

Mobile IPv4 와 IPv6 간 통신에서 발생하는 삼각 라우팅 문제 해결 방안

박규태*, 홍충선*, 김형순**

*경희대학교 컴퓨터 공학과

**한국전산원

e-mail : gtpark@networking.khu.ac.kr, cshong@khu.ac.kr, khs@nca.or.kr

A Solution for The Triangle Routing Problem in Communication between Mobile IPv4 networks and IPv6 networks

Gyu-Tae Park*, Choong Seon Hong*, Hyung Soon Kim**

*Dept. of Computer Engineering, Kyung Hee University

**National Computerization Agency

요 약

IPv4 네트워크에서 IPv6 네트워크로 점차 발전해 나감에 따라 이 두 프로토콜간에 원활한 통신을 지원하기 위해 듀얼 스택, 터널링, 그리고 변환기 기법과 같은 많은 연구가 이루어지고 있다. 하지만 모바일 환경을 지원하기 위한 프로토콜인 Mobile IPv4 와 Mobile IPv6 에 대한 지원이 이뤄지고 있지 않아 서로간에 효율적인 통신을 지원하지 못하고 있다. 따라서 본 논문에서는 Mobile IPv4 가 변환 기법에 함께 사용되었을 때 발생하는 문제점에 대해서 살펴보고 이러한 문제점을 해결하기 위해 Mobility 를 지원하기 위한 NAT-PT 테이블 관리 방안을 제안한다.

1. 서론

기존의 IPv4 는 제한된 수의 주소공간 때문에 폭발적으로 증가하는 인터넷 사용자의 수요를 점차 감당하기 어려워지고 있다. IPv6[1]는 이러한 IPv4 의 문제점을 해결하기 위한 효율적인 방안으로 각광받고 있다. IPv4 는 IPv6 로 대체될 것이 틀림없는 상황이 되어가고 있지만 IPv4 는 하루아침에 IPv6 의 환경으로 변화될 수 없기 때문에 IPv4 와 IPv6 는 상당기간 공존하는 형태를 가질 수밖에 없다. 그러므로 IPv4 와 IPv6 간의 통신은 매우 중요하게 다루어져야 한다. 이러한 이 기종 프로토콜간의 통신을 위해 IETF ngtrans WG(Network Generation Transition Working Group)에서는 크게 3 가지 IPv4/IPv6 통신을 위한 메커니즘이 제안되고 있다. 첫 번째는 IPv4 및 IPv6 두개의 프로토콜 스택을 모두 가지는 듀얼

스택이고 두번째는 IPv4 와 IPv6 간의 터널을 통한 기법들이다. 마지막으로 IPv4 와 IPv6 프로토콜 간의 패킷을 변환하는 방법인 변환기[4] 기술이 있다.

많은 수의 모바일 터미널과 무선 장비들은 가까운 시일내에 인터넷에 연결되기를 희망할 것이다. 이러한 이동성을 요구하는 단말들에게 끊임 없는 이동성 제공을 위해 IPv4 와 IPv6 에는 각각 Mobile IPv4[2]와 Mobile IPv6[3]가 있다. 하지만 위에서 언급한 이 기종 프로토콜간의 통신 메커니즘들은 Mobile IP 에 대한 고려를 하지 않고 있다. 따라서 본 논문에서는 변환기 메커니즘이 Mobile IP 를 고려하지 않음으로써 발생하는 문제에 대해서 알아보고 이에 대한 해결책을 제시한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 각 변환 메커니즘에 대해서 알아보고 3 장에서는 변환기 메커니즘에서 Mobile IP 를 고려하지 않음으로써 발생하는 문제점에 대해서 알아본다. 그리고 본 논문에서 제안하는 NAT-PT 이동성 관리 알고리즘을

통해서 문제점을 해결하는 방안을 설명한다. 마지막 4 장에서는 결론 및 향후 연구 계획으로 마무리 한다.

