

Mobile IPv6 환경에서의 Mobile Network 지원에 관한 연구

차정석*, 송주석*

*연세대학교 컴퓨터산업시스템공학과
e-mail:{jscha, jssong}@emerald.yonsei.ac.kr

A Study on Supporting Mobile Network in Mobile IPv6 Environment

Jeong-Seok Cha*, Joo-Seok Song*

*Dept of Computer Science and Industrial System Engineering,
Yonsei University

요 약

Mobile Network은 일정한 규모 이상의 이동성을 지원하는 네트워크를 말한다. Mobile IP는 표준 IP에 이동성을 지원하기 위한 기법이다. Mobile IPv4에서는 Mobile Network을 가상적인 하나의 Mobile Node처럼 취급하여 지원이 가능하다. 하지만, Mobile IPv6에서는 몇몇의 문제점으로 인하여 Mobile IPv4에 서와 같은 접근이 어렵다. 이 논문에서는 Mobile IPv6환경에서 Mobile Network을 지원할 수 있는 기법을 제안하고 분석하였다.

1. 서론

IP에 이동성을 지원하기 위한 방법으로 Mobile IP^[1]가 제안된지도 상당한 시간이 흘렀다. 그러나 아직도 현실에서 Mobile IP가 보편적으로 널리 전개되어 사용되지는 않고 있다. 그러는 동안 인터넷의 사용이 폭발적으로 증가함에 따라서 IP자체의 주소공간 부족이라는 근본적인 문제 해결을 위해 IPv6^[2]가 제안되었고, 그에 따라 Mobile IP도 Mobile IPv6^[3]로의 확장이 시도되고 있다. 한편, 시대가 발전함에 따라서 네트워크의 이용은 점점 증가하고 있고, 사용자들은 보다 다양한 서비스를 요구하는 추세이다. 이 논문에서는 하나의 IP노드가 움직이면서도 지속적인 서비스를 받을 수 있는 Mobile IP개념을 확장한 Mobile Network, 특히 Mobile IPv6환경에서의 Mobile Network지원에 대하여 살펴보려 한다.

2. Mobile IP와 Mobile Network

Mobile IP는 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 표준화한 프로토콜로 IP를 사용하는 노드가 이동함에 따라 자신의 접속점이 변경되더라도 지속적인 통신이 가능하도록 하는 기법이다. Mobile

IPv6는 Mobile IP의 IPv6버전이며, 현재 IETF의 Mobile IP working group에서 표준화 작업 중에 있다. 처음에 제안되었던 Mobile IPv6와 비교했을 때 지금 현재 draft로 있는 Mobile IPv6는 보안과 관련된 관점에서의 많은 고려사항이 반영되어 있다. 대표적인 것이 RRP(Return Routability Procedure)로서, 간단히 설명하면 MN(Mobile Node)이 CN(Correspondent Node)에게 BU(Binding Update)를 보내기 위해서 사전에 이루어져야 하는 reachability와 validity검증 방법이다. RRP의 사용은 여러 가지 유형의 공격으로부터 BU를 보호할 수 있다.

한편, Mobile Network은 단지 하나의 MN이 이동성을 보장받는 Mobile IP와는 달리, 어느 정도 규모이상의 네트워크가 이동하더라도 네트워크 내부의 모든 노드들이 지속적으로 통신을 할 수 있는 개념을 말한다. Mobile Network의 개념에 부합하는 예로는 비행기나 선박과 같이 자체적으로 많은 통신 노드들을 포함한 네트워크가 이동을 하는 경우를 생각해 볼 수 있다. 이러한 경우에 Mobile Network내부에 있는 많은 노드들이 지속적인 통신을 할 수 있도록 하는 방법은 크게 두 가지로 생각해 볼 수 있는데, 첫째는 각각의 통신 노드들

