

계층적 Mobile IPv6에서의 페이징 지원 방안

박기현⁰, 조유제
경북대학교 전자전기컴퓨터학부
pinetree@palgong.knu.ac.kr⁰, yzcho@ee.knu.ac.kr

Paging Extensions for Hierarchical Mobile IPv6

Ki-Hyun Park⁰, You-Ze Cho
School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University

요 약

최근 이동 통신 환경에서의 인터넷 서비스의 요구가 늘어남에 따라 IP의 이동성 지원에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 본 논문은 IP 이동성 지원을 위한 프로토콜 중 IETF(Internet Engineering Task Forces)에서 현재 표준화가 진행중인 HMIPv6(Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management)[4]가 가지는 부하 분산 문제를 수평적인 MAP(Mobility Anchor Point) 구조를 통해 해결하고, 이 구조에서의 페이징 지원 방안을 제안하였다.

1. 서 론

최근 인터넷의 급속한 성장과 더불어 무선 접속 망의 발전은 이동 통신 환경에서 인터넷 서비스 제공에 대한 요구를 늘어나게 하였다. 그러나 인터넷 기술의 기반이 되는 TCP/IP가 유선 망을 위해 설계되었기 때문에, 이동 단말이 다른 무선 망에 접속한 경우 새로운 IP 주소를 통해서만 인터넷 서비스가 가능한 문제를 가진다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 Mobile IP[1]가 제안되었고, 성능 개선을 위한 여러 방안들이 논의되어 왔다. IETF의 Mobile IP WG(Working Group)에서는 현재 이에 대한 표준화가 진행 중이다[2].

무선 사용자가 늘어남에 따라 이동성 관리를 위한 시그널링 오버헤드가 문제가 되고 있다. 현재 셀룰라 망에서는 페이징 기술을 사용하여 휴지모드의 단말에 대해서는 느슨한 이동성 관리 통해 시그널링 오버헤드를 줄이고 있다. 또한 페이징 기술은 불필요한 시그널링을 줄여 무선 자원을 절약할 뿐만 아니라 단말의 전력 소모를 줄일 수 있는 장점을 가진다. 현재 IETF의 Seamoby WG[3]에서 IP 페이징에 대한 표준화가 진행 중이지만 아직까지 실제 프로토콜에 대한 표준화가 이루어 지지 않고 있다.

빈번한 핸드오버가 발생하는 환경에서 Mobile IP는 지연, 패킷손실 그리고 시그널링이 증가하는 심각한 문제를 가져 마이크로 이동성에 적합한 기술이다. 이러한 빈번한 핸드오버가 발생하는 환경을 위해 마이크로 이동성을 지원하기 위한 여러 IP 프로토콜이 제안되었는데, 본 논문에서는 IETF에서 표준화가 진행중인 HMIPv6의 문제점을 분석하고 개선방안을 제안하였다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 HMIPv6의 소개와 그 문제점을 제시하고, 3장에서는 수평적인 MAP 구조를 통한 확장성 문제의 해결방안을 제시하였으며, 4장에서는 HMIPv6에서의 페이징 지원 방안에 대하여 설명하고, 5장에서는 제안

된 방안의 성능을 분석하였으며, 마지막 6장에서는 결론을 내리도록 한다.

2. HMIPv6

마이크로 이동성을 지원하는 여러 IP 프로토콜들이 제안되었지만 IPv6 기반 프로토콜 중 HMIPv6가 현재 IETF에서 표준화가 진행 중이다.

2.1 HMIPv6 소개

HMIPv6는 마이크로 이동성을 지원하는 프로토콜로 이동 단말은 MAP의 서브넷 주소에 해당하는 RCoA(Regional Care of Address)와 현재 접속한 라우터 주소의 프리픽스를 이용하여 생성한 LCoA(On-link Care of Address)를 가진다.

이동 단말은 그림 1과 같이 새로운 MAP 영역으로 이동하였을 경우 HA(Home Agent)와 CN(Correspondent Node)에게는 RCoA를 CoA로 하여 등록을 수행하고, MAP 영역 내에서 핸드오버가 발생했을 경우는 LCoA를 CoA로 사용하여 MAP에게 등록한다. 따라서 MAP 영역 내에서의 이동은 RCoA가 바뀌지 않으므로 HA와 CN에 대하여 투명성을 보장한다.