2. 관련 연구

향후 IPv6 가 도입되면 IPv4 네트워크와 혼재하는 상황이 나타나게 될 것이다. 이와 같은 상황은 그림

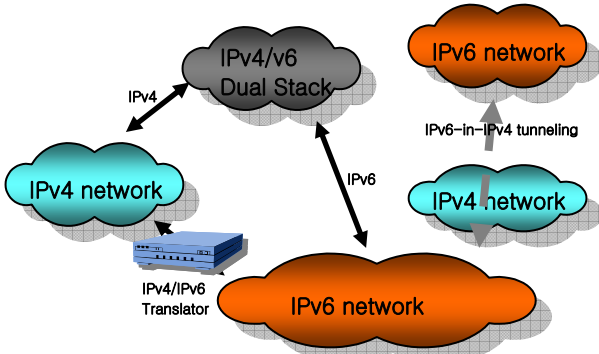


그림 1. IPv4 와 IPv6 가 혼재된 네트워크

1 에 잘 나타나 있다. 그림 1 과 같이 IPv4 만을 지원하는 네트워크와 IPv6 만을 지원하는 네트워크, 그리고 IPv4/IPv6 를 지원하는 듀얼 스택 네트워크로 구분된다. IPv4 와 IPv6 네트워크 간에는 교환기 메커니즘이 사용되고 IP 듀얼 스택 네트워크와 IPv4 및 IPv6 네트워크는 각각 IPv4 및 IPv6 로 통신하게 된다. 마지막으로 IPv6 가 IPv4 를 지나 IPv6 네트워크와 통신하기 위해서는 터널링 메커니즘이 사용된다.

2.1 Dual Stack

듀얼 스택은 노드가 IPv4 프로토콜 스택과 IPv6 프로토콜스택을 모두 가지는 형태이다. 따라서 듀얼 스택 노드는 IPv4 노드와의 통신에서는 IPv4 프로토콜 스택을 사용하고 IPv6 노드와의 통신에서는 IPv6 프로토콜 스택을 사용함으로써 간단하게 문제가 해결될 수

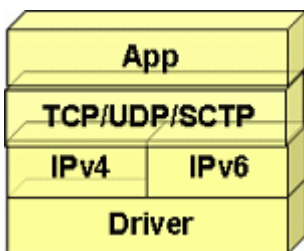


그림 2. 듀얼 스택 구조

있다. 하지만 이러한 방법은 제한된 자원을 가진 모바일 노드가 IPv4 와 IPv6 의 프로토콜 스택을 모두 유지해야 하는 부담을 가지고 있다.

2.2 터널링

터널링 기법[6]은 서로 다른 버전의 프로토콜을 사용

하는 네트워크를 지나가고자 할 때 사용되는 기법이다. 예를 들어 IPv6 네트워크에서 IPv4 네트워크를 거쳐서 다른 IPv6 네트워크로 이동할 경우에 IPv4 네트워크에 터널을 만들어 두어 IPv6 패킷이 지나갈 수 있도록 하는 기법이다.

IPv6 가 도입되어도 당분간은 IPv4 네트워크와 IPv6 네트워크가 공존하는 형태가 될 것이기 때문에 여러 전환 기술 중에서도 터널링 기술에 대한 연구가 가장 많이 진행되고 있다. 대표적인 터널링 기술로는 'Configured tunnel', '6to4', '6over4', 'ISATAP'(Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol), 'Teredo', 'IPv6 over MPLS' 등이 있다.

2.3 변환기

변환기 기법은 서로 다른 프로토콜을 사용하는 IPv4 호스트와 IPv6 호스트간의 통신을 가능하게 하기 위한 프로토콜이다. 변환 기술은 변환을 어느 계층에서 수행하느냐에 따라서 헤더 변환 방식[5], ALG 방식, 전송 계층 relay 방식으로 구분될 수 있다. 이 중 NAT-PT 는 IPv4 네트워크와 IPv6 네트워크간의 경계에 위치하는 경계 라우터가 IPv4 패킷을 IPv6 패킷으로 변환하고 IPv6 패킷은 IPv4 패킷으로 변환해 줌으로서 통신을 가능하게 하는 기법이다. 여기서 헤더 변환은 SIIT[5] 알고리즘을 사용하여 변환하고 연결을 요청하는 노드마다 NAT-PT 가 각각 임시로 IP 주소를 자신의 IP address pool 에서 할당한다. NAT-PT(Network Address Translation - Protocol Translation)의 구조는 그림 3 과 같다.

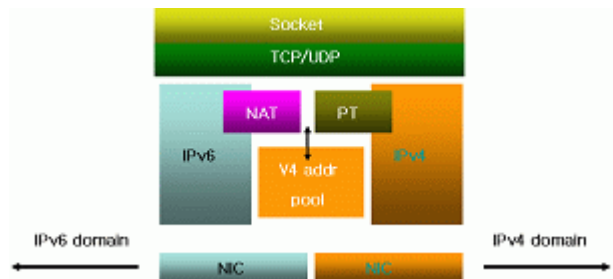


그림 3. NAT-PT structure

3. 제안사항

유선 네트워크에 대한 이 기종 프로토콜간 통신에 대해서는 많은 연구가 이루어져 왔다. 하지만 이러한 해결책들에 모바일 환경이 적용했을 경우에는 문제점이 발생하게 된다.

