

Mobile IPv4 네트워크의 모바일 노드와 IPv6 네트워크의 호스트간 통신 기법

김대선^o 홍충선
 경희대학교 컴퓨터공학과
 {dskim^o, cshong}@khu.ac.kr

A Communication Mechanism between Mobile Node in Mobile IPv4 Network and Host in IPv6 Network

Dae Sun Kim^o Choong Seon Hong
 Dept. of Computer Engineering, Kyung Hee University

요 약

Mobile IPv4/Mobile IPv6 프로토콜은 각각 IPv4 네트워크와 IPv6네트워크에서 모바일 노드의 이동성을 지원한다. 현재 IPv4와 IPv6의 변환 메커니즘들이 제안되어 두 프로토콜간 통신이 가능하게 되었다. 하지만 모바일 환경을 위한 프로토콜인 Mobile IPv4와 Mobile IPv6 프로토콜간 변환 메커니즘이 없어 두 프로토콜 간에 효율적인 통신을 지원하지 못한다. 따라서 본 논문에서는 Mobile IPv4와 Mobile IPv6 프로토콜의 특성을 살펴보고 두 프로토콜간 Mobility 해더 변환 알고리즘을 통한 Mobile IPv4 네트워크의 모바일 노드와 IPv6 네트워크의 호스트간 통신 방안을 제안하였다.

1. 서 론

IPv4의 주소부족 문제를 해결하기 위해 IPv6[1]가 개발되었다. IPv6는 무한의 주소공간과 QoS(Quality of Service) 제공 그리고 이동성지원 기능을 가지고 있어서 차세대 네트워크 프로토콜로서 각광을 받고 있다. 따라서 IPv4에서 IPv6로 대체하기 위해서는 IPv6의 도입시점부터 상당기간 IPv4와 공존해야 하며 그 기간동안 IPv4와 IPv6간 통신 방안이 필요하다. 이에 IETF ngtrans WG (Network Generation Transition Working Group)에서는 크게 세가지 IPv4/IPv6 통신을 위한 메커니즘을 제안하였다. 첫 번째는 IPv4 스택과 IPv6 스택을 가지고 있는 이중 스택[6]를 제안하였고 두 번째는 IPv4와 IPv6간의 터널을 통한 기법들[7][8]을 제안 하였다. 마지막으로 IPv4와 IPv6 프로토콜을 변환할 수 있는 변환기[4]를 제안 하였다. 이와 같이 유선 네트워크 환경에서 IPv4와 IPv6간 통신을 하기위해 여러 가지 메커니즘들이 제안되었고 일부 메커니즘들은 인터넷 표준이 되었다. 하지만 위와 같은 메커니즘들은 모바일 네트워크 환경을 고려하지 않은 메커니즘들이다. 따라서 모바일 환경을 지원하는 Mobile IPv4와 Mobile IPv6간의 효율적인 통신을 지원할 수 있는 메커니즘들이 필요하다.본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 현재 IPv4와 IPv6간의 변환 메커니즘들을 소개한다. 3장에서는 모바일 네트워크 환경에서의 변환 메커니즘의 필요성에 대하여 기술하고 본 논문에서 제안하는 Mobile IPv4와 Mobile IPv6의 Mobility 해더 변환 알고리즘을 통한 Mobile IPv4 네트워크의 모바일 노드와 IPv6 네트워크의 호스트간 통신 방안을 설명한다. 마지막 5장에서는 결론 및 향후연구 계획으로 마무리 한다.

2. 관련연구

IPv6 도입으로 인해 네트워크의 형태는 그림 1과 같은 중간단계를 상당기간 유지할것으로 예상된다. 그림 1과 같이 IPv4 네트워크와 IPv6네트워크간에는 Translator[4]를 사용하여 통신을 하고 IPv6네트워크사이에 IPv4네트워크가 존재할 경우 두 IPv6네트워크는 Tunneling[7][8]을 통하여 통신을 할 수 있다. 그리고 IPv4 네트워크와 이중 스택을 지원하는 네트워크와는 IPv4로 IPv6네트워크와는 IPv6로 통신을 할 수 있다. 따라서 IPv4와 IPv6의 변환 메커니즘은 크게 Dual Stack, Tunneling, Translator로 분류 할 수 있다.

