

# 계층적 Mobile IPv6에서의 이동노드를 기반으로 한 경로 개선방법에 관한 연구

A Study on the Route Improvement Method based on Mobile Node in Hierarchical Mobile IPv6

김철규, 김정석, 김정호\*

한밭대학교 정보통신대학원\*

Kim chul-kyu, Kim jung-suk, Kim jeong-ho\*

Graduate School of Information and Communications, Hanbat National Univ.\*

## 요약

경로 최적화를 기본으로 한 Mobile IPv6의 바인딩 갱신은 자주 이동하는 노드에 의해 시그널링 트래픽 증가를 초래한다. 이를 보완하기 위해 MAP(Mobile Anchor Point)를 두어 매크로 이동성과 마이크로 이동성의 지역적 이동성을 고려한 계층적 Mobile IPv6가 제안되었다. 그러나 계층적 Mobile IPv6는 패킷 전송에 있어서 MAP를 항상 거쳐야 하므로 MAP의 패킷 집중현상이 발생하고 경로 최적화를 보장하지 못한다. 이에 본 연구에서는 이동 노드의 이동성을 고려한 경로 개선을 수행하여 MAP로의 패킷 집중현상의 완화특성을 해석한다.

## Abstract

The binding update of the Mobile IPv6 which does a route optimization in basic by the node which moves frequently brings about the signaling traffic increase of binding update. It supplements this the MAP(Mobile Anchor Point) for to let, and Hierarchical Mobile IPv6 which considers a macro mobility and a micro rambling regional mobility was proposed. But Mobile IPv6 when transmitting the packet, always does to pass by the MAP, the packet intensive actual condition of the MAP to occur it does not guarantee a route optimization. In this study, It accomplishes the course improvement which considers the mobility of mobile node and it interprets the relaxation quality of packet intensive actual condition with the MAP.

## I. 서론

최근 노트북이나 PDA 등과 같은 이동성을 지닌 이동노드(MN: Mobile Node)들의 사용자가 증가하면서 기존의 인터넷 프로토콜(Internet Protocol, IP)의 이동성 지원을 위한 이동노드에 대한 연구가 진행되고 있다. 이에 인터넷 이동 통신 방안으로 Mobile IP(RFC 2002, 이하 MIPv4)가 IETF에서 제안되었

다. MIPv4에서는 홈 네트워크 상에서 홈 주소(Home Address, 이하 HoA)가 이동노드에 부여되며 이동노드는 소스주소로 이를 사용하여 모든 IP 데이터그램에 대해 이동성을 관리한다. 그러나 이동노드에게 데이터를 전송하려는 대상 노드(CN: Correspondent Node, 이하 CN)가 이동노드에 가깝게 있더라도 반드시 홈 에이전트(HA: Home Agent, 이하 HA)를 통해서 전달되어야 하는 삼각 라우팅(Triangle

Routing) 문제가 발생한다.

또한 삼각 라우팅 문제와 함께 이동노드들의 수의 증가로 MIPv4의 주소 고갈 문제가 발생되어 이 문제들을 해결하고자 Mobile IPv6(이하 MIPv6)가 제안되었다[1]. 하지만 여전히 이동노드는 서브넷을 이동할 때마다 CN과 HA에 대한 바인딩 갱신을 수행하여야 한다. 이러한 바인딩 갱신은 백본망에서의 시그널링 트래픽 증가와 CN과 HA에서의 무선 구간에서의 시그널링 증가를 가져온다.

이러한 문제는 이동노드의 이동성질에 대한 지역성을 이용하여 해결할 수 있는데 그 대표적인 프로토콜로서 계층적 Mobile IPv6 (Hierarchical Mobile IPv6, 이하 HMIPv6)이다[2]. 이 프로토콜은 이동 IPv6에 지역적으로 계층적 구조를 적용하기 위하여 이동노드들에게 임의적인 HA와 같은 역할을 하는 MAP(Mobility Anchor Point)이라는 새로운 노드를 두어 자신이 서비스하고 있는 이동노드를 대신하여 모든 패킷을 수신하고 인캡슐레이션하며 이를 이동노드의 현재 주소로 직접 포워드 한다. 이로 인해 이동노드들에 대한 위치투명성을 부여하고 HA까지의 위치갱신 비용을 줄일 수 있다. 그러나 임의의 CN에서 이동노드에게 패킷을 전송할 때 그 패킷은 반드시 이동노드의 해당 지역 네트워크를 관리하는 MAP을 통과해야 하기 때문에 완전한 경로최적화가 보장되지 않으며, MAP로의 패킷 집중화 현상이 발생할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 이를 위해 HMIPv6에서 MAP의 이동노드 위치관리를 바탕으로 이동노드의 이동성을 고려하여 패킷전송의 경로를 개선하는 기법을 제안하였다. 즉 이동노드의 이동성에 따라서 CN들에게 RCoA와 LCoA 중 하나를 선택하여 알림으로써 패킷전송의 경로를 개선하여 MAP로의 패킷 집중화 현상을 방지할 수 있다.