이 Mobile IP의 개념을 이용하여 따로따로 자신의 이동에 따른 접속점 변경을 HA(Home Agent)와 CN에 BU를 보내서 갱신하는 방법을 들 수 있다. 이 방법은 Mobile IP만을 사용하므로 새로운 개념의 도입 없이 적용이 가능하지만, Mobile Network이라는 표현을 붙이는 것 자체가 무의미한 방법이라고 할 수 있고, 이 논문에서는 다루지 않는다. 둘째는 Mobile Network이 내부의 Mobile Node들의 이동성과 관련된 작업을 대신 처리하고 내부의 Mobile Node들은 자신이 포함된 네트워크의 이동으로부터 가려지는 방법을 생각할 수 있다. 이 논문에서는 두 번째 방법을 "Mobile Network"으로 규정하고, Mobile IPv6환경에서의 Mobile Network지원에 대하여 다루려 한다.

3. Mobile IPv6환경에서의 Mobile Network 지원 문제 및 관련연구

Mobile IPv6환경에서 Mobile Network을 지원하기 위해서는 다음과 같은 사항들이 고려되어야 한다.

- Mobile Network은 내부노드들의 이동성 처리를 대신할 수 있는 메커니즘을 가지고 있어야 한다.
- Mobile Network은 내부노드들과 그들 각각의 CN들과의 통신에서 경로 최적화를 지원해야 한다.

Mobile IPv4환경에서 Mobile Network의 지원은 Mobile IPv6환경에서의 Mobile Network 지원 보다 어느 정도 유리한 측면이 있는데, 그것은 Foreign Agent(FA)가 존재한다는 점과, CN에게 BU를 전송하는 주체가 Mobile Node가 아닌 HA라는 점이다. 반면에 FA가 존재하지 않고, CN에게 BU를 전송하는 주체가 MN이라는 점, Mobile IPv4에서보다 더욱 강화된 BU보호 메커니즘인 RRP가 존재한다는 점이 Mobile IPv6환경에서의 Mobile Network지원을 어렵게 하고 있다.

관련된 연구로 DNS(Domain Name Server)에 Mobile Network의 멀티캐스트 주소를 저장하고, Mobile Network의 내부노드와 통신하려고 하는 CN들이 DNS로부터 얻은 멀티캐스트 그룹에 가입한 뒤, Mobile Network의 Mobile Network Gateway가 멀티캐스트하는 BU를 수신하는 방법으로 Mobile IPv6환경에서 보다 효율적으로 Mobile Network을 지원하려는 노력이 있었다.^[4] 이러한 연구는 멀티캐스트를 이용한 효율적인 BU전송이 가능한 반면에, 모든 CN에 Network Update라는 새로운 기능을 추가해야 하고, 추가적인 개체인 Foreign Gateway가 필요하며, BU 수신을 위한

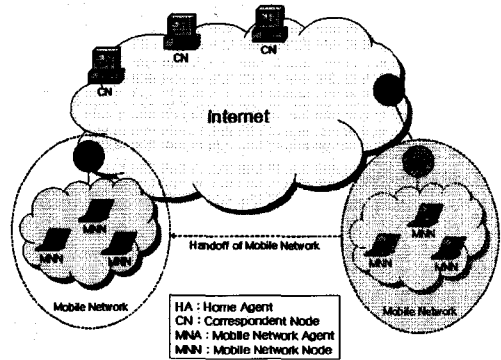


그림 1 Mobile Network의 구성요소

멀티캐스트 그룹에 누구나 가입할 수 있는 보안적 측면에서의 취약성이 존재한다. 또, Mobile IPv6의 표준화가 아직도 진행중이기 때문에, Mobile IPv6자체가 [4]의 연구가 진행된 때와는 상당히 달라져서 현재의 Mobile IPv6환경에 그대로 적용하기 어렵다. 따라서 이 논문에서는 현재의 Mobile IPv6에 많은 변화 없이 적용 가능한 Mobile Network 지원방안을 제안하려고 한다.

4. 제안하는 기법

그림 1은 이 논문에서 다루려고 하는 Mobile Network의 구성요소들을 나타내고 있다. Mobile Network에는 MNA(Mobile Network Agent)가 존재하는데, MNA는 Mobile Network내의 유일하면서 특수한 라우터이다. MNN(Mobile Network Node)은 Mobile Network의 내부노드들을 나타내며, 각각의 MNN은 인터넷상에 있는 CN들과 통신을 한다.