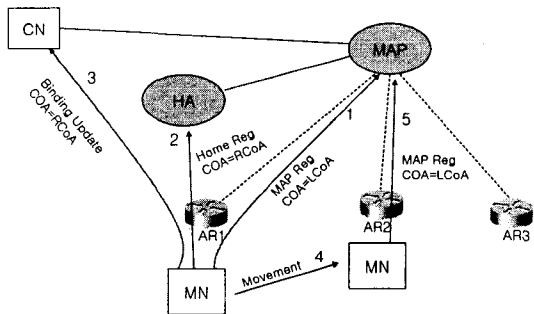


그림 1. HMIPv6의 등록과정

* 본 연구는 ITRC의 연구비 지원으로 수행되었음.

2.2 HMIPv6의 마이크로 이동성 지원 문제점

HMIPv6가 확장성을 가지는 구조이지만 다수의 이동 단말이 존재하고 빈번한 핸드오버가 일어나는 환경에서는 MAP에 대한 확장성 문제를 야기할 수 있다. 근본적으로 다수의 MAP를 두어 이러한 문제를 해결할 수 있지만 다른 MAP들을 발견하는 문제, 이동 단말이 MAP를 선택하는 문제, 그리고 다수의 MAP 사이의 부하 분산 문제가 여전히 논의되고 있다[5]. 이러한 문제는 그림 2와 같이 근본적으로 여러 MAP가 계층적인 구조를 가지는 데서 발생한다. 즉 그림 2에서 MAP1이 모든 망 영역에 대하여 지역적인 이동성을 지원하기 때문에 이동 단말은 글로벌 등록을 통한 핸드오버 지원을 줄이기 위해 MAP1을 선택하는 경향을 가진다. 아직까지 부하 분산을 위한 MAP 선택 알고리즘은 존재하지 않으며, [4]에서 언급하는 MAP 선택 알고리즘은 상위 계층의 MAP에 부하가 집중되는 문제가 있다.

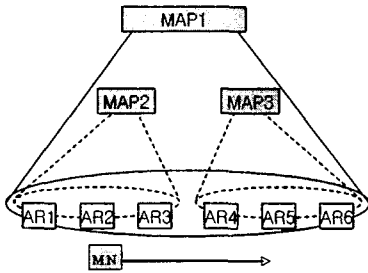


그림 2. HMIPv6에서 MAP의 계층구조

이동 단말의 전력 소비 문제는 동시에 다수의 라디오 인터페이스를 다뤄야 하는 4G에서는 특히 중요하다. 빈번한 핸드오버가 일어나는 환경에서 불필요한 시그널링은 심각한 전력 문제를 야기하며, 이 문제를 해결할 수 있는 페이징의 지원이 반드시 필요하다. HMIPv6에서 페이징을 지원하기 위한 방안이 제시되었으나[6], 확장성이 HMIPv6에 지나치게 의존적인 문제점을 가지고 있다.

3. 수평적인 MAP 구조에서의 핸드오버 기법

본 논문에서는 MAP의 확장성 문제를 해결하기 위해 수평적인 MAP 구조로 접근하였으며, 이러한 구조로 빈번해지는 MAP간의 이동으로 인한 글로벌 등록 문제를 해결하였다.

3.1 수평 MAP 구조에서의 HMIPv6

그림 3과 같이 모든 MAP를 동일한 계층으로 둔다면, MAP 선택이 상위 계층의 MAP에 편중되는 문제를 해결할 수 있다.

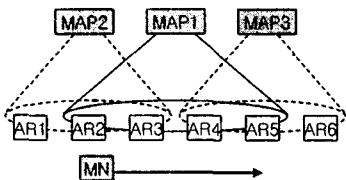


그림 3. 수평 MAP 구조에서의 HMIPv6

이동 단말은 새로운 MAP 영역으로 이동했을 경우 부가적으로 새로운 RCoA를 획득하여 이 주소로 HA와 CN에 등록

및 갱신하여야 한다. 따라서 새로운 MAP 영역으로 이동한 경우는 등록과정에 상당한 지연이 발생되어 실시간 트래픽을 지원하지 못하는 문제가 발생한다. 그러나 수평적인 MAP 구조는 이동 단말이 새로운 MAP 영역으로의 이동이 빈번해지기 때문에 그 문제가 더욱더 심각해진다.