## II. Mobile IPv6와 계층적 Mobile IPv6

### 1. Mobile IPv6와 경로해석

MIPv6는 IPv6를 기반으로 이동 컴퓨팅 환경에서 MN에게 인터넷 서비스를 제공하기 위한 프로토콜로서 MIPv4와는 다르게 외부 에이전트(FA: Foreign Agent, 이하 FA)를 두지 않고 IPv4에서의 선택적 기능이었던 경로최적화를 기본으로 채택하였다.

이동노드는 홈 링크에 있을 때는 일반적인 인터넷 라우팅 기법을 사용하여 패킷을 수신하지만 새로운 외부 링크로 이동할 때마다 그 외부 링크에서 CoA를 새롭게 구성하고 먼저 HA에게 BU(Binding Update) 메시지를 보내어 자신의 현재 위치를 알린다. BU 메시지를 받은 HA는 BA(Binding Acknowledge) 메시지로 바인딩이 되었음을 알린다. 이후 해당 이동노드로 오는 패킷을 HA가 가로채어 이동노드에게 터널링해주고 터널링 된 패킷을 받은 이동노드는 해당 CN이 새로운 CoA를 모른다고 판단하여 CN에게 BU 메시지를 보낸다. BU 메시지를 받은 CN은 HA를 거치지 않고 라우팅 헤더를 이용한 최적화된 경로를 통해 MN과 직접 통신할 수 있도록 한다.

### 2. 계층적 Mobile IPv6(HMIPv6)

MIPv6에서 이동노드의 잦은 핸드오프로 인한 시그널링 트래픽 증가는 지역성을 이용하여 완화될 수 있다. 그래서 HMIPv6는 지역적으로 계층적 구조를 적용하기 위해서 MAP라는 중간 위치 관리자를 둔다. HMIPv6에서 이동노드는 HoA, LCoA, RCoA의 3가지 주소로 구성되며 CN과 HA는 이동노드의 주소를 RCoA로 인식하여 패킷을 전송하며 MAP는 RCoA와 LCoA 간의 바인딩 정보를 이용하여 패킷을 이동노드에게 포워딩 시켜준다[3]. 따라서 이동노드가 동일 MAP 지역 네트워크 내의 새로운 서브넷으로 이동한다면 RCoA는 바뀌지 않게 된다. 이때 CN이나 HA에게는 BU 메시지를 전송하지 않으므로 시그널링 비용을 줄일 수 있다.

### Ⅲ. 계층적 Mobile IPv6에서의 패킷전송 경로

HMIPv6에서 이동노드는 새로운 외부망에 접속했을 때 AR(Access Router)로부터 자신이 위치한 망의 네트워크 prefix 및 MAP가 위치한 망의 네트워크 prefix 정보를 얻어서 LCoA와 RCoA를 구성한다. 그 후 이동노드는 MAP에게 LCoA와 RCoA의 바인딩 정보가 있는 BU 메시지를 보내 지역적인 등록을 한다. BU 메시지를 받은 MAP는 주소 충돌 검사 후 이러한 이동노드의 정보를 바인딩 캐쉬에 저장하고 이동노드에게 BA 메시지로 위치정보가 등록되었음을 알린다. BA 메시지를 받은 이동노드는 새로운 네트워크에 들어왔으므로 HA에게 RCoA 정보가 포함된 BU 메시지를 보내고 응답받는다. 이 때 동시에 HA에게 보낸 BU 메시지와 동일하게 CN들에게도 전송한다. 결국 HA와 CN들은 RCoA만 알게 되므로 이동노드의 MAP 지역 네트워크 내부의 서브넷간 이동은 모르게 된다. 또한 빠른 핸드오프를 위해서 이동노드는 MAP 영역을 변경하기 전에 MAP에게도 BU 메시지를 보내게 된다. 이렇게 함으로써 이동노드의 이전의 MAP으로 오는 패킷은 현재 MAP 지역 네트워크의 LCoA로 보내지게 된다[4].

