 형태로 진화할 것이다. 따라서, ANMM 방식의 기본 망 구조는 이동성 관리를 위해 홈 에이전트, 외부 에이전트의 기능을 포함하는 게이트웨이와 액세스 노드, 그리고 이동 노드로 구성된다. 여기서, 게이트웨이는 하나의 액세스 망을 담당하며, 액세스 노드는 액세스 망 내에서의 이동성을 자체적으로 관리하여 액세스 망 내에서의 노드의 빈번한 이동을 효과적으로 지원한다.

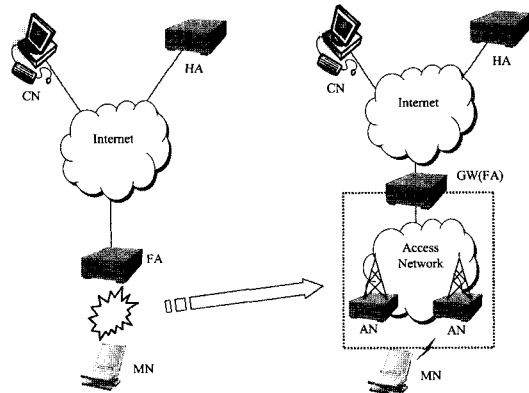


그림 1. ANMM 방식의 기본 개념

ANMM 방식에서는 노드의 이동성을 크게 두 가지로 나누어 관리한다. 무선 액세스 망 사이의 매크로 이동성은 기존의 Mobile IP 방식을 이용하여 관리하고, 무선 액세스 망 내에서의 마이크로 이동성은 ANMM 방식을 이용하여 관리한다.

ANMM 방식은 액세스 망 자체적인 이동성 관리를 위해 링크 계층 핸드오프 정보와 터널링 기법을 이용한다. 링크 계층의 핸드오프 정보는 액세스 망에서의 노드의 이동을 액세스 노드가 판단하고 이에 따른 등록 과정을 직접 수행하기 위해 필요하다. 이때 사용되는 링크 계층의 핸드오프 정보는 이동 노드 고유의 링크 계층 주소와 이전 액세스 노드의 ID이다. 링크 계층 핸드오프 정보는 IP 계층의 핸드오프 시작을 위한 트리거 역할을 하며, 이전 액세스 노드의 ID를 통해서 액세스 망 내에서의 이동인지 액세스 망 사이의 이동인지를 알아낼 수 있다. 이 정보를 통해 액세스 노드는 액세스 망 내에서의 이동일 경우 ANMM 등록 과정을 수행하며, 액세스 망 사이의 이동일 경우 Mobile IP 등록 과정을 수행한다. 또한, ANMM에서는 링크 계층 핸드오프 정보를 이용함으로써 자연스럽게 IP 계층의 빠른 핸드오프를 지원할 수 있다.

현재 여러 종류의 마이크로 이동성 지원 방식들이 제안되고 있지만, 이들은 Mobile IP 방식과의 연동을 위해 이동 노드의 수정을 요구한다. 하지만, ANMM 방식은 기존의 방식들과 달리 이동 노드의 수정없이 마이크로 이동성을 지원하며 동시에 Mobile IP 방식을 투명하게 지원할 수 있다. 또한, 액세스 망 내에서 이동할 때 발생하는 핸드오프 시의 등록 과정에서 외부 에이전트가 전송하는 에이전트 광고 메시지를 이동 노드가 수신하여 등록 메시지를 보내는 과정을 생략하고 액세스 망의 액세스 노드에서 게이트웨이로 이동 노드의 위치 등록을 바로 수행함으로써 핸드오프 시 발생하는 시그널링 오버헤드를 줄일 수 있다.

Mobile IPv4 방식에서는 이동성 지원을 위해 터널링 기법을 이용하는데, 이러한 터널링의 종단점으로 이용하는 주소가 COA(Care-of Address)이다. COA에는 외부 에이전트의 IP 주소인 FA COA와 이동 노드가 액세스 망에 접속하였을 경우 망에서 이동 노드에 부여하는 CCOA (Colocated Care-of Address)의 두 가지 종류가 있는데, ANMM 방식에서는 FA COA만을 고려한다. CCOA의 경우 터널링의 종단점이 이동 노드가 되는데, 이 경우 무선 구간에도 캡슐화된 패킷이 전송되므로 무선 자원의 낭비가 있을 수 있으므로 ANMM 방식에서는 CCOA는 고려하지 않는다.