3.2 MAP 영역간 핸드오버 기법

본 논문에서는 MAP 영역간의 핸드오버 지원을 위해 사후 등록 방식을 이용한 기법을 제안하였다. 활성모드인 이동 단말이 다른 MAP 영역으로 이동하였을 경우 라우터 광고 메시지를 통해 이동을 감지하고 새로운 LCoA를 얻는다. 그리고 이동 단말은 새로운 MAP에 대한 등록과정을 미루고 이전의 MAP에 바인딩 정보만을 갱신한다. 만약 이동 단말이 휴지모드로 들어갈 경우 미뤘던 새로운 MAP에 대한 등록과정을 수행한다. 그러나 휴지모드인 이동 단말이 새로운 MAP 영역으로 이동하였을 경우는 새로운 MAP에 대하여 정상적인 등록과정을 수행한다. 따라서 제안된 핸드오버 기법은 활성모드인 이동 단말이 새로운 MAP 영역으로 이동하였을 경우는 글로벌 등록 과정을 수행하지 않도록 하여 실시간 트래픽에 대해서도 지원이 가능하다.

4. 페이징 지원 방안

본 논문에서는 앞에서 제시한 수평적인 MAP 구조를 기반으로 페이징을 지원한다. 그림 4와 같이 MAP가 페이징 에이전트 기능을 가지도록 하고, MAP 영역에 여러 페이징 영역을 둘 수 있도록 하였다.

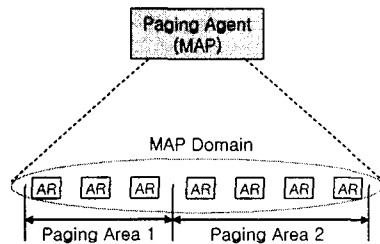


그림 4. 페이징 지원 구조

4.1 프로토콜 동작

새로운 페이징 영역의 발견은 HMIPv6에서 MAP 옵션을 이용한다. 수평적인 MAP 구조를 기반으로 하기 때문에 논리적으로 모든 MAP는 동일한 거리에 존재한다. 따라서 MAP 옵션의 distance 필드가 필요 없게 된다. 본 논문에서는 페이징 영역 식별자를 이 distance 필드로 대신한다. 이 필드의 크기는 4 비트이므로 0을 제외한 총 15개의 페이징 영역을 식별할 수 있다. 수평적인 MAP 구조에서는 MAP 영역의 크기가 상대적으로 작아지므로 15개의 페이징 영역은 충분하리라 본다.

휴지모드의 이동 단말이 새로운 페이징 영역으로 이동하였을 경우는 정상적인 HMIPv6 등록과정을 수행한다.

이동 단말이 휴지모드로 들어갈 경우나 휴지모드에서 새로운 페이징 영역으로 이동한 경우는 1 비트가 1로 설정된 지역적 바인딩 갱신(Regional Binding Update) 메시지를 MAP에게 전송하여 이동 단말이 현재 휴지모드임을 알린다.

MAP가 수신한 패킷의 목적지가 현재 휴지모드인 이동 단말이라면, MAP는 페이지 되는 이동 단말의 주소 정보가 포함

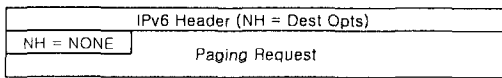
된 페이징 요청 메시지를 페이징 영역에 포함되는 AR들에게 보낸다. 이 메시지를 수신한 AR은 페이지되는 이동 단말의 주소 정보가 포함된 라우터 광고 메시지를 이동 단말로 전송한다. 이 메시지를 수신한 이동 단말은 새로운 LCoA를 얻은 뒤, 지역적 바인딩 갱신 메시지를 MAP에게 보내어 활성모드로 동작하게 된다. 이때 반드시 바인딩 갱신 메시지의 I 비트를 0으로 설정하여 MAP에게 활성모드임을 알리도록 한다.

MAP는 바인딩 캐쉬 엔트리에 휴지모드인지 아닌지를 판별하는 비트를 추가하고, 각 페이지 영역에 해당하는 AR들의 리스트를 관리한다. 이는 이동 단말의 LCoA를 통해 어느 AR에 접속되었는지 알 수 있기 때문에, 결과적으로 MAP가 이동 단말이 현재 어느 페이징 영역에 있는지를 알 수 있다.

