무선 인터넷에서 마이크로 이동성 관리 기술

김 도 현* 안 병 구** 진 현 수***

◈ 목 차 ◈

1. 서 론
2. Mobile IP 개선 방안
3. 호스트 기반 라우팅
4. 결 론

1. 서 론

최근 이동 통신망에서 인터넷 서비스를 제공하기 위한 무선 인터넷이 대두되고 있다. 이에 따라 인터넷에도 추가적으로 이동성을 지원하도록 요구하고 있는데 이는 IP의 이동성으로 가능해질 것이다. 이러한 IP의 이동성을 제공하기 위한 표준으로 Mobile IP는 인터넷 상에서 단말기가 다른 부분망으로 이동하더라도 단말기에 대한 IP 주소의 재설정 없이도 연속적으로 패킷을 교환할 수 있는 프로토콜이다[1]. Mobile-IP는 현재의 IP 프로토콜에서 계층적인 주소체계를 사용하기 때문에 단말기가 다른 부분망으로 이동할 경우 패킷을 이동한 위치로 전달할 수 없는 문제점을 해결하기 위해 IETF(Internet Engineering Task Force)에 제시되었다. 이에 따라 IETF에서는 1992년 6월 Mobile-IP WG(Working Group)을 결성하여 인터넷에서 단말기의 이동성을 지원하기 위한 프로토콜에 대한 표준화를 진행하고 있다.

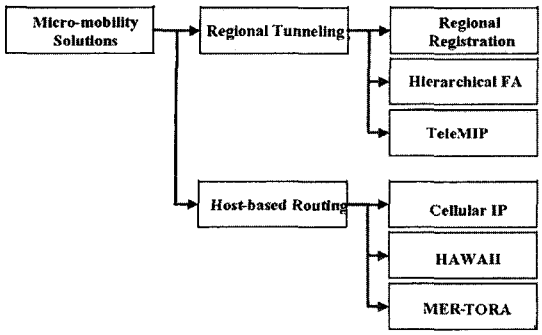
IP의 이동성을 제공하는 차세대 이동 통신망에서의 사용자 이동성은 크게 매크로 이동성과 마이크로 이동성으로 나누어 생각할 수 있다. 매크로 이동성은 서로 다른 서브넷이나 액세스 망 간의 이동을 말하며 일반적으로 자주 발생하지는 않는다. 하지만 마이크로 이동성은 동일한 서브넷이나 액세스 망 안에서 기지국간의 이동을 말하며 빈번히 발생할 수 있다.

Mobile IP는 이러한 셀룰러망 환경에 적용하는 것을 고려하지 않고 주로 매크로 이동성 지원에 초점을 맞추어 제안되었다. 그러나, 셀룰러망을 통한 무선 인터넷 서비스를 위해 IP 이동성 지원 프로토콜인 Mobile IP를 셀룰러망에 도입하게 되었다. 현재 셀룰러망 환경에서 IP의 이동성 지원을 위해 기본적으로 Mobile IP를 사용하여 매크로 이동성을 지원하면서, 마이크로 이동성을 효과적으로 제공할 수 있는 방안에 대하여 활발한 연구가 진행 중이다.

현재까지 제안된 마이크로 이동성을 지원하는 방안들이 공통적으로 제시하는 문제점 해결 기법은 액세스 망 안에서의 이동성을 별도로 관리하여 이동성 지원의 효율을 높이자는 것이다. 즉 액세스 망 안에서 이동은 망 안에서 자체적으로 관리한다는 것이다. 제안된 방안들은 망 안에서의 이동성 관리 방법에 따라 기본적 Mobile IP 기법인 터널링을 이용하는 지역적 터널링 방식과 호스트 기반 라우팅 기법을 이용하는 방식으로 나눌 수 있다. 그림 1은 이러한 마이크로 이동성 지원 기술을 보여주고 있다.

본 고에서는 무선 인터넷 환경에서 이동성을 지원하는 마이크로 이동성 관리 기술들에 대해 고찰하고자 한다. 이를 위해 먼저 마이크로 이동성 지원을 위한 Mobile IP를 개선한 지역적 터널링과 빠른 핸드오프(fast handoff) 방안에 대해 살펴보고, 성능을 비교 평가한다. 또한, Cellular IP, HAWAII(Handoff-Aware Wireless Access Internet Infrastructure), EMA(Enhanced Mobility

* 천안대학교 정보통신공학부 조교수
** 홍익대학교 전자·전기·컴퓨터공학부 교수
*** 천안대학교 정보통신학부 조교수



(그림 1) 대표적인 마이크로 이동성 지원 기술

Architecture) 등의 호스트 기반 라우팅 기법을 이용하는 방안에 대하여 고찰하고 비교 분석한다.