링크 계층의 정보를 이용하는 기법에는 그 주체에 따라 mobile initiated와 network initiated의 두 가지가 방식이 있다^[13]. Mobile initiated 방식

은 이동 노드가 링크 계층 핸드오프 트리거를 받는 경우를 말하는데, 이때에는 이동 노드가 에이전트 요청 메시지를 외부 에이전트로 전송하여 에이전트 광고 메시지 전송을 요구하게 된다. Network initiated 방식의 경우에는 외부 에이전트가 링크 계층 핸드오프 트리거를 받으며 이 트리거에 의해 에이전트 광고 메시지를 전송하여 이동 노드의 등록을 유도하며, 에이전트 요청 메시지를 전송하지 않으므로 mobile initiated 방식보다 등록 지연이 줄어든다. 따라서 ANMM 방식에서는 network initiated 방식을 이용하는 것으로 가정한다.

2. 망 구성 요소

ANMM 방식에는 이동성을 지원하기 위해 새로운 구성 요소로 액세스 노드와 게이트웨이가 정의되었다. 액세스 노드는 기본적으로 라우터의 기능을 수행하며, 여기에 ANMM 방식을 지원하기 위한 기능과 무선 인터페이스를 추가한 요소이다. 또한, 게이트웨이는 Mobile IP 방식의 외부 에이전트의 기능을 확장한 것으로 여기에도 ANMM 방식을 지원하기 위한 기능이 추가되었다.

2.1 액세스 노드

액세스 노드는 이동 통신망의 기지국과 같이 무선 구간과 유선 구간을 연결해 주는 기능을 수행하는데, 이동 노드와 액세스 망을 연결하는 무선 액세스 포인트 역할을 한다. 또한, 액세스 망 내에서의 이동 노드의 이동성을 지원하기 위해 외부 에이전트의 일부 기능을 수행한다. Mobile IP 방식에서는 외부 에이전트가 주기적으로 에이전트 광고 메시지를 무선 인터페이스를 통해 방송하며, 이를 통해 이동 노드는 이동성을 판단하게 된다. ANMM 방식에서는 액세스 노드가 에이전트 광고 메시지를 방송하는데, 이때 방송되는 COA는 게이트웨이의 외부 인터넷으로 연결되는 주소이다. 액세스 노드의 IP 계층은 액세스 망 자체적인 이동성 지원을 위해 링크 계층 핸드오프 정보를 이용한다. 링크 계층에서 전달된 이전 액세스 노드의 ID 정보를 이용하여 이동 노드의 이동이 액세스 망 내에서의 이동인지 액세스 망 사이의 이동인지를 판단하고, 액세스 망 내에서의 이동일 경우 ANMM 등록을 수행하며, 액세스 망 사이의 이동일 경우에는 에이전트 광고 메시지를 방송하여 이동 노드가 Mobile IP 등록을 수행 하도록 유도한다. 또한, 액세스 노드에서는 이동 노드의 이동성을 관리하기 위해 ANMM 등록

리스트를 유지 관리한다.

2.2 게이트웨이

게이트웨이는 액세스 망을 인터넷과 연결시키고 이동성 관리를 위한 기능을 수행한다. 이는 외부 에이전트의 기능을 확장한 것으로 기본적으로 매크로 이동성 관리를 위한 Mobile IP 방식을 지원하며, 동시에 마이크로 이동성 관리를 위해 ANMM 방식도 지원한다. 이동성 관리를 위한 ANMM 등록 리스트는 Mobile IP 등록 리스트를 확장하여 사용하며 동시에 두 개의 방식을 모두 지원할 수 있다. 게이트웨이는 Mobile IP 등록 메시지를 홈 에이전트로 투명하게 전달하지만, ANMM 등록 메시지는 자신이 처리한다. 또한, 이동 노드로 전송되는 데이터 패킷을 액세스 망 내의 지역적 터널을 이용하여 액세스 노드로 전송한다.

3. 망 구조

그림 2는 ANMM 방식이 적용된 기본적인 망 구조를 보여주고 있다. ANMM 방식의 망 구조는 기본적으로 Mobile IP 방식의 망 구조에 바탕을 두고 있는데, 외부 에이전트와 이동 노드 사이에 무선 액세스 망을 도입하여 망 구조를 확장하였다.

무선 액세스 망은 액세스 노드와 게이트웨이의 이동성 관리 요소와 망 내부에서의 패킷 전송을 위한 라우터로 구성된다. 무선 인터페이스를 가진 액세스 노드는 망의 경계에 위치하며 이동 노드를 액세스 망과 연결시켜 주는 액세스 포인트 기능과 마이크로 이동성 관리 기능을 수행한다. 게이트웨이는 액세스 망과 인터넷 사이에 위치하며 인터넷과 연결을 위한 인터페이스를 제공한다. 또한, 게이트웨이는 Mobile IP 방식과 ANMM 방식을 모두 지원해 매크로 이동성 관리와 마이크로 이동성 관리를 동시에 수행한다.