3.1 경로 최적화 문제점

모바일 IP 기술은 노드가 이동을 했을 경우 자신의 홈에이전트와 상대노드에게 이동성을 알려주도록 되

어 있다. 그러나 노드가 다른 프로토콜의 노드와 통신하고 있는 경우에는 자신의 이동성을 알려줄 수 있는 방법이 없다. 그래서 노드는 자신의 상대노드와의 경로를 최적화 할 수 없다는 문제점을 가지게 된다. 모바일 IPv4 노드가 IPv6 노드와 통신하는 것은 그림

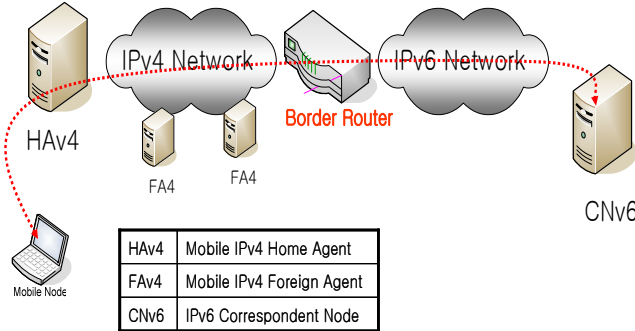


그림 4. Mobile IPv4 노드와 IPv6 네트워크 간의 통신

4 와 같은 형태로 NAT-PT 메커니즘을 통해 가능하다. 하지만 모바일 노드가 CNv6 와의 통신 도중에 FAv4 의 네트워크로 이동하였을 경우에는 CNv6 에게 자신의 이동을 알려줄 수 없어 패킷이 HA4 를 경유하여야 하는 삼각 라우팅 문제가 발생하게 된다. 그림 5 는 모바일 노드가 IPv6 노드와 통신 중에 이동하였을 경우 발생하는 삼각 라우팅 문제를 보여주고 있다.

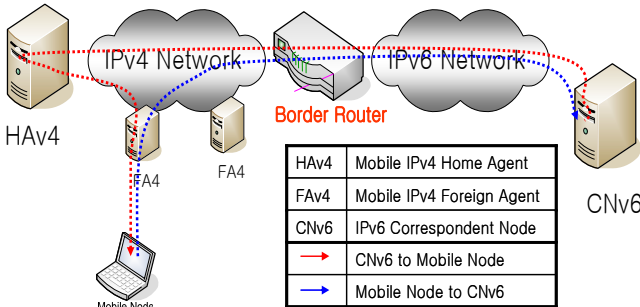


그림 5. 삼각 라우팅 문제

이러한 문제점을 해결하기 위해서 NAT-PT 가 모바일 노드의 이동을 지원할 수 있는 방법에 대해서 제안하였다.

3.2 Mobility 를 지원하는 NAT-PT

삼각 라우팅 문제를 해결하기 위해서 CNv6 에서 HA4 를 통해서 모바일 노드로 향하는 패킷이 NAT-PT 를 경유할 때 CNv6 의 주소와 NAT-PT 에서 모바일 노드를 위해 할당한 임시주소간의 매핑을 통해서 이뤄진다는 점에 착안하여 HA4 를 경유하지 않도록 NAT-PT 에서 매핑 테이블을 수정하는 방법을 통해 직접 경로를 수정하는 방법을 제안한다.

이동성 지원을 위한 NAT-PT 를 설계하기 위해서 기존의 NAT-PT 에서 Mobility Manager 를 추가한다. 그림 6 은 NAT-PT 에서 이동성을 지원하기 위해

NAT-PT 에 Mobility Manager 라는 모듈을 추가한 구조이다. 모바일 노드는 자신의 상대 노드가 IPv6 인지에 대한 고려가 없기 때문에 상대 노드에게 위치 갱신 메시지를 보내게 된다. 그러면 Mobility