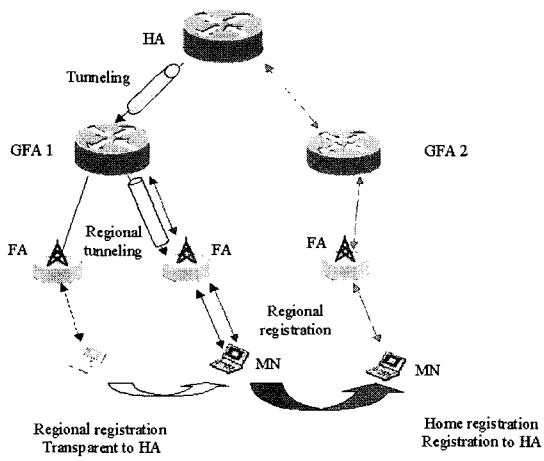
2. Mobile IP 개선 방안

마이크로 이동성을 지원하기 위해 Mobile IP의 단점을 보완하여 제안된 지역적 터널링과 빠른 핸드오프 방안 등이 있다.

2.1 지역적 터널링

Mobile IP를 사용할 때 이동 노드는 홈 네트워크를 떠나 방문 네트워크로 이동하면 자신의 COA(Care-of Address)를 HA(Home Agent)에 등록한다. 만약 이동 노드의 방문 네트워크와 홈 네트워크간의 거리가 멀면 등록을 위한 신호의 처리에 많은 시간이 걸리게 된다. 또 많은 이동 노드가 이동을 처리하기 위해 신호를 전달하면 네트워크에 많은 부하를 줄 수 있다. 그래서, 네트워크를 지나가는 등록 메시지로 인한 지연을 줄이기 위하여 방문 영역 내에서의 이동은 영역 내에서 처리하는 기법을 제안되었다. 여기에서는 방문 네트워크에 지역적으로 등록하는 지역적 등록 방안에 대해 설명한다. 이렇게 처리함으로써, 자주 일어나는 지역적 등록은 홈 네트워크로 가는 등록 신호를 줄여주므로 먼 거리에 있는 HA까지의 왕복시간만큼의 지연을 줄일 수 있다. 이러한 방식은 또한 지역적 터널링(Tunneling) 기법이라고도 불린다.

지역적 터널링에서 영역 내부로 들어오는 라우터를 게이트웨이 FA(GFA) 혹은 게이트웨이 라우터라고 한다.

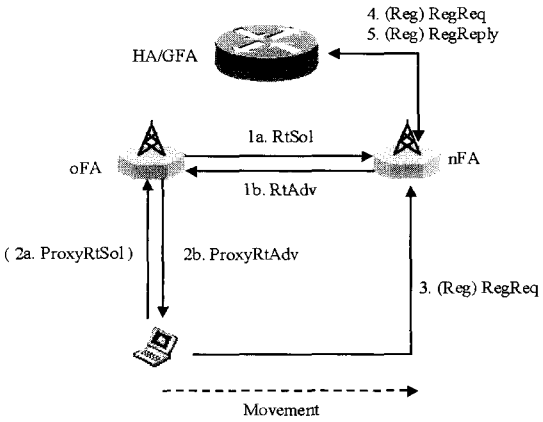


(그림 2) 지역적 등록의 터널링 동작

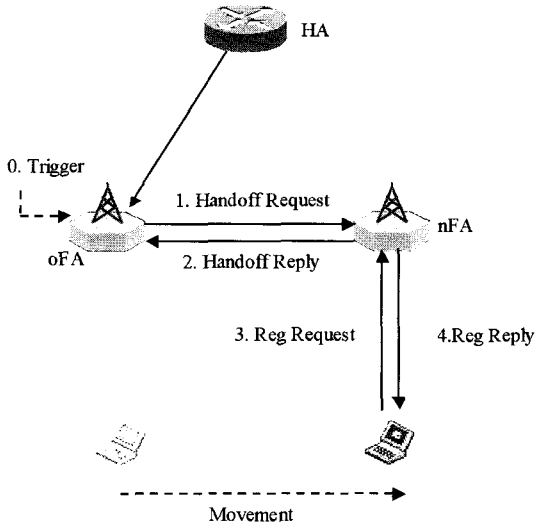
게이트웨이 라우터의 하부에 많은 지역적인 FA (RFA)를 가지는 구조이다. 영역내부에서의 이동은 지역적인 FA (Foreign Agent)를 이용하여 등록하므로 이러한 등록 메시지가 HA까지 전달 되지 않게 한다. 그리고 GFA가 바뀌는 영역간의 이동 시에는 등록 메시지를 HA로 전달하게 된다. 이렇게 지역적인 등록을 통하여 패킷이 전달 될 때는 지역적인 터널링을 이용하여 전달하게 된다. 그림 2는 지역적 터널링을 나타내고 있다. 터널링을 이용하는 대표적인 방식인 지역적 등록 기법에서는 노드가 이동하여 핸드오프가 발생할 경우 망과 망 사이의 이동으로 인한 핸드오프이면 일반적인 Mobile IP 등록 과정인 홈 등록(home registration) 과정을, 동일한 외부 망 내의 한 FA에서 다른 FA로 이동으로 인한 핸드오프이면 지역적 등록 과정을 수행하게 된다. 이러한 지역적 이동성 관리로 인해 지역적 등록 기법은 홈 망으로 전송되는 신호의 수를 줄이고, 신호 지연을 감소시켜 핸드오프의 성능을 개선할 수 있다.