기본적인 Mobile IPv6환경에 큰 변화 없이 Mobile Network을 지원하기 위해서 새롭게 제안하는 기법에서는 MNA의 역할이 매우 중요하다. MNA는 특수한 라우터로서 자신의 접속점이 변경될 때 Mobile IPv6의 일반적인 Mobile Node처럼 HA에 BU를 전송하는 방법

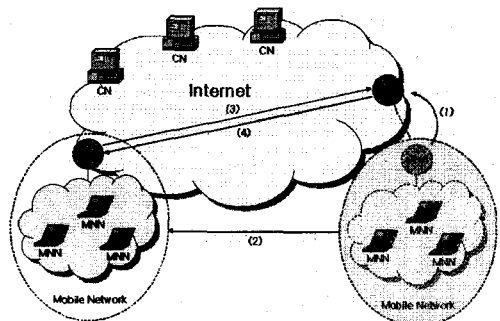


그림 2 Mobile Network의 Binding Update

으로 자신의 위치를 등록한다. 그림 2는 MNA가 HA에 Binding Update를 하는 과정을 나타낸다. 그림 2의 과정을 자세히 살펴보면 다음과 같다. 그림 2의 (1)은 MNA가 자신이 관리하는 Mobile Network에 있는 MNN들의 Home Address를 HA에 알려주는 과정이다. 이러한 과정은 나중에 CN으로부터 오는 패킷에 대하여 HA가 패킷을 가로챌 다음 그 패킷의 목적지 주소가 MNA가 관리하는 Mobile Network에 속한 MNN임을 알 수 있게 하기 위함이다. 그림 2의 (2)는 Mobile Network이 handoff함을 나타내고 있고, 그림 2의 (3)은 MNA가 자신의 새로운 CoA(Care-of Address)를 획득한 뒤 HA에 BU를 전송하는 과정을, 그림 2의 (4)는 HA가 MNA에 BA(Binding Acknowledgement)를 전송하는 것을 나타낸다. 이 과정에서 MNA는 Mobile Network내의 유일한 라우터이므로 내부의 MNN들에게는 MNA의 home address의 prefix를 계속 알려줘야 한다. 만일 MNA가 새로 획득한 CoA의 network prefix를 advertisement한다면 내부의 모든 MNN들은 자신의 network prefix가 변경된 것으로부터 자신의 접속점이 변경된 것을 알고 각각 새로운 CoA 획득 및 BU를 수행하려 하는 문제가 발생하기 때문이다. 다시 말해서 MNA는 네트워크 자체가 이동한 것을 감지하고 새로운 CoA를 획득한 뒤 HA에 BU를 수행하지만, Mobile Network 내부적으로는 MNA는 자신의 home network상의 prefix를 지속적으로 사용해야 한다는 의미이다.

일단 Mobile Network의 BU가 MNA에 의해 수행된 다음에는 그림 3에서와 같이 CN으로부터 MNN으로의 패킷전송이 가능해지는데, 그림 3의 (5)와 같이 CN이 전송한 packet은 HA에 의해 가로채지고, HA는 packet의 목적지 주소가 특정한 MNA가 관리하는

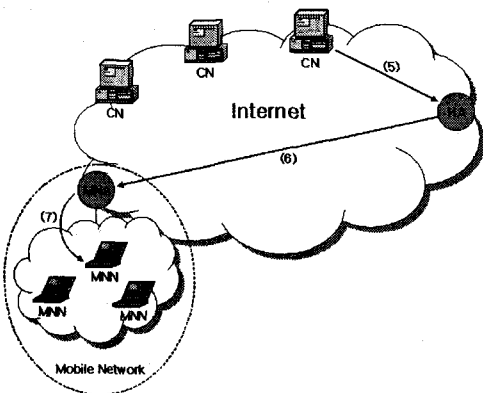


그림 3 CN에서 MNN으로의 패킷 전송
Mobile Network 내부의 MNN임을 알고, 그림 3의 (6)

