

Mobile IPv6에 관한 연구

김우완*, 장상동**

*경남대학교 정보통신공학부

**경남대학교 컴퓨터공학과

A Study on Mobile IPv6

Wu Wuan Kim, Sang - Dong Jang

Dept. of Division of Information and Communication Engineering, KyungNam University

Dept. of Computer Engineering, KyungNam University

요 약

차세대 인터넷 프로토콜인 IPv6를 기반으로하는 응용들에 대한 연구가 활발해지고 있는 지금 이동 단말로 인터넷을 즐기는 사용자들이 증가하고, IPv6의 조기 적용 가능 분야가 이동통신 망에서의 무선인터넷 서비스, 홈 네트워킹을 이용한 정보가전 분야로 Mobile IPv6는 이러한 분야에서 핵심적인 역할을 수행할 것이며, 이에 Mobile IPv6는 IPv6가 사용되는 한 함께 제공되어야 할 필수 항목 중 하나가 되었다. 여러 망 사업자들, 대학들, 연구기관 및 기업체에서 프로토콜 스펙에 맞는 Mobile IPv6 시스템을 개발하고 있으며, 트라이앵글 라우팅 문제로 인한 핸드오프 지연은 해결해야할 큰 과제중의 하나이다. 본 논문에서는 이러한 문제의 해결을 위한 Mobile IP의 이동성지원과 이동성 관리비용을 줄이기 위해 제안된 방법들과 Mobile IPv6에서의 이들의 해결을 위한 내용들을 정리하고 앞으로의 연구과제에 대해 알아보도록 한다.

1. 서론

인터넷 사용자들은 언제 어디서나 고품질의 인터넷 서비스를 사용하기를 바라고 있으며, 휴대용 컴퓨터나 PDA와 같은 이동 단말들의 성능 향상과 무선 통신 기술의 발전으로 인하여 그 사용자 수가 크게 증가하고 있다. 모든 이동 단말기가 IP 주소라는 특정 식별자를 사용한다면, 사용자들은 링크계층(802.11, air, etc)에 독립적으로 자신이 사용하던 서비스를 계속 이어받을 수 있을 뿐만 아니라, 자연스럽게 글로벌 로밍 문제도 해결될 수 있기 때문에 IETF의 mobileip 워킹 그룹은 Mobile IP의 전개와 Mobile IP의 단점을 보완할 적절한 프로토콜을 표준화하는 작업을 하고 있으며, 다른 여러 표준화 단체에서도 셀룰러 시스템(UMTS, CDMA2000, GPRS, etc)에 Mobile IP를 도입할 계획이다.

무선 인터넷 사용자의 지금과 같은 증가추세라면 기존의 IPv4의 주소체계로는 늘어나는 주소 요구량을 충족시킬 수 없으므로 현재 차세대 인터넷 프로토콜로 주목받고 있는 IPv6를 이용하여 이동성을 제공하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. IPv6는 앞으로의 수요를 충족시킬 만큼의 충분한 주소를 제공할 수 있는 큰 주소공간을 가지고 있어 IPv4의 주소부족 문제를 해결한다. Mobile IPv6는 IPv6에서 크게 수정

된 프로토콜이 아니라, IPv6의 기능들을 그대로 이용하면서 이동성을 제공하고자 하기 때문에 Mobile IPv4보다 효과적으로 이동성을 지원할 수 있으며 탁월한 규모 확장성을 지니고 있다. 즉, Neighbor Discovery와 Address auto configuration 기능을 이용하여 이동 단말이 이동하였을 때 자동으로 자신의 위치 정보를 구성할 수 있도록 하였으며, 자신의 변환 위치정보를 필요한 노드들에게 알릴 수 있도록 destination option을 추가함으로써, IPv4에서는 존재해야만 했던 일부 시그널 메시지들과 에이전트를 제거하였다. 또한 경로 최적화를 위한 프로토콜이 기본 기능으로 제공되고 있다.

Mobile IP(RFC 2002)[1]는 IETF 워킹 그룹에서 제안한 표준으로, TCP와 같은 상위 계층 프로토콜에 투명하게 네트워크 계층에서 노드의 이동성을 지원하는 내용을 포함한다. Mobile IP는 네트워크 계층에서 이동성을 지원하지만, 이동 노드로 패킷이 비효율적으로 전송되는 트라이앵글(triangle routing) 문제를 발생시키며, 이러한 문제로 인하여 이동성 관리비용이 많이 든다. 본 논문에서는 먼저 Mobile IPv6의 개념에 대해 살펴보고, 다른 특성을 갖는 Mobile IPv4 이동성 관리비용을 줄이기 위해 제안된 방법들을 간단히 살펴본 후, Mobile IPv6에서의 이들의 해결을

위한 방법을 정리하도록 한다.