2.2 2계층 트리거를 이용한 빠른 핸드오프

핸드오프동안 이동 노드는 순간적으로 HA와의 연결이 끊기게 되어 패킷을 전송 받을 수 없게 된다. 이렇게 되면 VoIP나 멀티 미디어 서비스 같은 지연과 손실에 민감한 서비스 사용 시 서비스가 제대로 이루어지지 않을 수 있다. 이러한 지연과 손실의 영향을



(그림 3) PRE-REGISTRATION 핸드오프



(그림 4) POST-REGISTRATION 핸드오프

줄이기 위해서 2계층의 정보를 이용하여 핸드오프를 빠르게 시작하거나, 핸드오프 도중에도 패킷을 끊김 없이 전달 받을 수 있게 하는 방안이 제시되었다.

2계층 트리거는 2계층 핸드오프 과정 중에 발생하는 일을 3계층에 알려주기 위해 사용된다. 2계층은 전파의 강도와 같은 물리적인 정보를 가지고 있지만, 계층적 구조를 이용하는 프로토콜에서는 이러한 정보를 전혀 이용하지 않기 때문에 물리적 구조와 정보를 이용할 수가 없다. 하지만, 이러한 트리거를 이용하여 핸드오프가 진행되는 과정을 상위 계층에 알려주게 되면, 2계층의 핸드오프가 완료되기 전에 상위 계층의 핸드오프를 시작 할 수 있다. 이러한 트리거 정보는 2계층 핸드오프가 시작되는 것을 미리 알려 줄 수 있고, 2계층의 핸드오프가 끝났음을 알려 줄 수도 있다.

2계층 정보는 이동 노드, 이전 FA, 새로운 FA 중 적어도 하나는 2계층의 트리거를 받아 핸드오프를 미리 알 수 있어야 하며, 새로운 FA 혹은 이동 노드는 2계층 핸드오프가 끝났다는 트리거를 받을 수 있다. 2계층 트리거는 이러한 정보를 이동 노드, 이전 FA, 새로운 FA에서 받느냐에 따라 그리고 어떠한 사실을 알려주느냐에 따라 나누어 질 수 있다. 2 계층 트거리를 이용한 핸드오프에서는 PRE-REGISTRATION과 POST-REGISTRATION 방식이 있다.

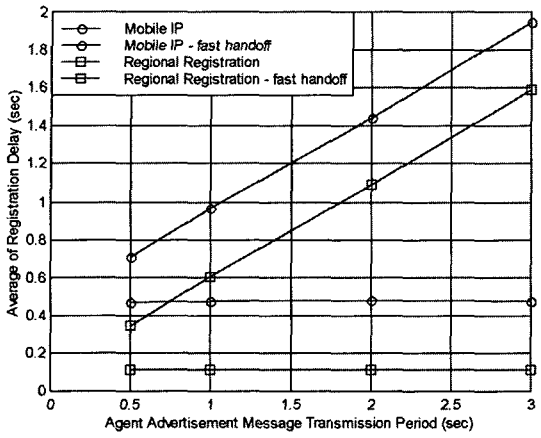
PRE-REGISTRATION 핸드오프는 2계층의 정보를 이용하여 2계층의 핸드오프가 완료되기 전에 먼저 HA로의 등록을 시도하여 2계층의 핸드오프로 인한 지연을 줄이고자 하는 방안이다. 그림 3에서는 PRE-REGISTRATION 핸드오프 과정을 보여주고 있다.

POST-REGISTRATION 방식은 핸드오프 할 때 2계층의 트리거를 받아 이 정보를 이용하여HA에 등록하는 PRE-REGISTRATION 방식과 달리 HA에는 이러한 이동을 알지 못하게 한다. 2계층 트리거를 받을 경우 이전 FA와 새로운 FA 사이에 양방향의 터널(bi-directional edge tunneling)을 설정하고, 이전 FA로 전달되는 패킷을 다시 새로운 FA로 보내어 이동 노드로 전달되는 패킷의 손실 없이 전달 할 수 있도록 한다. 그 후 완전히 새로운 FA로 이동하였을 때에 HA로 등록하게 된다. 이 방식과 PRE-REGISTRATION방식과의 가장 큰 차이점은 이동 노드가 2계층 정보를 받을 수 없다는 점이다. 그림 4에서는 POST-REGISTRATION 핸드오프 과정을 보여주고 있다.

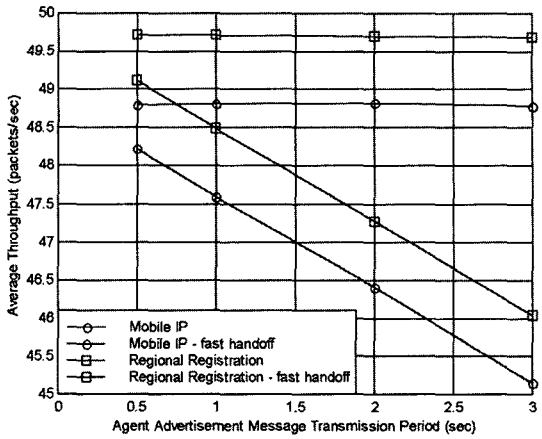
2.3 성능 분석

본 절에서는 이동성 지원을 위한 표준 방식인 Mobile IP와 지역적 등록 기법에 대해 2계층 트리거를 이용한 빠른 핸드오프 기법을 적용한 성능을 비교 분석한다.