그러나 CN과 이동노드가 통신하게 될 때 CN은 이동노드의 LCoA가 아닌 RCoA를 알고 있기 때문에 CN에서 이동노드로 가는 모든 패킷경로는 MAP를 통과하게 되어 MAP로의 패킷 집중현상을 초래한다. 또한 CN에서 이동노드로 패킷 전송 시 직접 전송되지 않고 MAP를 거치게 되므로 경로 최적화를 보장하지 못하게 되어 패킷 전송비용이 증가하게 된다. 특히, MAP가 이동노드의 RCoA로의 패킷을 수신 시 MIPv6의 HA와 같이 그 패킷을 가로채어서 바인딩 캐쉬를 참조하여 이동노드의 LCoA로 터널링시키고 이동노드는 그 패킷을 디캡슐레이션 해야 하므로 패킷전송 지연 및 터널링을 위한 패킷 전송 비용이 추가된다.

### Ⅳ. 제안된 경로 개선방법

#### 1. 제안 기법의 개요

HMIPv6의 지역성을 바탕으로 위치갱신을 위한 시그널링 비용을 감소시키면서, HMIPv6의 경로 지연에 대한 문제를 개선하고 MAP로의 패킷이 집중하는 것을 완화시킬 수 있도록 본 연구에서는 이동노드의 지역성과 이전 서브넷에서의 상주시간을 고려한 기법을 제안하고자 한다. 즉 이동노드가 새로운 서브넷으로 이동했을 때 이전 서브넷에서 오랜 시간동안 머문 경우는 LCoA를 등록하고, 그렇지 않은 경우는 RCoA를 등록하게 한다. 그렇게 하여 이동노드의 이동성에 따라 CN이 이동노드에게 유동적으로 개선된 경로를 통하여 패킷을 전송하여 패킷 전송의 지연을 줄일 수 있고, MAP로의 패킷 집중 현상을 완화시킬 수 있다[5].

#### 2. 제안 기법의 경로선택 알고리즘

제안기법에서는 기존의 HMIPv6의 MAP에 각각의 이동노드의 이전 서브넷 상주시간과 마지막 갱신 시간, 또 MAP 영역내의 평균 상주시간 정보를 가지고 있는 프로파일(Profile)이라는 구성요소를 추가한다. 그래서 MAP는 프로파일의 내용을 기반으로 이동노드가 CN들에게 바인딩할 때 사용하는 LCoA와 RCoA를 결정한다. 그리고 프로파일에 저장되는 각각의 이동노드에 대한 이전 서브넷 상주시간 정보는 이동노드가 MAP에 현재와 이전 서브넷에서 위치갱신을 한 시간의 차로 결정되고 마지막 갱신시간 정보는 MAP에 이동노드의 위치갱신 시 프로파일에 저장된다.

또한  $T_i$ 를 MAP  $i$  영역내의 전체 평균 상주시간이라 정의하고,  $T_{prev}$ 를 이동노드의 이전 서브넷 상주시간이라 정의하였을 때, 이동노드가 CN에게 BU를 보낼 때 CoA를 선택하는 것은 MAP가 프로파일을 참조하여 다음과 같이 결정한다.

$$\text{if } T_{0000} \geq T_0 \quad \text{LCoA} \quad (1)$$

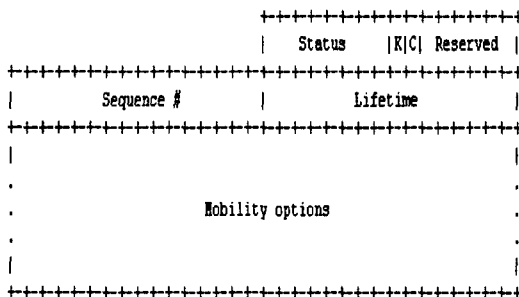
$$RCoA$$

즉, 이동노드의 이전 서브넷 상주시간이 MAP i 영역내의 전체 평균 상주시간보다 큰 경우는 특정 서브넷에 오래 상주하는 경우이므로 CN에게 자신의 LCoA를 알려줌으로서 패킷전송 경로를 개선시키고 MAP로의 패킷집중현상을 완화시킨다. 반면 이동노드의 이전 서브넷 상주시간이 작은 경우는 이동노드가 자주 핸드오프하는 경우이므로 CN에게 RCoA를 알려줌으로서 기존 HMIPv6의 지역성을 이용해 CN으로의 등록부담을 줄일 수 있다.