2. Mobile IPv6의 개요

2.1 Mobile IPv6 메시지

Mobile IPv6는 홈 에이전트, 홈 네트워크, COA(Care of Address)등의 Mobile IPv4의 기본 개념들은 그대로 수용한다. Mobile IPv6에서는 새롭게 정의되는 정보의 상호 교환이 필요하다. Mobile IPv6에서 사용되는 모든 새로운 메시지는 IPv6 Destination Options로써 정의된다. 이 옵션들은 한 패킷의 목적지 노드에 의해 검사될 필요가 있는 추가 정보를 전송하기 위해 IPv6에서 사용된다[2].

다음의 네 가지 새로운 옵션을 Mobile IPv6에서 정의하고 있다[3].

◆ Binding Update(BU)

이동 노드에 의해서 자신의 홈 에이전트 혹은 다른 대응 노드에게 자신의 현재 COA를 알려주기 위해 사용된다.

◆ Binding Acknowledgement(BA)

응답의 요구가 있을 때 Binding Update에 대한 응답으로 사용된다.

◆ Binding Request(BR)

어떤 노드로 하여금 이동노드에게 현재의 COA와 함께 Binding Update를 보내도록 요청하도록 하기 위해 사용된다.

IPv6 노드는 터널링을 사용하지 않으면서 TCP 연결과 같은 상위 계층 연결을 유지하기 위해서 다음 Destination 옵션을 정의한다.

◆ Home Address Option

한 패킷의 응답자에게 이동노드의 Home Address를 알리기 위해서 이동 노드가 보낸 패킷에서 사용된다. Home Address 옵션을 갖는 한 패킷이 승인되면 Home Address 옵션 또한 승인되어야 한다.

또한 IPv6에서 이동 노드가 외부 망으로 이동해 있는 동안 홈 망이 재구성되어 홈 에이전트가 바뀌는 경우 이동 노드가 동적으로 홈 에이전트 주소를 알아내기 위해 사용하는 두 개의 ICMPv6 메시지를 정의한다. 이 메시지들은 홈 망에 바인딩 정보를 등록하고자 하는 이동 노드가 현재 홈 망에서 홈 에이전트 역할을 수행하고 있는 라우터들을 찾기 위해 사용된다.

◆ Home Agent Address Discovery Request

이동 노드가 Mobile IPv6 Home-Agent anycast 주소를 목적지 주소로 설정하여 위 ICMP 메시지를 전송하면, 홈 망에서 홈 에이전트 기능을 수행하는 라우터 중 하나가 수신한다.

◆ Home Agent Address Discovery Reply

Home Agent Address Discovery Request를 받은 홈 에이전트는 Home Agent Address Discovery Reply 메시지에 홈 망에서 홈 에이전트 역할을 수행하는 모든 라우터들의 정보를 담아 응답한다. 홈 망에 있는 모든 홈 에이전트들은 각 홈 에이전트들이 주기적으로 전송하는 Router Advertisement 메시지를 통해 홈 에이전트 리스트를 만들어 유지할 수 있다.

2.2 Mobile IPv6 원리

기존의 IP 주소를 그대로 유지하면서 통신을 가능하게 하기 위해서는 이동성을 보장할 수 있는 Mobile IP 라는 프로토콜이 사용된다. Mobile IPv6는 Address auto-configuration이나 Neighbor Discovery 메커니즘과 같이 IPv6에서 지원하고 있는 기능들을 사용함으로써, IPv4에서보다 간단한 방법으로 이동성을 지원할 수 있다. Mobile IPv6의 기본 동작은 그림 1.에서 설명하고 있으며, 이해를 돕기 위해 A, B, C 세 개의 서브넷을 가정하였다[4].

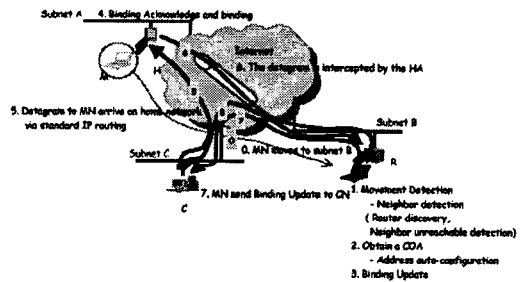


그림 1. Mobile IPv6의 기본 동작

◆ 이동 탐지(Movement Detection)

홈과 떨어져 있는 동안 이동 노드는 한 라우터를 기본 라우터로 선택하고 주 COA의 서브넷 프리픽스로 사용하기 위해 그 라우터에 의해 advertise된 서브넷 프리픽스를 선택한다.