그림 5에서는 Mobile IP와 지역적 등록 기법에 대해 빠른 핸드오프 지원에 따른 에이전트 광고 메시지의 방송 주기에 대한 핸드오프 지연의 성능을 평가하고 있다. 그 결과에서 지역적 등록 기법이 Mobile IP에



(그림 5) 핸드오프 등록 지연



(그림 6) 수율(throughput)

비해 지연이 줄어드는 것을 볼 수 있으며, 2계층 트리거를 이용할 경우 성능이 더 향상되는 것을 확인할 수 있다.

그림 6에서는 Mobile IP와 지역적 등록 기법에 대해 빠른 핸드오프 지원에 따른 에이전트 광고 메시지의 방송 주기에 대한 수율의 성능을 보여주고 있다. 수율의 성능을 평가하고 있다. 지역적 등록 기법이 Mobile IP 보다 향상되었으며, 빠른 핸드오프를 적용할 경우 두 기법 모두 수율이 높아지는 것을 확인하였다.

그림 5와 6에서 보는 바와 같이 Mobile IP나 지역적 등록 기법의 경우 에이전트 광고 메시지의 방송 주기가 짧아질수록 성능이 두드러지게 향상되고 있다. 그런데 성능 향상을 위해 방송 주기를 무작정 짧게 한다면 망의 부하 증가와 함께 무선 자원의 낭비를 초래하게 된다. 따라서 성능 향상과 망 부하 사이의 적절한 균형을 이룰 수 있는 방송 주기를 선택하여야 한다. 반면 빠른 핸드오프 기법이 적용될 경우에는 성능향상과 방송주기는 거의 무관해지며 이에 따라 성능과 효율성을 동시에 향상시킬 수 있다.

3. 호스트 기반 라우팅

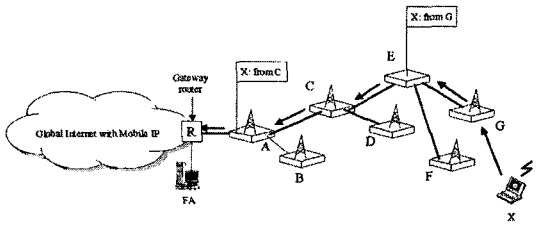
셀룰러 환경에서는 핸드오프가 자주 일어나므로 서비스의 질적 저하를 막기위해 핸드오프로 인한 손실들은 최소화되어야 한다. 이러한 이유로 이동이 잦은 호스트를 위해 이동성과 핸드오프를 지원하는 Cellular IP, HAWAII, EMA 등의 호스트 기반 라우팅 기법을 이용하는 방안이 제시되고 있다.

3.1 Cellular IP

Cellular IP는 콜럼비아 대학에서 개발된 마이크로 이동성 지원 프로토콜로서 매크로 이동성은 Mobile IP를 이용하여 지원하고 마이크로 이동성은 Cellular IP 프로토콜을 이용하는 방식이다. Cellular IP에서는 이동 노드의 위치를 관리하기 위해 페이징 캐쉬(paging cache)와 라우팅 캐쉬(routing cache)를 사용한다. 페이징 캐쉬는 서비스 지역내의 휴지(idle) 상태의 호스트들의 위치를 대강 추적하여 유지하는데 일반적으로 휴지상태의 이동 노드는 잦은 위치추적이 필요 없으므로 대강의 위치정보만을 가지게 된다. 그리고 라우팅 캐쉬는 서비스 지역내의 액티브 이동 호스트의 위치를 아주 짧은 시간 단위로 추적하고 관리한다.

Cellular IP에서는 각 노드는 이동 노드로 패킷을 보낼 때 다음 홉은 어디인가에 대한 정보만을 가진다. 그래서 이동 노드의 IP 주소를 보고 어느 포트로 패킷을 보낼 것인지 결정하고 다음 홉으로 전달하게 된다. 이렇게 패킷을 홉 단위(hop-by-hop)로 전달하게 된다.

패킷을 전달하기 위해 페이징 캐쉬는 이동 노드의 IP 주소와 보내야 할 포트 번호를 연결 시킨 매핑 정보를 가지게 되며 이러한 매핑은 일정시간이 경과하면 테이블에서 지워지게 되는 소프트 상태로(Soft state)

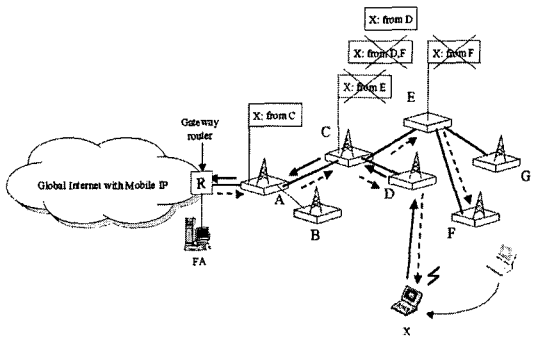


(그림 7) Cellular IP의 페이징 과정

사용하고 있다. 그러므로 이동 노드는 자신의 위치를 알려 주는 매핑 정보를 계속 유지하기 위해 페이징 캐쉬로 자신의 위치를 알려주는 메시지를 전달하여야 한다. 매핑을 유지하기 위해 페이징 갱신 패킷(paging update packet)이나 경로 갱신 패킷(route update packet)을 전송한다.