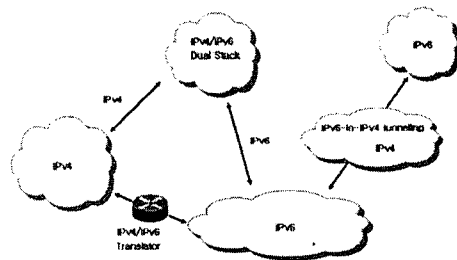


그림 1. IPv6 도입시 예상되는 네트워크 구조

2.1 Dual Stack

Dual Stack[6]은 단말이 IPv4 프로토콜과 IPv6 프로토콜을 가지고 통신하는 기법이다. 따라서 IPv4와는 IPv4 프로토콜을

"This work was supported by the Korea Research Foundation Grant funded by the Korean Government(MOEHRD)."(R05-2003-000-12193-0)

사용하여 통신을 하고 IPv6와는 IPv6 프로토콜을 사용하여 통신을 한다.

2.2 Tunneling

Tunneling에는 크게 Automatic Tunneling[7] Configured Tunneling[8]으로 구분할 수 있다.

2.3 Translator

이 기법은 IPv4 호스트와 IPv6 호스트간 통신을 위한 기법이다. IPv4 호스트에서 IPv6 호스트로의 통신에서는 IPv4 패킷을 경계 라우터가 IPv6 패킷으로 변환하고 IPv6 호스트에서 IPv4 호스트로의 통신에서는 경계 라우터가 IPv6 패킷을 IPv4로 변환하여 통신을 할 수 있게하는 기법이다. 헤더변환은 SIIT알고리즘[5]을 사용하여 변환하고 각 연결마다 임시로 할당할 IP 주소는 경계라우터의 address pool[4]에서 할당한다.

3. 제한사항

위와 같이 유선 환경에서 IPv4와 IPv6 변환 메커니즘들이 제안되어 통신이 가능하지만 모바일 네트워크 환경에서는 위와 같은 메커니즘들을 적용할 수 없다. 그 이유는 모바일 환경에서는 유선 환경과 다르게 단말들이 이동하기 때문이다. 우선 단말이 이동할 경우 새로운 IP를 부여받고 통신하고자 하는 단말에게 이동한 위치를 통보를 해 주어야 한다. 하지만 Mobile IPv4와 Mobile IPv6간의 변환 메커니즘이 없어 단말이 이동시 다른 IP망에 있는 호스트에게 이동에 대한 통보를 할 수 없게 되어 효율적인 통신을 할 수 가 없다. 따라서 본 논문에서는 다양한 모바일 환경중에서 Mobile IPv4[2] 네트워크의 모바일 노드와 IPv6 네트워크의 호스트간 통신 방안을 제안 하였다.

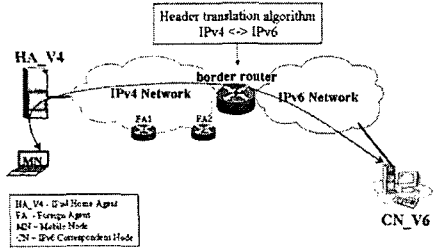


그림 2. Mobile IPv4 네트워크의 모바일 노드와 IPv6 네트워크의 호스트간 통신

그림 2에서 모바일 노드가 자신의 홈 네트워크에 있을 경우 IPv6 네트워크에 있는 IPv6 호스트들과의 통신은 Border Router의 헤더 변환 메커니즘을 통해 통신을 할 수 있다. 하지만 그림 3에서 볼 수 있듯이 모바일 노드가 외부망으로 이동시 Binding Update를 IPv6 네트워크에 있는 호스트에게 보낼 수 없으므로 삼각형 라우팅 문제가 발생해 비효율적인 라우팅이 발생하게 된다.

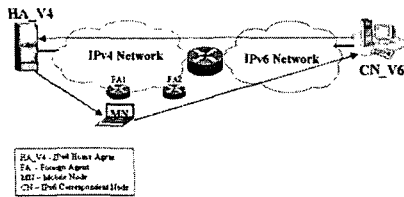


그림 3. 삼각형 라우팅 문제

위와 같은 삼각형 라우팅 문제를 해결하기 위해서는 모바일 노드는 IPv6 네트워크에 있는 호스트에게 Binding Update를 보낼 수 있어야 한다.

3.1 Mobile IPv4/Mobile IPv6 Mobility 헤더

그림 4은 Mobile IPv4 헤더[2]와 Mobile IPv6 헤더[3]의 포맷이다.