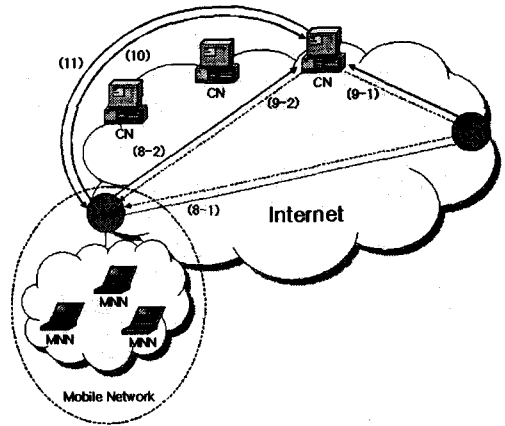


그림 4 RRP와 CN으로의 BU 전송

과 같이 자신의 Binding Cache에 등록된 MNA의 CoA로 가로챌 패킷을 encapsulation해서 터널링한다. HA로부터 패킷을 수신한 MNA는 decapsulation을 수행한 뒤, 그림 3의 (7)과 같이 원래 패킷의 목적지인 MNN의 주소를 확인하고, MNN으로 패킷을 forwarding한다.

그림 4는 CN으로부터 전송되는 패킷의 전송경로 최적화를 위한 CN으로 BU를 전송하는 과정을 나타내고 있는데, 그림 4의 (8-1)과 (8-2)는 MNA가 CN으로의 BU 전송을 위한 준비작업인 RRP의 Home Test Init와 Care-of Test Init을 나타내고 있다. 그림 4의 (9-1)과 (9-2)는 Home/Care-of Test Init에 대한 CN의 응답인 Home Test와 Care-of Test를 나타내고 있다. 이러한 과정으로 MNA는 패킷을 수신한 MNN대신에 CN에 그림 4의 (10)과 같이 BU를 전송할 수 있는데, 이때 MNA는 반드시 BU를 포함하는 패킷의 destination extension header안의 home address option 필드에 자신의 Home Address가 아닌 MNN의 Home Address를 포함시켜야 하고, 또 반드시 BA를 요청해야 한다. 그림 4의 (11)은 MNA로부터 BU를 받은 CN이 MNA로 BA를 보내는 과정이다.

이러한 과정으로 Mobile Network내부의 MNN들은 네트워크 자체가 이동하는 것에 무관하게, 자신이 이동하고 있음을 알지 못한 채 지속적인 통신을 할 수 있다. 여기에 덧붙여 고려할 사항으로는 BU의 멀티캐스트를 생각해 볼 수 있는데, 기본적으로 현재의 Mobile IPv6 환경에서는 멀티캐스트를 통해 BU를 보내는 것이 매우 어렵게 되어 있다. 왜냐하면, BU를 전송할 때에는 RRP 과정에서 생성했던 Kbm(Binding Management Key)이 사용되는데 Kbm은 MNN과 CN의 쌍마다 서로 다르기 때문이다. 따라서 MNA가 내부의 MNN을 대신해 각

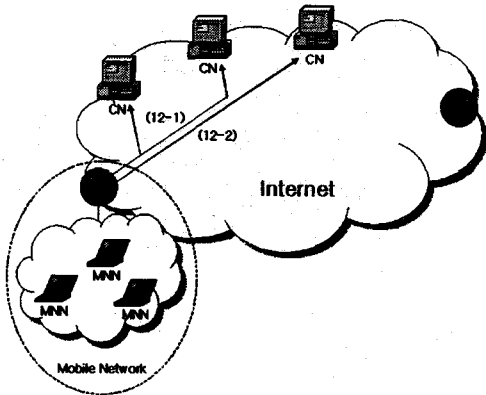


그림 5 BU의 멀티캐스트 및 유니캐스트 전송

CN에 보내는 첫 번째 BU 전송 절차는 이미 설명했던 것과 같이 RRP 수행으로 보호될 수 있지만, 멀티캐스트로 BU를 전송하려면, BU를 보호하기 어렵게 된다. 하지만, 멀티캐스트를 사용할 때에는 많은 CN에게 주기적으로 전송해야 하는 유니캐스트 BU 메시지 대신에 BU를 수신하는 CN들이 가입한 멀티캐스트 그룹으로 BU를 멀티캐스트할 수 있으므로 성능 향상을 기대할 수 있다.