이렇게 이동 노드의 위치를 추적하여 정보를 가지고 있다가, 이동 노드로 전달 되어야 할 패킷이 있는 경우에는 페이징 캐쉬의 정보를 역추적하여 경로를 설정한 후 이러한 경로 정보를 라우팅 캐쉬에 저장하고 패킷을 전달하게 된다. 이동 노드는 페이징 캐쉬에 의해 추적되다가 전달해야 할 패킷이 생기면 라우팅 캐쉬를 이용하여 패킷의 경로를 설정하게 된다.

그림 7에서 캐쉬 내에 매핑을 생성/유지시키는 페이징 갱신과 패킷의 전송 과정을 보여주고 있다. 처음에 이동 노드는 접속망에 접속되면 자신이 연결된 노드에 페이징 갱신 패킷을 보내어 이동 노드의 위치를 알려준다. 이동 노드 X는 자신이 접속된 노드 G에 페이징 갱신 패킷을 전달 하게 된다. 그러면 노드 E에서는 이동 노드의 정보를 페이징 캐쉬에 등록하고 게이트웨이 라우터까지 전달하기 위하여 다음 홉 노드 C로 전달하게 된다. 그리고 노드 C는 페이징 캐쉬가 없는 노드인데 이런 노드의 경우에는 이동 노드에 대한 정보의 처리 없이 그냥 패킷을 게이트웨이 라우터 쪽으로 전달하기만 한다. 그러므로 노드 C는 이 패킷을 노드 A로 전달하고 노드 A도 자신의 페이징 캐쉬에 노드에 대한 정보를 저장하고 마지막으로 게이트웨이에 전달하게 된다. 게이트웨이는 이동 노드 X가 리스트에 등록하여 이동 노드 X가 자신의 영역 내에 접속되어 있음을 알게 되고 페이징 갱신 패킷을 삭제한다. 그 후에 등록 요청 메시지를 받으면 이동 노드의 HA로 자신의 IP 주소를 COA로 등록하게 된다.



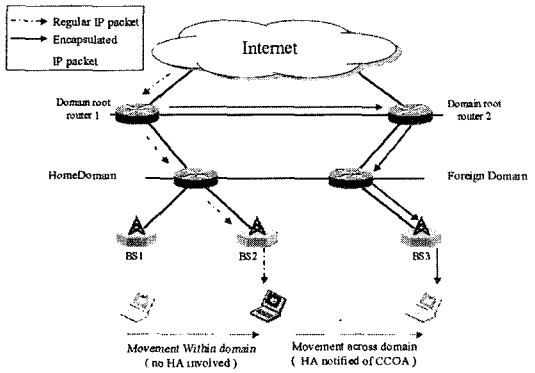
(그림 8) Cellular IP핸드오프 과정

그림 8에서 보는 것과 같이 패킷이 전달 되는 도중에 핸드오프가 일어나면 이동 노드는 페이징 갱신 패킷을 보내게 된다. 이동 노드 X는 접속점은 노드 F에서 노드 D로 바꾸게 되면 페이징 갱신 메시지를 만들어 노드 D에 전달한다. 페이징 갱신 메시지를 받은 노드 D는 노드 C로 전달하게 된다. 노드 C는 이 메시지를 받고 이동 노드 X에 대한 정보를 추가 시킨다. 이렇게 되면 순간적으로 노드 C는 노드 E와 노드 D 두 방향으로 보내게 되고, 라우팅 캐쉬의 타이머의 시간이 초과 되면 노드 C는 더 노드 E와의 매핑 정보를 지우고 노드 D로만 패킷을 전송하게 된다.

3.2 HAWAII

1999년 Lucent에서 제안한 영역 기반(Domain-based) 접근 방식의 HAWAII가 제시되었다[5]. HAWAII는 도메인간의 매크로 이동성 지원을 위하여는 Mobile-IP 프로토콜을 사용하며, 영역 내에서의 마이크로 이동성을 지원하기 위해 호스트 기반의 포워딩 엔트리를 이용한 경로 설정 기법을 사용하는 영역 기반의 이동성을 지원한다. 이러한 경로 설정 방식은 등록절차를 지역적으로 처리하여, HA로의 등록하는 횟수를 줄임으로써 무선 접속망에서도 좋은 성능을 보여준다. 또한 HAWAII에서는 호스트가 도메인을 이동하는 도중에도, 호스트는 본래의 주소를 그대로 유지하므로, 간단히 QoS를 지원 할 수 있다.