이동 노드는 그것이 한 링크에서 다른 링크로 이동할 때 여러 메커니즘을 사용할 것이다. 만약 이동 노드가 특정한 시간동안 Router Advertisement를 받지 못하면, 그것은 이 기본 라우터에 더이상 도달할 수 없다고 간주할 것이고 그것이 현재 Router Advertisement를 받을 수 있는 또 다른 라우터로 바꾸기를 결정할 것이다.

이동 노드가 다른 링크로 이동했다는 것을 탐지하자마자 그것은 그것의 홈 에이전트와 Binding UpdateList에 엔트리를 갖고 있는 대응 노드들에 Binding Update을 보낸다. 이런 식으로 이동 노드는

자신의 새로운 COA를 advertise한다.

◆ COA Acquisition & Binding Update

이동이 감지된 후에는 address auto-configuration 방법으로 COA를 획득하고 그 주소를 홈 에이전트 및 자신이 통신하고 있던 모든 CN에 BU메시지를 이용하여 알린다. 홈 에이전트는 그 BU 메시지에 대한 응답으로 BA메시지를 전송하고 바인딩 정보를 유지한다.

◆ 라우팅 최적화(Route Optimization)

CN은 바인딩 정보를 저장하고 다음부터는 그 바인딩 정보를 사용하여 홈 에이전트를 거치지 않고 직접 통신할 수 있다. 이렇게 홈 에이전트를 거치지 않고 통신할 수 있는 기능은 Mobile IPv4에서는 기본 스펙에서 다루지 않고 경로 최적화를 위한 별도의 프로토콜을 제시하지만, Mobile IPv6에서는 기본 스펙에서 포함하고 있다. 따라서 이동 노드를 목적지로 하는 모든 패킷들이 홈 에이전트를 지나야만 했던 상황에서 발생할 수 있었던 문제점, 즉, 홈 망에서의 병목현상, 홈 에이전트가 다운되었을 경우에 치명적이었던 문제점 및 삼각 라우팅 문제를 어느 정도 안정적으로 해결할 수 있다.

2.3 Smooth Handoff

이동 노드가 A망에서 B망으로 이동하여 서비스를 받던 도중 다시 임의의 다른 망으로 이동하였을 경우에 이동을 감지한 후 새로운 COA를 획득하여 바인딩 업데이트가 일어나서 정상적으로 서비스를 받게 되기 까지 기간, 즉 handoff 동안에 이동 노드로 패킷을 보내는 CN은 이동 노드가 아직 B에 있는 것으로 인식하기 때문에 패킷을 B망으로 전송한다. 이 때 B망의 한 에이전트가 이 패킷들을 버리지 않고 이동 노드까지 전송해 주어 패킷 손실을 줄이는 것이 smooth handoff이다. 그러기 위해서 이동 노드는 망 B의 라우터로 BU를 전송하여 그 라우터가 이동 노드의 이전 COA에 대한 임시 홈 에이전트 역할을 수행하도록 한다. 따라서 이전 COA로 오는 패킷을 이 라우터가 가로채어 새로운 COA로 IPv6 encapsulation을 사용하여 터널링한다. 이 터널링된 패킷을 받은 이동 노드는 CN으로 BU를 보내 바인딩 정보를 갱신한다.

3. Mobile IPv4

이 장에서는 Mobile IPv4에서의 이동성 관리 비용을 줄이기 위해 제안된 연구와 개선 방안들에 대해 간략히 살펴보도록 하겠다.

Mobile IPv4에서의 이동성 관리비용을 줄이기 위해

많은 방법들이 제안되는데, 이들은 핸드오프로 발생하는 지연과 증지를 줄이고, 위치관리를 위해 홈 에이전트 또는 상대 노드로 발생하는 시그널링 부하를 줄이는 것을 공통목표로 한다[5]. 이동 노드가 위치 이동시 발생하는 이동성 관리비용을 줄이고자 여러 방법이 제안되고 있는데 대표적인 것으로 네트워크의 계층 구조를 이용한 계층적 이동성 관리 기법(Hierarchical Mobility Schemes) 및 외부 에이전트의 계층 구조 기법(Hierarchy of Foreign Agents)과 외부 에이전트 멀티캐스트 그룹(Multicast Group of Foreign Agents) 기법에 관한 연구가 있다[6].