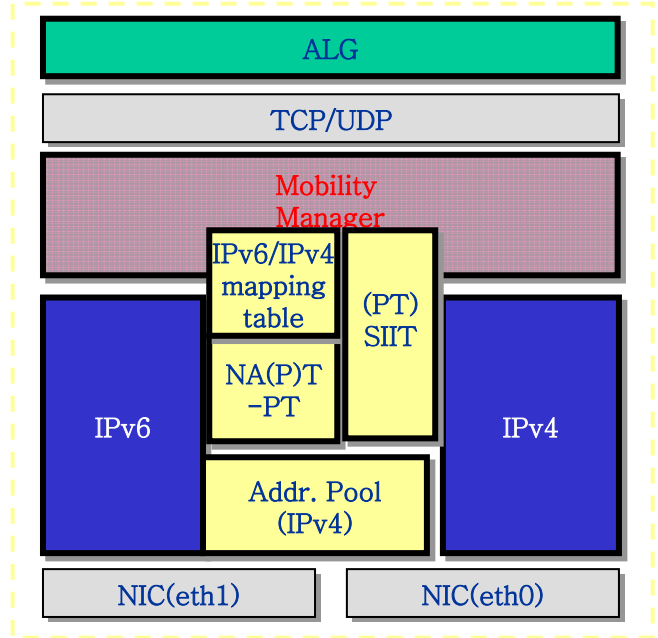


그림 6. Mobility 를 지원하는 NAT-PT 구조

Manager 가 위치 갱신 메시지를 처리하도록 한다. 결국 Mobility Manager 의 목적은 CNv6 가 MN 의 이동에 상관없이 NAT-PT 에서 MN 의 이동을 처리하도록 하는 것이다.

3.3 Mobility 지원을 위한 테이블 관리 알고리즘

그림 7 은 모바일 노드가 자신의 홈 네트워크에 있을 때 IPv6 네트워크의 CN 과 통신하는 모습을 보여주고 있다.

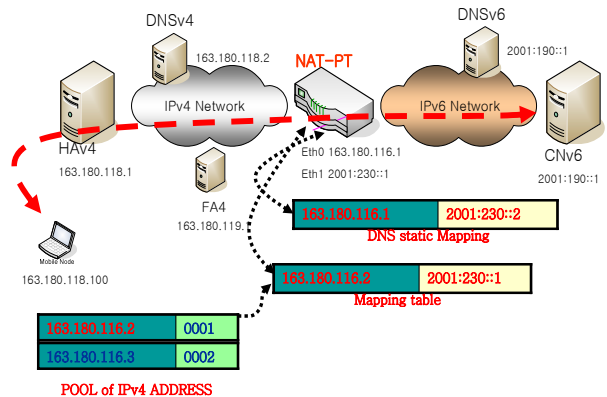


그림 7. 홈네트워크에서의 통신 모습

모바일 노드가 FAv4 의 네트워크로 진입하게 되면 모바일 노드는 자신의 홈 에이전트에게 Registration Request 를 실시하고 홈 에이전트로부터 Registration

Reply 를 수신하게 되면 CNv6 로 다시 Registration Request 를 보낸다. NAT-PT 는 Registration Request 메시지를 중간에서 가로채고 NAT-PT 의 Mobility Manager 가 NAT-PT 의 임시 주소 공간에서 모바일 노드의 CoA 를 위한 주소를 할당받는다.

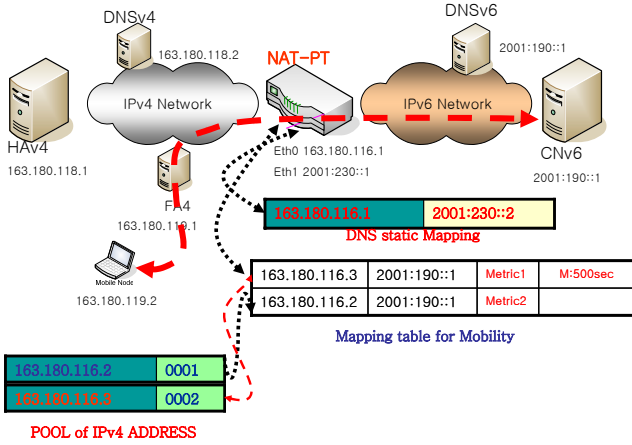


그림 7. 모바일 노드가 외부로 이동했을 경우

할당받은 임시 주소와 CNv6 의 주소를 다시 매핑시키고 기존의 홈네트워크에서 모바일 노드가 CNv6 와의 연결 때문에 만들어진 테이블에 metric 2 를 할당하고 모바일 노드의 새로운 CoA 로 만들어진 테이블에 metric 1 을 할당한다. 그리고 CoA 로 만들어진 테이블에는 모바일 노드가 외부로 이동해서 만들어진 테이블임을 명시하기 위해 모빌리티 필드를 추가한다. 또한 테이블이 임시로 만들어져있기 때문에 lifetime 을 설정한다. 이렇게 모빌리티 필드를 추가하는 것은