HAWAII는 영역에 기반을 둔 구조를 가지는데 망 구조는 그림 9에서와 같다. 각 영역으로 들어가기 위해 거쳐야 할 게이트웨이를 HAWAII에서는 DRR(Domain



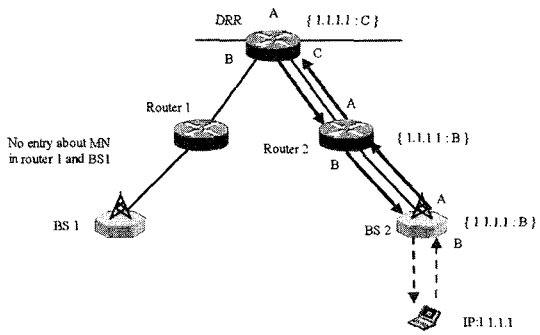
(그림 9) HAWAII 망 구조

Root Router)이라고 한다. 각 호스트는 IP 주소와 홈 영역을 가진다. 이동 노드가 홈 영역에서 이동할 때에는, IP 주소를 그대로 유지한다. 이동 노드로 보내어지는 패킷은 일반적인 라우팅 프로토콜을 사용하여 먼저 DRR에 도착하고, 그 다음은 HAWAII 프로토콜을 사용하여 이동 노드에게 전달된다.

HAWAII에서는 기본적으로 이동 노드는 HAWAII 메시지나 네트워크 구조에 관계없이 Mobile IP를 사용한다. 그러므로 이동 노드는 추가적인 프로토콜의 설치 없이 HAWAII 프로토콜을 사용할 수 있다. 이동 노드가 외부영역에 들어간 경우에 FA로 정상적인 Mobile IP 등록 메시지를 보낸다. 그러면 HAWAII를 사용하는 네트워크에서는 이 메시지를 Path Setup Update 메시지로 바꾸어 네트워크 내에서 전달한다. Path Update 메시지를 받은 라우터는 이동 노드의 IP 주소와 전달할 포트를 포워딩 엔트리에 저장하고 이를 DRR쪽으로 전달한다. 이렇게 이동 노드에서 DRR까지의 경로 상에 있는 모든 라우터들은 이동 노드에 대한 정보를 저장하게 된다. 그리고 DRR은 Path Update 메시지를 받으면 이에 대한 응답을 왔던 경로대로 전송하게 되고, 기지국은 이 메시지를 Mobile IP 등록 응답메시지로 변환하여 이동 노드로 전달하게 된다.

위의 과정을 거쳐 이동 노드의 경로가 설정되는데 포워딩 엔트리는 소프트 상태이므로 주기적으로 타이머를 리셋하지 않으면 자동적으로 삭제된다. 그러므로 기지국은 주기적으로 Path Refresh 메시지를 보내어 이동 노드의 엔트리가 삭제되지 않게 한다.

그림 10에서 보는 것 과 같이 설정이 되는 데 이동



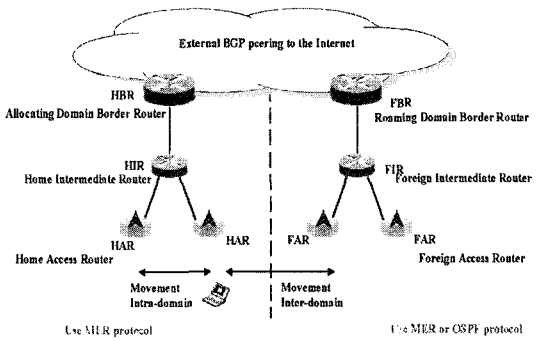
(그림 10) 경로설정 과정 및 포워딩 엔트리

노드에서 DRR까지의 경로 상에 있는 라우터들은 이동 노드에 대한 엔트리를 가지게 되지만 그 외의 라우터들은 이동 노드에 대한 정보를 가지지 못한다. 이 때 같은 영역 내의 다른 이동 노드가 패킷을 전달 할 때에는 라우터가 이동 노드에 대한 정보가 없으므로 기본경로로 패킷을 보내게 되고 이동 노드에 대한 포워딩 엔트리를 가진 라우터에 전달 되면 그 때에는 패킷을 전달할 수 있게 된다. BS1에서 이동 노드로 전달 될 패킷은 기본경로를 따라 라우터 1을 거쳐서 최악의 경우 DRR까지 가서 이동 노드로 전달 된다.

3.3 EMA

EMA는 노드의 이동성을 지원해 주기 위해 제안된 구조로서 마이크로 이동성 지원을 위해 영역 기반의 라우팅 프로토콜 TORA(Temporally Ordered Routing Algorithm)를 사용한다. 이 구조는 IETF의 MANET WG에서 제안되었는데 MANET WG은 이전부터 ad-hoc 네트워크에 대한 연구가 진행 중이었다. Ad-hoc 네트워크는 모든 링크가 무선으로 된 네트워크를 말하며 네트워크의 구조가 매우 자주 변경되는 네트워크이다. 네트워크 자체의 이동성을 안정적으로 지원해 주기 위해 제안된 이러한 방안들은 오늘날 무선 네트워크에 적용되기 위해 연구되어지고 있다. EMA는 기존의 Mobile IP와 메시지의 형태나 신호처리 절차 등이 매우 유사하여 많은 곳에 구조를 적용할 수 있는 장점을 가지고 있다.