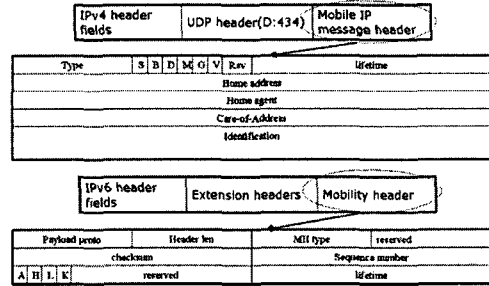


그림 4. Mobile IPv4 헤더와 Mobile IPv6 헤더

Mobile IPv4의 헤더는 8bits의 Type 필드, 6bits의 플래그와 16bits의 lifetime 필드, 32bits의 Home address, Home Agent, Care-of-Address 그리고 64bits의 identification으로 구성되어 있다. 각 필드의 의미를 살펴보면 다음과 같다.

- Type: 1(registration request를 의미)
- S flag: Home Agent에서 이전의 바인딩정보를 유지할 것을 요구
- B flag: 홈 네트워크로 전송되는 브로드캐스트 패킷을 HA가 CoA로 터널링을 해줄 것을 요구
- D flag: Decapsulation
- M flag: Minimal encapsulation
- G flag: GRE encapsulation
- V flag: Van Hacobson header compression
- Home Address: 모바일 호스트의 고유 주소
- Home Agent: 모바일 호스트의 Home Agent 주소
- Care-of-Address: 외부망으로부터 부여 받은 주소
- Identification: 등록시 reply 공격을 막기위한 64bits 숫자

이와는 다르게 Mobile IPv6 헤더는 8bits의 Payload proto 필드, 8bits의 header len 필드, 8bits의 MH Type 필드, 16bits의 checksum 필드, 16bits의 sequence number 필드, 4bits의 플래그 그리고 16bits의 lifetime 필드로 구성되어 있다. 각 필드의 의미를 살펴보면 다음과 같다.

- Payload proto: IPv6의 next header 필드와 동일한 의미 (Mobility header: 59)
- header len: 헤더의 길이
- MH Type: Binding Update(5), Binding Acknowledgment(6)
- checksum: Mobility header에 대한 체크섬
- sequence number: 모바일 호스트가 여러 CN에게 보내는 Binding Update의 구분값
- A flag: Binding Update에대한 Acknowledgment요구
- H flag: Home Agent로의 Binding Update 전송
- L flag: link-local address' interface identifier와 home address가 같음
- K flag: Home Agent와 모바일 호스트간의 security association 요구

이와같이 Mobile IPv4와 Mobile IPv6의 헤더의 위치 및 필드가 전혀 다르다. 따라서 IPv4와 IPv6에서 헤더 변환 알고리즘인 SIIT(Stateless IP/ICMP Translation Algorithm)[5]와 같은 Mobility 헤더 변환 알고리즘이 필요하다.

3.2 Mobility 헤더 변환 알고리즘

Mobility 헤더 변환은 Binding Update(Mobile IPv4에서는 Registration Request)와 Binding Acknowledgment(Mobile IPv4에서는 Registration Reply)변환이 필요하다.

3.2.1 Binding Update 변환 알고리즘

Mobile IPv4의 Registration Request를 Mobile IPv6 Binding Update 메시지로 변환하는 알고리즘은 그림5와 같다.

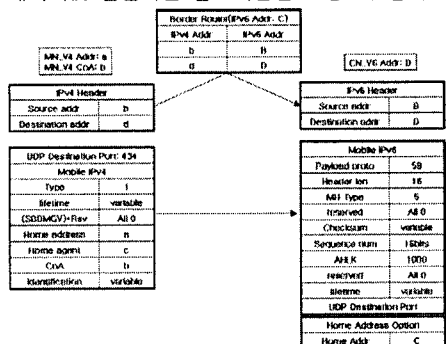


그림5. Binding Update 변환 알고리즘

- ① IPv4/IPv6 헤더변환 : SIIT 알고리즘을 사용하여 변환
- ② Mobile IPv4/Mobile IPv6 헤더변환
 - payload proto: Mobility Header를 의미하는 59 삽입
 - header len: 128bits ÷ 8bits = 16 삽입
 - MH Type: Binding Update 메시지를 의미하는 5 삽입
 - reserved: 0 삽입
 - checksum: 계산 후 값 삽입
 - sequence number: BR로부터 할당 받은 값 삽입
 - {AHLK}: 확인응답을 요구하는 A bits만 설정
 - lifetime: Mobile IPv4의 lifetime 값으로 삽입

3.2.2 Binding Acknowledgment 변환 알고리즘

Mobile IPv6의 Binding Acknowledgment 메시지를 Mobile IPv4 Registration Reply 메시지로 변환하는 알고리즘은 그림 6과 같다.