3.1 계층적 이동성 관리 기법

Caceres[7]는 이동성 관리를 위해 발생하는 시그널링 부하를 줄이기 위해 이동노드의 이동성을 로컬이동, 관리 도메인(domain) 내의 이동 관리 도메인 사이의 이동으로 구분하여 계층적으로 이동성을 관리하는 방법을 제안한다.

이 제안은 외부 에이전트의 계층을 정의하고 있는데, 로컬 이동은 하나의 서브넷(subnet)에 있는 외부 에이전트가 관리하고, 이들 외부 에이전트의 상위에 있는 도메인 외부 에이전트가 관리 도메인 내 서브넷 사이의 이동을 관리한다. 따라서 이동 노드의 홈 에이전트는 이동 노드가 관리 도메인의 경계를 이동했을 때에만 관여하게 되고, 관리 도메인 내의 이동은 홈 에이전트 또는 상대 노드에게 투명하다.

3.2 외부 에이전트의 계층 구조 기법

Perkins[8]는 이동성 관리비용을 줄이기 위해 외부 에이전트로 구성되는 계층 구조를 정의하고, 외부 에이전트들 사이의 계층 구조를 구성하기 위해 다수의 외부 에이전트를 광고하는 방법을 사용한다. 사이트 위상내에 있는 외부 에이전트들은 하나의 트리를 구성하고, 이동 노드가 사이트 내에 이동할 때는 홈 에이전트 또는 상대 노드에게 위치 등록을 새로이 할 필요가 없다. 하나의 사이트에 대한 트리는 서브 트리인 서브 네트워크로 분해되고, 각각의 서브 네트워크는 도 서브 트리인 서브 네트워크로 분해되는 구조이다.

3.3 외부 에이전트의 멀티캐스트 그룹기법

Balakrishnan[9]는 핸드오프로 발생하는 지연과 증지를 줄이기 위해, 목적지가 이동 노드인 패킷을 홈 에이전트를 통해 이동 노드의 현재 위치와 인접해 있는 여러 개의 외부 에이전트에게 멀티캐스트하는 기법을 제안한다.

4. 결론 및 향후 연구방향

IPv6은 제 3 세대 무선 인터넷에 있어 가장 중요한 요소인 것은 틀림없는 사실일 것이며, IPv6의 조기 적용 가능 분야가 이동통신 망에서의 무선인터넷 서비스, 홈 네트워킹을 이용한 정보가전 분야로 Mobile IPv6은 이러한 분야에서 핵심적인 역할을 수행할 것이다.

앞서 Mobile IPv6와 Mobile IPv4의 이동성 지원에 관한 내용을 살펴보았다. Mobile IPv6의 라우팅 최적화 기능은 Mobile IPv4에서는 별도의 프로토콜을 사용하던 것을 개선하였으나, Mobile IP는 네트워크 계층에서 이동성을 지원하지만 트라이앵글 라우팅 문제로 상당히 많은 핸드오프 비용이 든다. 이동성의 관리를 위해 Mobile IPv6에서도 터널링을 사용하여 어느 정도 극복하고 있으나 여전히 문제로 남아있다. 향후 Mobile IPv6에서도 이러한 핸드오프로 발생하는 지연을 최소화할 수 있는 다양한 방법들의 연구가 필요하다.

[참고문헌]

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4, revised", Internet Draft, September 2000
- [2] S. Deering and R. Hinden, "*Internet Protocol, Version 6(IPv6) Specification*", RFC 2460, 1998
- [3] David B. Johnson and Charles Perkins, "*Mobility Support in IPv6*", Internet Draft(work in progress), draft-ietf-MobileIP-ipv6-12.txt, 2000
- [4] 이경진, 이승윤, 김용진, "*Mobile IPv6 개발 동향*", IPv6 포럼 코리아 기술문서 2001-005, 2001
- [5] Ian F. Akyildiz, Joseph S. M. Ho and Wenye Wang, "Mobility Management in Next Generation Wireless Systems", Proceeding of the IEEE, August 1999
- [6] 김경숙, "MOBILE IP에서의 이동성 기반의 이동성 관리 방법", 포항공대, 2000
- [7] Ramon Caceres and V. Padmanabhan, "Fast and Scalable Handoffs for Wireless Internetworks", ACM MOBICOM 1996
- [8] C. Perkins, "Mobile IP Local Registration with Hierarchical Foreign Agents", Internet Draft, 1996
- [9] H. Balakrishnan and S. Seshan, "Improving Reliable Transport and Handoff Performance in Cellular Wireless Networks", ACM Wireless Networks, 1995