EMA는 그림 11에서 보는 것과 같은 구조로 되어 있다. 라우터들은 계층적 구조를 가지게 되는데 최상위

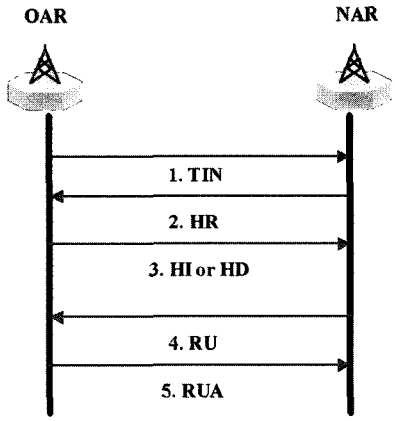


(그림 11) EMA의 네트워크 구조

에는 영역으로 들어가기 위해서 지나야 하는 BR(Border Router)이 있다. 그리고 그 하위에 IR(Intermediate Router)가 있으며 마지막으로 이동 노드가 접속하는 AR(Access Router)이 있다. 인터넷은 현재 많은 라우터들이 사용하고 있는 BGP를 사용하고 있다고 가정하였으며, 영역간의 이동은 외부영역에서 MER 프로토콜을 사용하든 OSPF를 사용하든 관계없이 이동이 가능하다.

위에서 설명한 구조로 이동성을 지원하기 위해서는 몇 가지 필요한 조건이 있다. 이동 노드가 홈 영역 내부에 있을 때는 prefix를 기반으로 한 라우팅으로 패킷을 전달하며, 외부영역에 있는 경우에는 호스트 기반의 라우팅이 가능한 프로토콜이 지원되어야 한다. 핸드오프 도중에도 끊김 없이 패킷을 받을 수 있도록 이전 기지국에서 새로운 기지국으로 패킷을 전달하기 위한 터널이 필요하다. 자신의 영역에 들어온 이동 노드에게 할당한 IP 주소를 다시 받을 수 있는 방법의 지원이 있어야 한다.

EMA에서의 핸드오프시의 신호 흐름을 그림 12에서 나타내고 있다. 이동 노드는 핸드오프가 일어날 때 먼저 이전 기지국과 새로운 기지국 사이에 터널을 만들기 위해 TIN(Tunnel Initiate) 메시지를 NAR(New Access Router)로 전송한다. 그러면 NAR이 핸드오프 요청(handover request) 메시지를 전송하면 OAR은 이 요청을 받아 들여 핸드오프 시작(handover initiate) 메시지를 보내거나, 핸드오프를 받아 들이지 않게 되어 핸드오프 거부(handover denial) 메시지를 보내게 된다. 만약 OAR이 핸드오프 요청을 수락하면 NAR은 라우팅 갱신(routing update) 메시지를 보내어 현재 이동 노드에 대한 경로에 대한 정보를 OAR쪽에서 NAR로 바꾸게



(그림 12) EMA에서 핸드오프

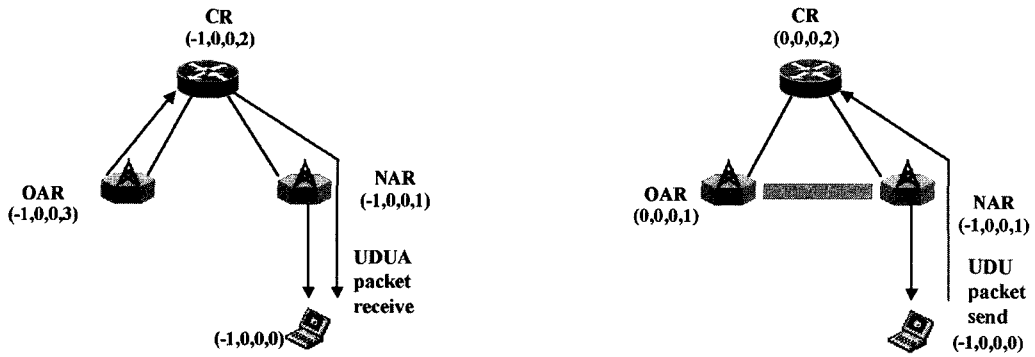
되고 이에 대한 응답으로 OAR은 라우팅 갱신 완료(routing update acknowledge) 메시지를 전달하여 완전히 핸드오프가 완료 되게 된다. 이러한 핸드오프 방법은 이동 노드의 동시 접속 능력에 따라 나눌 수 있다.

TORA는 경로 설정 요구가 있을 때 경로를 설정하는 On-demand 프로토콜이다. 네트워크의 형태의 변화에도 라우팅 정보의 변화를 최소화 하여 형태가 자주 바뀌는 네트워크에서도 안정적으로 동작하며 확장성도 지닌 프로토콜이다.

그림 13에서 보는 것과 같이 이동 노드의 접속점을 바꾸는 핸드오프가 일어 날 때에는 reference level의 값이 변화 되면서 TORA의 라우팅 정보를 갱신하여 핸드오프를 지원한다. Reference level의 값이 양이 되면 링크가 끊김이 발생한 것이고, 값이 음이 되는 것은 네트워크 형태의 변화를 의미한다. 먼저 이동 노드가 OAR에서 NAR로 이동하면 터널을 설정하고 이동 노드는 UDU(Unicast Direct Update) 메시지를 보내어 경로 재 설정을 요청한다. 이 패킷을 받으면 받은 노드는 이 reference level의 값과 offset을 기준으로 라우팅 정보를 변경하고 다음 홉으로 넘겨주게 된다. 이런 과정을 거쳐 OAR에 도착하면 OAR은 이에 대한 응답으로 UDUA(UDU Acknowledge) 메시지를 전달하게 된다.