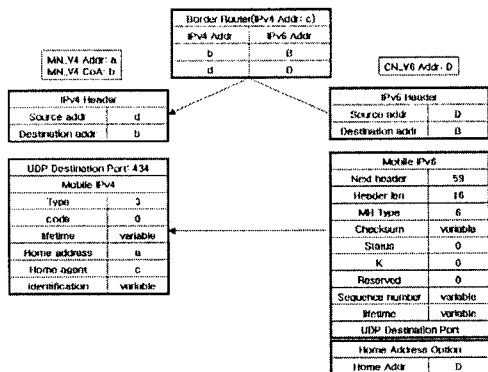


그림 6. Binding Acknowledgment 변환 알고리즘

- ① IPv4/IPv6 헤더변환 : SIIT 알고리즘을 사용하여 변환
- ② Mobile IPv4/Mobile IPv6 헤더변환
 - UDP destination port: Mobile Header를 의미하는 434 삽입

- Type: Registration Reply 메시지를 의미하는 3을 삽입
- Code: Registration accepted를 의미하는 0을 삽입
- lifetime: Mobile IPv6의 lifetime 값으로 삽입
- Home address: BR에 저장되어 있던 자신의 IPv4 주소 삽입
- Home Agent: BR의 IPv4 주소를 삽입
- Identification: BR로부터 할당 받은 값 삽입

3.3 바인딩 과정

모바일 노드가 자신의 홈망에서 외부망으로 이동시 모바일 호스트는 Registration Request 메시지를 보낸다. 이때 Border Router는 받은 메시지를 Binding Update 변환 알고리즘을 사용하여 Mobile IPv6 Binding Update 메시지를 생성해서 CN에게 보낸다. CN은 이에 대한 응답으로 Binding Acknowledgment 메시지를 보내고 Border Router는 이 메시지를 Binding Acknowledgment 변환 알고리즘을 사용하여 Mobile IPv4 Registration Reply 메시지를 생성해서 모바일 노드에게 보냄으로써 바인딩 과정을 끝낸다.

4. 결론

본 논문에서는 IPv4와 IPv6간의 변환 기법에 대하여 살펴보았고 무선 네트워크 환경에서 Mobile IPv4/Mobile IPv6 변환시 발생하는 문제점을 제시하였다. Mobile IPv4를 사용하는 모바일 노드와 IPv6네트워크에 있는 호스트간의 통신을 하기 위해서는 바인딩을 해야하지만 Mobile IPv4와 Mobile IPv6간의 변환 메커니즘이 없어 IPv4 network에 있는 Home Agent가 터널링을 통해 외부망에 있는 모바일 호스트로 패킷을 전달해줘야 한다. 하지만 이때 삼각형 라우팅 문제가 발생하고 비효율적인 라우팅이 발생하게 된다. 따라서 본 논문에서는 삼각형 라우팅 문제를 해결하기 위해 Mobile IPv4와 Mobile IPv6의 바인딩 메시지의 변환 알고리즘을 제안하여 모바일 노드와 CN과의 경로 최적화를 이룰 수 있는 방안을 제안하였다.

향후 과제로는 여러 가지 네트워크 상황에서의 Mobile IPv4와 Mobile IPv6간의 변환 메커니즘들을 정의하고 구현을 통한 검증이 필요하다.

참 고 문 헌

- [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] K. Tsuchiya, H. Higuchi, Y. Atarashi., "Dual Stack Hosts using the "Bump-In-the-Stack" Technique (BIS).", RFC 2767, February 2000.
- [7] C. Huitema, R. Austein, S. Satapati, R. van der Pol., "Evaluation of IPv6 Transition Mechanisms for Unmanaged Networks.", September 2004.
- [8] D. Black., "Differentiated Services and Tunnels.", RFC 2983, October 2000.