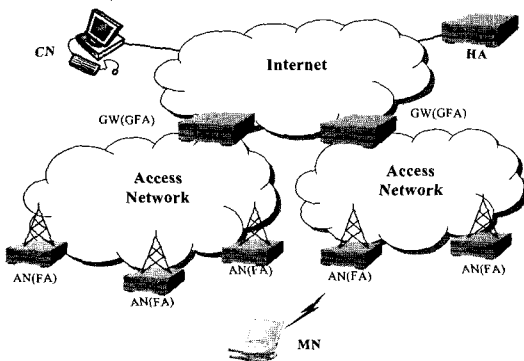


그림 2. ANMM 방식을 위한 기본적인 망 구조

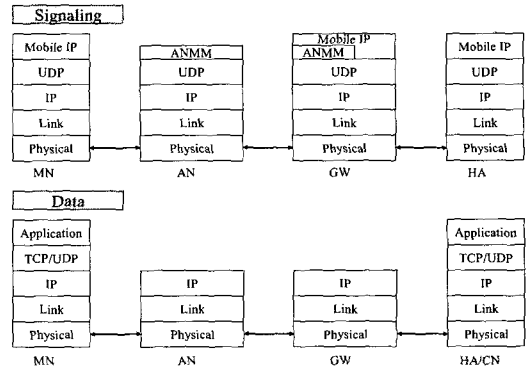


그림 3. ANMM 방식의 프로토콜 스택

4. 프로토콜 구조

그림 3은 ANMM 방식을 위한 시그널링 평면과 데이터 평면의 프로토콜 스택을 보여주고 있다. 시그널링 평면의 프로토콜 스택을 Mobile IPv4 방식과 비교하여 살펴보면 이동 노드와 홈 에이전트는 아무런 변화없이 동일하다. 즉, 이동 노드와 홈 에이전트는 액세스 망의 ANMM 방식과 상관없이 동작하게 된다. ANMM 방식을 위해 추가된 요소인 액세스 노드에는 ANMM 기능이 UDP 상위에 위치하게 된다. 게이트웨이에는 Mobile IP와 ANMM 방식을 동시에 지원하기 위해 두 개의 기능이 모두 존재하는데, Mobile IP의 부 계층으로 ANMM 기능이 위치한다. 데이터 평면의 프로토콜 스택은 게이트웨이에서 액세스 노드로 지역적 터널링이 일어나는 것을 제외하고는 Mobile IP 방식과 동일하다.

5. 핸드오프 및 등록 과정

ANMM 방식의 등록 과정은 액세스 망 사이의 매크로 이동성을 지원하기 위한 Mobile IPv4 등록 과정과 액세스 망 내에서의 마이크로 이동성을 지원하기 위한 ANMM 등록 과정의 두 가지로 나누어 볼 수 있으며 핸드오프와 밀접한 관련이 있다. 핸드오프로 인한 등록 과정은 새로운 액세스 노드가 주도하며, 이를 위해 링크 계층의 핸드오프 정보를 이용한다. 액세스 노드가 전송하는 에이전트 광고 메시지의 COA는 게이트웨이의 IP 주소이며, 동일한 게이트웨이 아래의 액세스 노드들이 방송하는 COA는 모두 동일한 주소를 갖는다. 이로 인해 노드는 액세스 망 내에서의 이동을 감지하지 못하게 된다.

노드가 이동하여 새로운 액세스 노드로 핸드오프할 경우 먼저 링크 계층의 핸드오프가 실행된다. 핸드오프가 완료되고 나면 링크 계층은 이전 액세스 노드의 ID 정보, 이동 노드의 고유한 링크 계층 주

소 등의 핸드오프 관련 정보를 IP 계층으로 전달한다. 새로운 액세스 노드는 이전 액세스 노드의 ID를 이용하여 이동 노드의 이동이 액세스 망 내에서의 이동인지 액세스 망 사이의 이동인지를 알아낼 수 있다. 액세스 망 사이의 핸드오프 시에는 일반적인 Mobile IP 등록 과정을 거치며, 액세스 망 내의 핸드오프 시에는 ANMM 등록 과정을 거친다. 액세스 망 내에서의 자체적인 등록을 위해 기존의 Mobile IP 등록 메시지와 다른 ANMM 등록 메시지(ANMM Registration Message)가 새로이 도입되었다.

5.1 무선 액세스 망 사이의 핸드오프 시 Mobile IP 등록 과정

링크 계층 핸드오프 발생으로 전달되는 이전 액세스 노드의 ID를 확인하여 자신의 액세스 망에 속한 액세스 노드가 아니라고 판단되는 경우는 노드가 다른 액세스 망으로부터 이동한 것이므로 새로운 액세스 노드는 에이전트 광고 메시지를 전송하여 이동 노드의 Mobile IPv4 등록을 유도한다. 이동 노드가 전송한 Mobile IP 등록 메시지는 액세스 노드와 게이트웨이를 통해 일반적인 Mobile IP 등록 과정을 거치게 되는데, 이때 액세스 노드와 게이트웨이에는 이동 노드를 위한 ANMM 등록 리스트가 생성되게 된다. ANMM 등록 리스트는 액세스 노드의 경우 새로운 것이나, 게이트웨이의 경우에는 기존의 Mobile IP 등록 리스트를 확장하여 구현될 수 있다.