표 1은 대표적인 마이크로 이동성 관리 기술인 지역적 등록, Cellular IP 및 HAWAII에 대한 비교 분석하고 있다.

지역적 등록 기법에서는 지역적 등록 메시지는 홈 에이전트까지 전송되지 않고 방문 도메인 안에서 처



(a) 노드로부터 reference level 변경 (b)노드의 라우팅 테이블 변경

(그림 13) 핸드오프 시의 라우팅 정보의 변경

(표 1) 마이크로 이동성 관리 기술 비교

	Regional Registration	Callular IP	HAWAII
망구성요소	HA,FA,GFA	Callular IP Node, Cellular IP Gateway	Domain Root Router, Router
패킷전달	Tunneling	Hop-by-Hop	Hop-by-Hop
페이징	지원안함	지원	지원
휴지상태단말	지원안함	지원	지원
확장성	크다	제한적	제한적
셀룰러환경	미흡	적합	적합
핸드오프기법		세미 소프트 핸드오프, 하드 핸드 오프	Forwarding 기법, Non-forwarding 기법

리된다. 따라서 노드의 이동이 지역적으로 관리되며 이를 통해 지역적 이동으로 인한 등록 메시지가 홈 도메인으로 전송되는 것을 막아 망의 부하를 줄이고 등록 시 지연을 크게 감소시켜 핸드오프 시의 성능을 개선시킬 수 있다.

Cellular IP 및 HAWAII방안은 시스템에 과도한 부하 없이 망에 접속되어 있는 많은 사용자들을 효과적으로 지원할 수 있다.

4. 결 론

차세대 이동 통신 환경에서의 제안된 마이크로 이동성 지원 방식들은 터널링 기법에는 지역적 등록과 Hierarchical FA 그리고 TeleMIP 등이 있으며, 호스트 기반 라우팅 기법을 이용하는 방식으로 Cellular IP, HAWAII 및 MER-TORA 등이 있다. 본 고에서는 마이크로 이동성 지원을 위한 Mobile IP를 개선한 지역적 터널링과 빠른 핸드오프 방안을 알아보고, 핸드오프 지연 및 수률 측면에서 성능 비교하고 평가하였다. 또한, Cellular IP, HAWAII, EMA 등의 호스트 기반 라우팅 기법을 이용하는 방안에 대하여 고찰하였다. 더불어 지역적 등록 및 Cellular IP, HAWAII에 대해 비교 분석하였다.

참고문헌

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

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

[3] D. Johnson and C. Perkins, "Mobility Support in IPv6," Internet Draft, <draft-ietf-mobileip-ipv6-13.txt>, Nov. 2000.

[4] 이경진, 이승윤, 김용진, "Mobile IPv6 개발 동향", 주간기술동향 1021호,2001년10월 30일

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

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

[7] P. Maniatis, M. Roussopoulos, E. Swierk, K. Lai, G. Appenzeller, X. Zhao, and M. Baker, "The Mobile People Architecture," ACM Mobile Computing and Communications Review (MC2R), July 1999.

[8] P. Maniatis, M. Roussopoulos, E. Swierk, K. Lai, G. Appenzeller, X. Zhao, and M. Baker, "The Mobile People Architecture," ACM Mobile Computing and Communications Review (MC2R), July 1999.

[9] A. Festag, H. Karl, G. Schafer, "Current developments and trends in handover design fro ALL-IP wireless networks," TKN Technical Report TKN-00-007, August 2000.

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

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

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

◐ 저 자 소 개 ◑

김 도 현

1988년 경북대학교 전자공학과 (BS)
1990년 경북대학교 대학원 전자공학과 (MS)
2000년 경북대학교 대학원 전자공학과 (Ph.D)
1999년~현재 : 천안대학교 정보통신공학부 조교수

안 병 구

1988년 경북대학교 전자공학과 (BS)
1990년 경북대학교 전자공학과 (MS)
1996년 (미)Polytechnic University, Electrical and Computer Engineering (MSEE)
2002년 (미)New Jersey Institute of Technology, Electrical and Computer Engineering (Ph.D)
1990년~1994년 포항산업과학연구원(RIST), 선임연구원
1997년~2002년 New Jersey Institute of Technology, RA,TA,Lecturer
2002년~현재 : 홍익대학교 전자 · 전기 · 컴퓨터공학부 교수
관심분야 : Wireless Networks, Multicast Routing Protocols, Mobility Management, QoS, Location-Based Technology

진 현 수

1982년~1986년 서울시립대학교 전자공학과(공학사)
1990년~1992년 서울시립대학교 전자공학과(공학석사)
1993년~2000년 서울시립대학교 전자공학과(공학박사)
2001년 3월~현재 : 천안대학교 정보통신학부 조교수
관심분야 : 퍼지시스템, 정보보안. 인공생체면역시스템, 로봇