이 논문에서는 선택적인 멀티캐스트 전송을 제안하는데, 그 방법은 기존의 BU와 BA 메시지를 확장하는 것이다. MNA가 전송하는 첫 번째 BU에는 반드시 BA를 요청하며 BU 메시지 안에 자신이 BU를 멀티캐스트 할 때 사용할 멀티캐스트 그룹 주소를 넣어서 전송한다. 이때, BU를 수신한 CN은 MNA에게 자신이 앞으로 BU 메시지를 멀티캐스트로 수신할 것인지, 아니면 유니캐스트로 수신할 것인지를 알려주는 내용을 BA에 포함시켜 보낸다. 한편 CN으로부터 BA를 수신한 MNA는 자신의 Binding Update List에 해당하는 CN이 멀티캐스트로 BU를 수신하는지 아니면 유니캐스트로 수신하는지를 기록하여 다음 BU 전송시에 참고하게 된다.

그림 5는 멀티캐스트로 BU를 수신하겠다고 응답한 CN(12-1)들과 유니캐스트로 BU를 수신하겠다고 응답한 CN(12-2)에 MNA가 BU를 전송하는 것을 나타내고 있다. 한편 멀티캐스트로 BU를 수신하기로 한 CN은 당연히 처음 수신한 BU 메시지에 포함된 멀티캐스트 그룹에 가입해야 하며, 멀티캐스트 BU 메시지 내의 인증과 관련된 값들은 멀티캐스트로 BU를 수신하고자 하는 CN측에서 단순히 무시하면 된다.

5. 분석 및 결론

이 논문에서 제안한 Mobile IPv6 환경에서의 Mobile Network 지원을 위한 기법은 최근의 Mobile IPv6에 그

다지 큰 변화 없이 적용이 가능한 기법으로 Mobile Network 내부의 노드들은 이동성 관련 처리로부터 자유롭다. 또한 MNA를 두어 인터넷상의 임의의 CN으로부터의 통신이 최적화된 경로로 Mobile Network 내부의 MNN들에게 전달될 수 있다. 그리고 CN으로 향하는 모든 BU 메시지가 처음 전송될 때에는 RRP를 통해 Mobile IPv6 환경에서와 같은 수준으로 보호된다. 다만, Mobile Network 내부의 노드와 통신하는 모든 CN에 대해 유니캐스트로 주기적인 BU를 전송함에 따른 overhead를 줄이고자 CN의 의사에 따라 선택적으로 BU를 멀티캐스트로 전송할 수 있다. 이 경우 성능 향상은 있지만, 멀티캐스트로 BU를 수신하는 CN들은 그들의 첫 번째 BU 수신과는 달리 BU의 정당성을 확인할 방법이 없고, 기존의 Mobile IPv6의 Binding Update 메시지 포맷의 직접적인 수정이 불가피하다. 멀티캐스트로 BU를 전송하면서도 BU를 보호할 수 있는 방법에 대해서는 차후에 더욱 연구해 볼 필요가 있겠다.

참고문헌

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4", RFC 3344, August 2002.
- [2] S. Deering, R. Hinden, "Internet Protocol, Version 6(IPv6) Specification", RFC 2460, December 1998.
- [3] David B. Johnson, Charles E. Perkins, Jari Arkko, "Mobility Support in Ipv6", Internet Draft draft-ietf-mobileip-ipv6-19.txt, October 2002.
- [4] T. Ernst, C. Castelluccia, Hong-Yon Lach, "Extending Mobile-IPv6 with multicast to support mobile networks in IPv6", Universal Multiservice Networks, ECUMN 2000. 1st European Conference on , 2000.