시지 교환없이 테이블을 삭제할 수 있도록 하기 위함이다. NAT-PT 는 모바일 노드에 할당한 lifetime 이 초과되면 모바일 노드가 유효한지 확인하는 메시지를 보내서 lifetime 을 갱신하도록 한다. 만일 모바일 노드가 응답하지 않으면 테이블에서 삭제한다. 위와 같은 작업을 통해서 CNv6 에서 외부 네트워크에 나가 있는 모바일 노드로 오는 패킷이 HA v4 를 통하지 않고 직접 모바일 노드로 오게 되는 라우팅 최적화가 가능하다. 그림 8 은 모바일 노드가 홈 네트워크에서 외부 네트워크로 이동했을 경우 메시지를 주고받는 모습의 동작 과정을 나타낸 것이다.

4. 결론

Mobile IPv4 를 사용하는 모바일 노드와 IPv6 네트워크에 존재하는 호스트 사이에 라우팅 경로 최적화를 하기 위해서는 위치 갱신 작업을 수행하여야 하지만 그러한 메시지들을 처리할 수 있는 변환 메커니즘이 없어 NAT-PT 에서 직접 이동성 지원을 위한 테이블 관리방안을 통한 해결책을 제안하였다. IPv4 에서 IPv6 로 진화하면서 이 들간의 변환 메커니즘은 굉장히 중요하게 부각되고 있다. 여기에 본 논문에서는 이동성 지원까지 가능하게 함으로써 좀 더 효율적인 변환 메커니즘이 되도록 설계하였다. 향후 과제로는 본 논문에서 제안한 테이블 관리 메커니즘을 정의하고 이것을 구현함으로써 실제적인 성능에 대한 검증이 하도록 하고 모바일 노드가 IPv4 네트워크에서 IPv6 로 이동했을 경우와 같은 좀 더 광범위한 이동성 지원 전환 기술에 대한 연구가 필요하다.

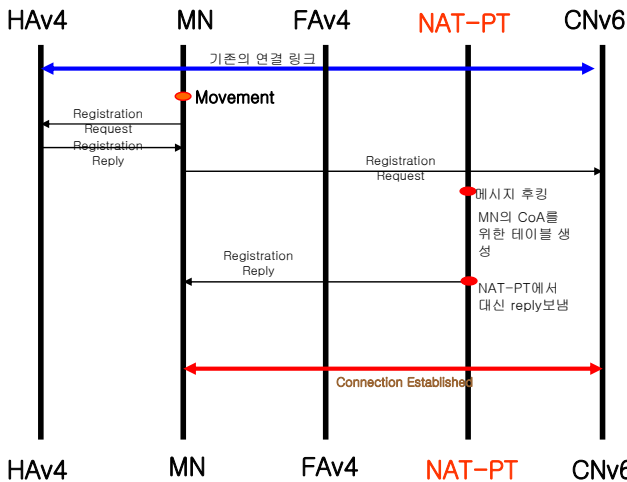


그림 8. 제안 기법의 동작 과정

참고문헌

- [1] Deering, S. and R. Hinden, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6)Specification", RFC 2460, December 1998.
- [2] C. perkins, Et al. "IP Mobility Support for IPv4", RFC 3220, January 2002
- [3] C. Perkins et al., "Mobility Support in IPv6", RFC 3775, June 2004.
- [4] G.Tsirtsis, et al., "Network Address Translation - Protocol Translation (NAT-PT)", RFC 2766,February 2000
- [5] E. Nordmark., "Stateless IP/ICMP Translation Algorithm (SIIT).", RFC 2765, February 2000.
- [6] D. Black., "Differentiated Services and Tunnels.", RFC 2983, October 2000.

모바일 노드가 FA 네트워크에 나와있다가 다시 홈네트워크로 돌아갔을 경우 NAT-PT 에 메시지를 보냄으로써 핸드오프 시간을 줄여줄 수 있게 되기 때문이다. 그리고 lifetime 을 설정한 것은 모바일 노드가 홈네트워크로 돌아가지도 않고 다른 네트워크로 이동하지도 않은 상태에서 더 이상의 서비스를 받지 않고자 할 경우에 NAT-PT 와 모바일 노드 사이에 별다른 메