등록 리스트는 ANMM 등록 시 이동 노드의 IP 주소를 알아낼 수 있도록 하기 위해 이동 노드의 링크 계층 주소도 유지 관리한다. 링크 계층 주소의 관리를 위해 Mobile IP 등록 요청 메시지 전송 시 액세스 노드에서 등록 메시지의 확장 필드에 ANMM을 위해 새로 도입된 ANMM 확장(ANMM extension)을 삽입하여 게이트웨이로 전송한다. 게이트웨이는 ANMM 확장을 확인하여 이동 노드의 링크 계층 주소를 유지 관리하며, 홈 에이전트로 등록 메시지를 중계할 때에는 ANMM 확장을 삭제한 원래의 등록 메시지를 전송하게 된다.

그림 4는 액세스 망 사이의 이동 시의 Mobile IP 등록 과정을 보여준다. ANMM 방식을 위해 확장된 액세스 노드와 게이트웨이의 ANMM 등록 리스트 수정을 위한 부분과 링크 계층 정보의 전송을 제외한 기본적인 등록 과정은 기존의 Mobile IP 등록 과정과 동일하다. Mobile IP 등록 과정을 살

펴보면 다음과 같다.

- ① [MN↔AN] : 링크 계층 핸드오프 수행
- ② [AN] : 링크 계층 핸드오프 완료 후 핸드오프 정보(이전 AN의 ID, MN의 링크 계층 주소)를 IP 계층으로 알려줌
- ③ [AN→MN] : 링크 계층에서 전달된 이전 AN의 ID를 통해 액세스 망 사이의 핸드오프를 확인하고 에이전트 광고 메시지를 MN로 전송
- ④ [MN→AN] : 광고 메시지의 GW COA 변화로 핸드오프를 인지한 MN는 Mobile IP 등록 요청 메시지를 전송
- ⑤ [AN→GW] : MN가 전송한 Mobile IP 등록 요청 메시지의 이동성 정보를 임시로 저장한 다음 ANMM 확장을 추가하여 GW로 전송
- ⑥ [GW→HA] : AN이 중계한 Mobile IP 등록 요청 메시지에서 이동성 정보를 확인하여 임시로 저장한 다음 ANMM 확장을 제거하고 HA로 전송
- ⑦ [HA→GW] : MN의 Mobile IP 등록 요청 메시지를 처리하여 MN의 이동성 정보를 Mobile IP 등록 리스트에 추가/수정하고, 등록 응답 메시지를 GW로 전송
- ⑧ [GW→AN] : HA가 전송한 Mobile IP 등록 응답 메시지를 수신하면 자신의 ANMM 등록 리스트에 MN의 이동성 정보를 추가/수정하고, AN으로 메시지 중계
- ⑨ [AN→MN] : GW가 중계한 Mobile IP 등록 응답 메시지를 수신 시 자신의 ANMM 등록 리스트에 MN의 이동성 정보를 추가하고, MN로 메시지 중계
- ⑩ [MN] : 액세스 망 사이의 핸드오프에 따른 Mobile IP 등록 과정 완료

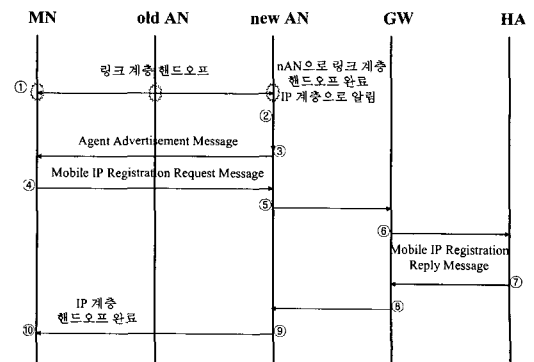


그림 4. 무선 액세스 망간에 이동할 경우의 Mobile IP 등록 과정

5.2 무선 액세스 망 내에서의 핸드오프 시 ANMM 등록 과정

링크 계층 핸드오프 발생으로 전달되는 이전 액세스 노드의 ID를 확인하여 자신의 액세스 망에 속한 액세스 노드라고 판단되는 경우에는 노드가 액세스 망 내에서 이동한 것이므로 ANMM 등록을 수행한다. ANMM 등록의 경우에는 이동 노드로의 핸드오프 관련 메시지 전송이 전혀 없으며, 액세스 망 내에서 자체적으로 노드의 이동성을 관리한다. 또한, ANMM 등록 리스트는 Mobile IP 등록 리스트와 마찬가지로 소프트웨어 상태로 관리되는데 이를 위한 시그널링은 따로 없으며 Mobile IP 등록 리스트를 유지하기 위한 바인딩 업데이트 메시지 (Binding Update Message)를 이용하여 유지 관리한다. 따라서, 리스트 유지를 위한 새로운 메시지가 없어 망의 오버헤드를 줄일 수 있다.