### 3. 제안 기법의 관련 메시지 및 동작

MAP는 제안된 알고리즘을 이용하여 CN에게 알릴 이동노드의 CoA를 결정한다. 그리고 결정된 CoA를 이동노드에게 알리기 위해 기존의 BA 메시지를 이용한다. 즉 BA 메시지의 reserved 필드의 1 비트를 이용하여 'C'(CoA) 필드를 정의하며 정의된 메시지는 다음과 같다.

C 필드 : 필드 값이 '0'이면 MAP에 의해 선택된 CoA가 RCoA를 의미하고, '1'이면 LCoA를 의미한다. 만일 이동노드가 제안된 메시지를 인식하지 못한다면 기존의 HMIPv6의 동작으로 처리된다.



▶▶ 그림 1. 제안된 BA 메시지 형식

### 4. 제안 기법의 경로설정 방법

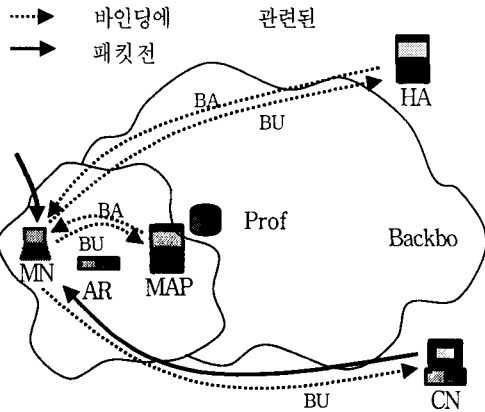
본 연구의 제안 기법은 MAP영역 간의 이동인지, MAP영역 안의 이동인지에 따라 매크로 이동과 마이

크로 이동으로 나누어 설명한다.

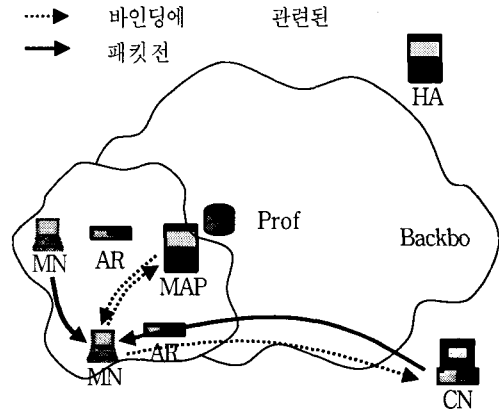
#### 가) 매크로 이동 시 경로설정 방법

이동노드가 새로운 MAP 영역으로 이동한 경우, HA와 MAP로의 바인딩은 기존의 HMIPv6와 동일하지만 CN과의 바인딩은 제안된 알고리즘에 의해 선택된 CoA에 따라 달라진다. 매크로 이동시 바인딩은 다음의 과정으로 실행된다.

- 1) 이동노드가 새로운 MAP 네트워크 영역으로 들어오자마자 HMIPv6와 같은 방식으로 RCoA와 LCoA를 구성한다.
  - 2) 이동노드는 MAP에게 RCoA와 LCoA의 바인딩 정보를 포함한 BU 메시지를 보낸다.
  - 3) BU 메시지를 수신한 MAP는 제안한 알고리즘에 의해 이동노드가 CN에게 바인딩 할 CoA를 결정하고 BU 수신시간을 프로파일에 저장한다. 또한 BU 수신시간과 이전 MAP 서브넷에서 수신한 BU 메시지의 시간의 차이를 계산하여 프로파일에 저장한다.
  - 4) 이동노드에 대한 CoA를 결정한 MAP는 이동노드에게 선택된 CoA에 따라 'C'비트가 설정된 BA 메시지를 보낸다.
  - 5) BA 메시지를 받은 이동노드는 HA에게 BU 메시지를 보내고 BA 메시지를 받는다.
  - 6) 이동노드는 home address 필드는 HoA로 하고 alternate CoA 옵션은 선택된 CoA에 따라 설정하여 CN에게 BU 메시지를 보내고 BA 메시지를 받는다.
- 위의 절차로 이동노드의 위치갱신이 되며 그 후, CN은 이동노드에게 자신이 알고 있는 CoA를 이용하여 패킷을 전송한다.