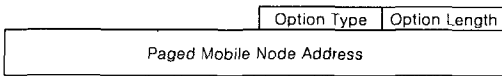
4.2 페이징 지원을 위한 프로토콜 확장

본 논문에서 제안한 방안은 기존의 HMIPv6에 최소한의 확장을 통해 페이징 지원이 가능하다. 아래는 HMIPv6에서 새롭게 추가된 메시지 또는 수정된 부분을 설명한다.

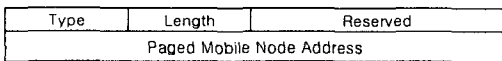
- **MAP 옵션:** A(PAGING) 플래그 비트를 추가하여 현재 도메인에서 페이징을 지원하는지 식별하도록 한다. 또한 이 비트가 1로 설정됐을 경우는 페이징 영역을 식별하기 위해 distance 필드를 사용하도록 한다.
- **바인딩 갱신 메시지:** I(Idle) 플래그 비트를 추가하여 이동 단말이 휴지모드로 들어감을 MAP에게 알리도록 한다.
- **페이징 요청 메시지:** 새롭게 추가한 메시지로 목적지 옵션을 이용하고 페이지되는 이동 단말 주소 정보를 포함한다. 메시지 포맷은 그림 5-a), 페이징 요청 목적지 옵션은 그림 5-b), 그리고 페이지되는 이동 단말 주소 정보를 포함하는 확장은 그림 5-c)와 같다.



a) Paging Request Message



b) Paging Request Destination Option



c) Paged Mobile Node Address Extension

그림 5. 페이징 요청 메시지 포맷

5. 성능 분석

본 논문에서 제안한 방안은 기존의 HMIPv6에 비하여 다음과 같은 장점을 가진다.

- 수평적인 MAP 구조를 통해 상위 계층의 MAP에게 부하가 집중되는 문제를 해결하여 MAP가 확장성을 가지도록 한다.
- MAP간의 핸드오버 기법을 제안하여 수평적인 MAP 구조에서 발생할 수 있는 성능 저하를 방지하였다.
- 페이징 기능 지원하여 시그널링 비용 및 단말의 전력 소모를 줄였다.

- 기존의 메시지나 확장을 거의 그대로 사용하여 페이징 지원을 위해 필요한 부가적인 확장을 최소화 하여 무선 자원의 낭비를 줄인다.

그러나 본 논문에서 제안한 페이징 지원 방안은 HMIPv6에 다른 프로토콜에서는 쓰이지 못하는 문제가 있으며, 페이징 영역이 정적으로 관리되므로 페이징 영역의 설계가 프로토콜 성능에 큰 영향을 줄 수 있는 단점을 가진다.

6. 결론

현재 마이크로 이동성을 지원하는 프로토콜을 크게 Mobile IP를 기반으로 하는 방안과 호스트기반 포워딩(host-based forwarding) 방안으로 나눌 수 있다. 호스트기반 포워딩 방안은 망에 따라 다른 프로토콜 설계가 필요할 수 있기 때문에, 다양한 마이크로 이동성 지원 프로토콜을 포괄하기 위한 프레임워크를 제안하기 어렵다. 본 논문은 현재 IETF에서 표준화가 진행 중이고 대표적인 Mobile IP 기반의 마이크로 이동성 지원 프로토콜인 HMIPv6를 기반으로 한 개선 방안을 제안하였다.

본 논문에서는 수평적인 MAP 구조를 통해 확장성 문제를 야기하는 MAP의 부하 분산 문제를 해결하였으며, 이러한 구조에서 빈번히 발생하는 글로벌 등록 문제를 해결하였다. 또한 페이징 기능을 추가하여 시그널링 비용과 이동 단말의 전력 소모를 줄였다.

참고문헌

[1] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," *RFC 3344*, Aug. 2002.
 [2] <http://www.ietf.org/html.charters/mobileip-charter.html>.
 [3] <http://www.ietf.org/html.charters/seamoby-charter.html>.
 [4] Hesham Soliman, et al., "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management," *draft-ietf-mobileip-hmipv6-07.txt*, Oct. 2002.
 [5] Nicolas Montavont and Thomas Noel, "Handover Management for Mobile Node in IPv6 Networks," *IEEE Communications Magazine*, Aug. 2002.
 [6] B. Sarikaya, et al., "Mobile IPv6 Hierarchical Paging," *draft-sarikaya-seamoby-mipv6hp-00.txt*, Sep. 2001.