그림 5는 마이크로 이동 시의 ANMM 등록 과정을 보여준다. ANMM 등록 과정은 기존의 마이크로 이동성 지원 방식들과 달리 이동 노드가 아니라 액세스 노드가 등록을 주도 한다. 즉, 이동성 관리를 위해 이동 노드가 등록 메시지를 생성 전송하는 것이 아니라 액세스 노드가 등록 메시지를 생성하여 게이트웨이로 전송한다. 핸드오프 시 새로운 액세스 노드는 이동 노드의 IP 주소를 알지 못한다. 하지만 액세스 노드는 이동 노드의 링크 계층 주소는 알 수 있으며 이를 통해 이동 노드의 IP 주소를 알아 낼 수 있다. 이는 게이트웨이의 ANMM 등록 리스트가 이동 노드의 IP 주소와 링크 계층 주소를 동시에 유지 관리함으로써 가능하다. ANMM 등록 과정을 살펴보면 다음과 같다.

- ① [MN↔AN] : 링크 계층 핸드오프 수행
- ② [AN] : 링크 계층 핸드오프 완료 정보(이전 AN의 ID, MN의 링크 계층 주소)를 IP 계층으로 알려줌
- ③ [AN→GW] : 링크 계층에서 전달된 이전 AN의 ID를 통해 액세스 망 안에서의 핸드오프를 확인하고 ANMM 등록 요청 메시지에 MN의 링크 계층 주소를 실어 전송
- ④ [GW] : ANMM 등록 요청 메시지를 수신한 GW는 ANMM 등록 리스트를 살펴보고 링크 계층 주소에 일치하는 MN의 이동성 정보를 수정하여 GW에서 AN으로의 데이터 전송을 위한 터널의 중단점을 이전 AN

에서 새로운 AN으로 수정하여 등록

- ⑤ [GW→AN] : 등록이 완료되면 GW는 ANMM 등록 응답 메시지에 MN의 링크 계층 주소와 IP 주소를 실어 AN으로 전송
- ⑥ [AN] : ANMM 등록 응답 메시지를 수신한 AN은 MN의 정보를 자신의 ANMM 등록 리스트에 추가

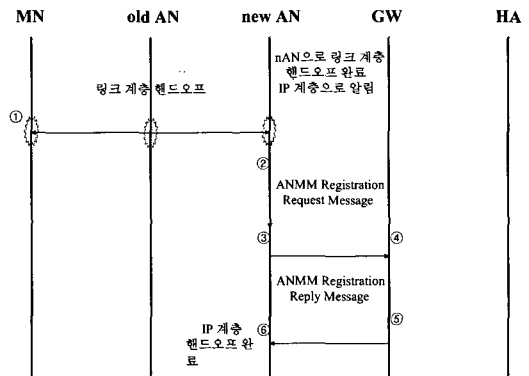


그림 5. 무선 액세스 망내 이동할 경우의 ANMM 등록 과정

5.3 핸드오프 시나리오

그림 6은 노드가 이동할 경우에 발생하는 핸드오프 과정의 예를 보여주고 있다. 노드가 이동하여 외부 액세스 망의 AN1이 서비스하는 영역으로 들어가면 먼저 링크 계층의 핸드오프가 발생하게 된다. 이때의 핸드오프 정보는 AN1의 IP 계층으로 전달되며 이를 통해 외부 망으로의 핸드오프 사실을 알게 된 IP 계층은 에이전트 광고 메시지를 전송하여 Mobile IP 등록을 유도 하게 된다. 광고 메시지를 받은 이동 노드는 Mobile IP 등록 메시지를 AN1과 GW1을 거쳐 HA로 전송하게 되는데, AN1에서는 ANMM을 위한 ANMM 확장을 Mobile IP 등록 메시지에 추가하여 전송하며 GW1에서는 이를 제거한 원래의 Mobile IP 등록 메시지를 HA로 전송하게 된다. 이 과정에서 AN1과 GW1에는 노드에 대한 이동성 정보가 임시로 저장되며 HA에는 ①과 같은 이동 노드를 위한 터널링 정보가 Mobile IP 등록 리스트에 삽입된다. 등록을 마친 HA는 Mobile IP 등록 응답 메시지를 전송하는데, GW1과 AN1을 지나면서 노드의 이동성 정보가 ②와 ③과 같이 각각의 ANMM 등록 리스트에 삽입되며, 최종적으로 이동 노드로 전송되어 Mobile IP 등록 과정이 완료된다.