▶▶ 그림 2. 매크로 이동 시 위치갱신 및 패킷전송(LCoA 선택 시)



▶▶ 그림 3. 마이크로 이동 시 위치갱신 및 패킷전송(LCoA 선택 시)

나) 마이크로 이동 시 경로설정 방법

이동노드가 동일 MAP 지역 내의 새로운 서브넷으로 이동한 경우, 이동노드는 HA에게 위치갱신을 하지 않고 MAP에게만 위치갱신을 한다.

- 1) 이동노드가 동일 MAP 지역 내의 새로운 서브넷으로 들어오자마자 새로운 LCoA를 구성한다.
- 2) 이동노드는 MAP에게 BU 메시지를 보낸다.
- 3) BU 메시지를 받은 MAP는 매크로 이동시와 같은 동작을 거쳐 이동노드에게 선택된 CoA에 따라 'C'비트가 설정된 BA 메시지를 보낸다.
- 4) BA 메시지를 받은 이동노드는 선택된 CoA에 따라 BU 메시지를 전송한다.

위의 위치갱신 이 후에 CN에서 이동노드로의 패킷 전송은 매크로 이동과 동일하게 전송된다.

V. 결론

HMIPv6는 지역적으로 계층적 구조를 적용하기 위해서 임시적 HA 역할을 하는 MAP라는 중간 위치 관리자를 둔다. 그래서 이동노드가 이동성에 상관없이 이동을 하여도 CN들은 RCoA밖에 알지 못한다. 그 결과 CN에서 이동노드로 가는 모든 패킷경로는 MAP를 통과하게 되어 MAP로의 패킷 집중현상을 초래하고 경로 최적화를 보장받지 못하게 되어 패킷 전송비용이 증가하게 된다.

이에 본 연구에서는 HMIPv6의 지역성을 바탕으로 위치갱신을 위한 시그널링 비용을 감소시키면서, HMIPv6의 경로 지연에 대한 문제를 개선하고 MAP로의 패킷이 집중하는 것을 완화시킬 수 있도록 이동노드의 지역성과 이전 서브넷에서의 상주시간을 고려한 기법을 제안하였다. 이로서 이동노드의 이동성에 따라 CN이 이동노드에게 유동적으로 개선된 경로를 통하여 패킷을 전송하여 패킷 전송의 지연을 줄이고, MAP로의 패킷 집중 현상을 완화시킬 수 있다.

향후 연구 과제로는 이동노드의 매크로 이동 시 이전 서브넷에서의 상주시간 및 위치갱신 시간의 정보를 효율적으로 얻을 수 있는 방법에 대한 연구와 이동노드가 통신중 이동 시 CoA 변경에 대한 패킷손실

및 지연발생에 대한 연구가 필요하다.

#### ■ 참고문헌 ■

- [1] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt (work in progress), June. 2003.
- [2] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El-Malki, L. Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management(HMIPv6)," draft-ietf-mipshop-hmipv6-00.txt(work in progress), June. 2003.
- [3] 정희영, 김대영, "계층적 Mobile IPv6 구조에서 빠른 핸드오버의 효율적인 지원 구조," 한국통신학회논문지, Vol.29, No.2B, pp.210-216, 2004년 2월
- [4] 정계갑, 이상욱, 김준년, "페이징 영역크기에 따른 계층적 이동 IPv6의 성능분석," 한국통신학회논문지, Vol.28, No.12A, pp.964-974, 2003년 12월
- [5] 황승희, 이보경, 황종선, 한연희, "노드 이동성을 고려한 계층적 이동 IPv6 네트워크에서의 적응적 경로 최적화 방안," 정보과학논문지, 제30권, 제4호, pp.474-483, 2003년 8월