노드가 계속 이동하여 AN2로 핸드오프 하였을 경우에는 AN2에서 방송되는 에이전트 광고 메시지의 COA가 2.1로 AN1과 동일하므로 노드는 이동

사실을 모르게 된다. 다만, AN2는 링크 계층의 핸드오프 정보를 이용하여 핸드오프 사실을 알게 되는데, 이때 이동 노드의 링크 계층 주소를 포함한 ANMM 등록 메시지를 GW1로 전송한다. 이를 전해 받은 GW1은 자신의 ANMM 등록 리스트를 살펴 전송 받은 등록 메시지의 링크 계층 주소와 동일한 항목을 찾아 ④와 같이 ANMM 등록 리스트를 수정한다. 이 수정으로 이동 노드로 데이터를 전송하기 위한 터널의 종단점이 AN1의 주소인 4.2에서 AN2의 주소인 4.3으로 변경되며, 노드의 이동이 액세스 망 자체적으로 관리된다. 리스트 수정 후 GW1은 이동 노드의 IP 주소를 포함한 ANMM 등록 응답 메시지를 AN2로 전송하며 이를 수신한 AN2는 ⑤와 같이 자신의 ANMM 등록 리스트에 노드의 이동성 정보를 삽입하여 등록을 완료한다.

계속된 노드의 이동으로 AN3이 서비스 하는 영역으로 핸드오프 할 경우 AN3은 링크 계층에서 전송되는 이전 AN의 ID를 이용하여 다른 액세스 망에서 이동한 것을 감지하게 되고, 이에 따라 에이전트 광고 메시지를 전송하여 노드의 Mobile IP 등록을 유도하게 된다. 광고 메시지를 수신한 이동 노드는 메시지 내의 COA의 변화로 이동을 감지하게 되고, Mobile IP 등록 메시지를 AN3과 GW2를 통해 HA로 전송하여 Mobile IP 등록을 수행한다. 이 과정에서 HA, GW2, AN3에는 이동성 정보가 ⑥, ⑦, ⑧과 같이 각각의 등록 리스트에 삽입되게 된다.

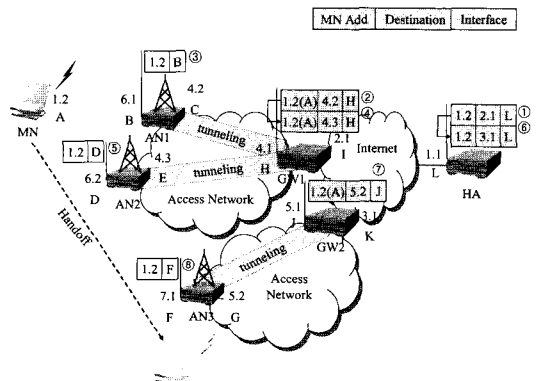


그림 6. ANMM 방식의 핸드오프 예

III. 성능 분석

1. 시뮬레이션 환경

그림 7은 기본적인 Mobile IPv4, Regional Registration, ANMM을 동일한 망 구조에서 시뮬레이션 하기 위해 이들 방식 모두를 통합하여 적용할 수 있는 망 환경을 보여주고 있다. 그림에서 GW와 AN은 적용되는 이동성 지원 방식에 따라 GFA나 FA등의 다른 기능 요소로 대체된다. 또한, intra-handoff는 동일 액세스 망 내에 있는 액세스 노드들 사이의 핸드오프를 의미하며, inter-handoff는 한 액세스 망의 액세스 노드와 다른 액세스 망의 액세스 노드 사이의 핸드오프를 의미한다.

제안된 ANMM 방식의 경우 액세스 망 자체적인 이동성 지원을 위해 링크 계층의 핸드오프 정보를 사용하므로 자연스럽게 빠른 핸드오프가 지원되는데 동일한 환경에서의 비교를 위해 기존의 Mobile IPv4와 Regional Registration 방식에도 ANMM 방식에 적용된 링크 계층 정보를 이용한 빠른 핸드오프 기법을 적용하여 동일한 조건하에서 성능을 분석한다. 또한, 하드 핸드오프를 가정하며, 시뮬레이션에 사용될 전송 지연과 패킷 전송 속도는 아래의 표 1과 같이 가정한다.

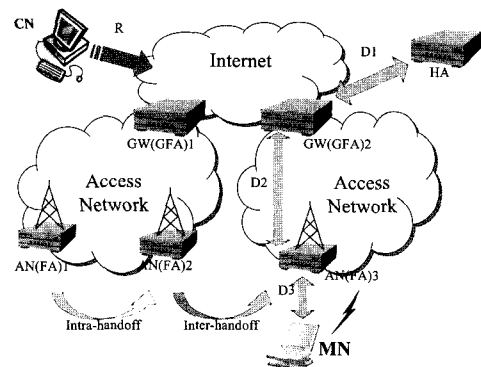


그림 7. 시뮬레이션을 위한 망 환경

표 1. 시뮬레이션에 사용된 파라미터 및 값

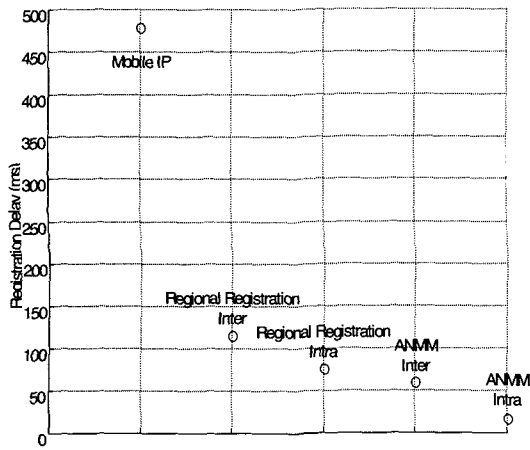
파라미터	의미	값
D1	GW와 HA 사이의 전송 지연	200ms
D2	GW와 AN 사이의 전송 지연	10ms
D3	AN와 MN 사이의 무선 전송 지연	20ms
R	CN에서 전송되는 테스트 패킷의 전송 속도	50 packets/sec

2. 이동성 지원 방식들의 성능 비교

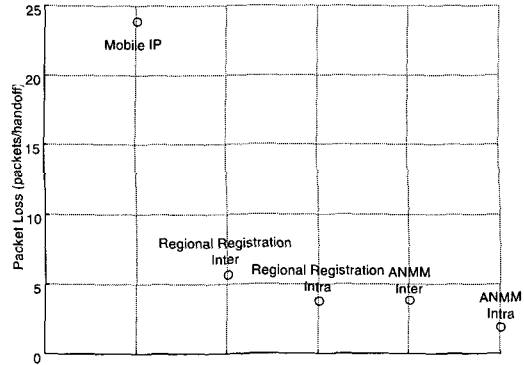
그림 8과 그림 9는 이동성 지원 방식들의 성능을 시뮬레이션을 통해 비교하였다. 이들 그림에서 inter

는 inter-handoff와 intra-handoff의 비가 1:10 정도인 경우를 나타내며, intra는 노드의 이동이 단일 액세스 망 내로 제한되는 경우를 나타낸다.

그림 8은 등록 지연과 패킷 손실 측면에서의 이동성 지원 방식들의 성능을 보여준다. 등록 지연에서는 마이크로 이동성을 지원하는 ANMM과 Regional Registration 방식이 Mobile IP 방식보다 월등한 성능을 보였다. Mobile IP 방식의 경우 액세스 망 내에서 노드가 이동할 경우에도 HA까지 직접 등록을 수행하여 핸드오프 시 등록 지연이 커지게 된다. 하지만 Regional Registration이나 ANMM 방식의 경우에는 액세스 망 내에서의 노드의 이동 시 GFA나 GW로 지역적 등록을 수행함으로써 핸드오프 시의 등록 지연을 줄일 수 있다. 특히 ANMM 방식의 경우에는 액세스 망 자체적인 등록을 통해 Regional Registration 방식보다 등록 지연을 더 줄일 수 있다. Mobile IP가 480ms 정도의 등록 지연을 보이는 반면 ANMM과 Regional Registration 방식은 120ms 이하의 등록 지연을 나타내고 있으며, 더불어 패킷 손실에서도 성능이 크게 향상되고 있다. Inter의 경우는 액세스 망 사이의 이동이 발생 할 수 있는데 이때에는 Mobile IP 등록을 수행하게 되어 intra의 경우 보다 등록 지연이 증가 할 수 밖에 없다. 따라서, inter의 경우가 intra의 경우보다 성능이 떨어지게 된다. ANMM 방식의 경우 inter의 경우가 Regional Registration 방식의 가장 좋은 성능을 나타내는 intra의 경우와 비슷한 성능을 나타낸다.



(a) 핸드오프 시 등록 지연



(b) 핸드오프 시 패킷 손실
그림 8. 이동성 지원 방식들의 등록 지연과 패킷 손실

등록 지연과 패킷 손실은 모든 경우 거의 이동성에 영향을 받지 않는다. 이동성은 핸드오프가 얼마나 자주 발생하는지를 나타내는 것으로 핸드오프 시의 등록 지연과 그에 따른 패킷 손실과는 관계가 없으나, 수율(throughput)에는 밀접한 관계가 있다. 그림 9에서 보여지듯이 이동성이 클수록 핸드오프가 자주 발생함으로써 수율이 크게 저하되는데, Mobile IP 방식의 경우 이동성이 증가할수록 급격하게 수율이 감소한다. 반면, Regional Registration이나 ANMM 방식의 경우에는 이동성이 증가하더라도 수율이 완만하게 감소하여 Mobile IP 방식에 비해 크게 개선된 성능을 나타내고 있다. 마이크로 이동성 지원 방식인 ANMM과 Regional Registration의 수율을 비교해보면 ANMM 방식이 조금 더 우수한 성능을 보인다. Inter의 경우가 intra 경우보다 수율이 조금 떨어지는데 ANMM 방식의 inter 수율이 Regional Registration 방식의 intra 수율과 비슷한 성능을 보여주고 있다.

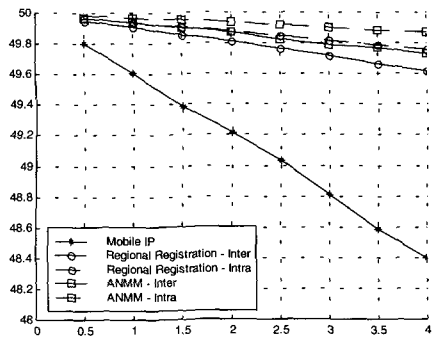


그림 9. 이동성 지원 방식들의 수율

IV. 결 론

본 논문에서는 차세대 이동 통신망 환경에 Mobile IP 방식이 적용되었을 경우 빈번한 핸드오프로 인해 발생할 수 있는 마이크로 이동성 문제를 해결하기 위해 ANMM 방식을 제안한다. ANMM 방식은 노드가 액세스 망 내에서 이동할 때 발생하는 핸드오프로 인한 등록 과정을 링크 계층의 핸드오프 정보와 터널링을 이용하여 액세스 망 자체적으로 처리한다. 노드가 새로운 액세스 노드로 이동하였을 경우 등록을 이동 노드가 아닌 액세스 노드가 주도 함으로써 등록 메시지로 인한 무선 구간의 낭비를 막고 무선 구간의 등록 패킷 전송으로 인한 지연을 없애 성능 향상을 이루고 망 자원의 효율성을 높일 수 있다. 또한, 액세스 망 자체적인 이동성 관리를 위해 사용되는 링크 계층 핸드오프 정보를 통해 빠른 핸드오프를 자연스럽게 지원하며, 이를 통해 핸드오프가 일어난 후부터 등록을 수행하기까지의 지연을 줄여 핸드오프 시 성능 저하를 막을 수 있다.

참 고 문 헌

[1] C. E. Perkins, "IP Mobility Support," RFC 2002, Oct. 1996.

[2] E. Gustafsson et al., "Mobile IP Regional Registration," Internet Draft, <draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-04.txt>, Mar. 2001.

[3] C. Perkins, "Mobile-IP Local Registration with Hierarchical Foreign Agents," Internet Draft, <draft-perkins -mobileip-hierfa-00.txt>, Feb. 1996.

[4] S. Das et al., "TeleMIP: Telecommunication Enhanced Mobile IP Architecture for Fast Intra-Domain Mobility," IEEE Personal Communications, pp. 50-58, Aug. 2000.

[5] A. Valko, A. Campbell and J. Gomez, "Cellular IP," Internet Draft, <draft-valko-cellularip-01.txt>, Oct. 1999.

[6] A. Valko, "Cellular IP: A New Approach to Internet Host Mobility," ACM Computer Communication Review, Vol. 29, No. 1, Jan. 1999.

[7] A. Valko, J Gomez, S. Kim, and A.

Campbell "Performance of Cellular IP Access Network," Internet Draft, <draft-valko-cellularip-01.txt>, Oct. 1999.

[8] R. Ramjee et al., "IP Micro-Mobility Support using HAWAII," Internet Draft, <draft-ietf-mobileip-hawaii-01.txt>, Jul. 2000.

[9] R. Ramjee et al., "HAWAII: A Domain-based Approach for Supporting Mobility in Wide Area Wireless Networks," Proc. IEEE ICNP' 99, Nov. 1999.

[10] R. Ramjee, T. Porta, and L. Li, "Paging Support for IP Mobility Using HAWAII," Internet Draft, <draft-ietf-mobileip-paging-hawaii-01.txt>, Jan. 2000.

[11] A. O' Neill et al., "Edge Mobility Architecture," Internet Draft, <draft-oneill-ema-02.txt>, July 2000.

[12] V. Park and S. Corson, "Temporally-Ordered Routing Algorithm(TORA)," Internet Draft, <draft-ietf-manet-tora-spec-03.txt>, Nov. 2000.

[13] K. E. Malki et al., "Low Latency Handoff Mobile IPv4," Internet Draft <draft-ietf-mobileip-lowlatency-handoffs-v4-01.txt>, May 2001.

