

IPv6 Neighbor Discovery가 호스트 이동성 지원에 미치는 영향 평가

한정준^o 최현덕 우미애

세종대학교

{ hanjj@cnet.sejong.ac.kr^o, noaidi@cnet.sejong.ac.kr, mawoo@sejong.ac.kr }

Evaluation of Effect of IPv6 Neighbor Discovery on Host mobility Support

Jung-Jun Han^o, Hyun-Duk Choi, Miae Woo

Dept. of Information and Communication Eng. Sejong University

요 약

사용자의 인터넷 환경이 점차 무선 접속을 통한 인터넷의 사용과 실시간 응용 데이터의 사용이 늘어가는 추세에 따라, 이동 인터넷 서비스를 하기위한 방안으로 Mobile IP와 Mobile IPv6가 제시되었다. 본 논문에서는 Mobile IPv6 환경에서 Neighbor Discovery 중 Router Solicitation과 Router Advertisement가 호스트의 이동성 지원에 미치는 영향을 분석하였다. Neighbor Discovery 메시지들의 주기를 변경하여, 실제 구현, 측정하여 Handoff의 효율성과 전송 대역폭 overhead의 상관관계를 알아보았다.

1. 서 론

인터넷 사용자의 급증에 따라 앞으로 IP 주소의 부족 문제가 발생할 것으로 예상된다. 또한 사용자의 인터넷 환경이 점차 무선 접속을 통한 인터넷의 사용과 실시간 응용 데이터의 사용이 늘어가는 추세이다. 이에 따라 현재 IPv4의 주소 부족 문제를 해결하며 인터넷의 무선 접속을 위해 IPv6기반의 All-IP 무선 네트워크 프로토콜을 3GPP에서 제시하고 있다.

인터넷 환경에서 무선 이동성을 지원하기 위한 가장 큰 문제점은 이동에 따른 Handoff 현상이 일어난다는 점이다. 현재 IETF Mobile IP Working Group에서는 Handoff의 영향을 최소화 하려는 다양한 제안들이 이루어지고 있다. 이와 관련 최근 Mobile IPv6에 관한 문서들에서는 Layer 3에서의 control message 주기를 짧게 하여 해당문제를 해결하려하고 있다.

본 논문에서는 Mobile IPv6에 관한 문서 [1]과 [2]에 기반하여 제시되어 있는 Neighbor Discovery[3]중 Router Advertisement (RA)와 Router Solicitation(RS)의 주기 값을 변경시켜 Handoff에 대한 효율성과 그에 따른 Signaling Traffic을 고려함으로써 좀 더 효율적인 방안을 제시 하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성 되어 있다. 2절에서는 Mobile IPv6와 Neighbor Discovery 및 Handoff 에 대해 간단히 소개한다. 3절에서는 네트워크 설계 및 시나리오를 기술한다. 4절에서는 실험결과를 제시하며, 5절에서는 결론 및 향후계획을 제시한다.

2. 관련연구

2.1 Mobile IPv6

Mobile IPv6는 Mobile Node가 한 링크에서 다른 링크로 이동할 때 주소 변경 없이 가능한 네트워크 계층의 관리 방안이다. Mobile Node가 외부 네트워크에 있는 동안에 해당 링크의 라우터가 보내는 Router Advertisement 메시지를 받아 서브넷 Prefix를 알게 되어 IP주소를 구성할 수 있다. 그 주소는 Care-of Address라 불린다. Mobile Node가 서브넷을 옮길 때

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R04-2001-000-00177-0) 지원으로 수행 되었음.

마다, 새로운 Care-of Address를 생성하고 Home Agent로 Binding을 한다. Home Agent는 Binding Cache에 이 Binding을 등록하고, Mobile Node의 Binding Entry가 종료될 때까지 Proxy처럼 서비스를 한다.

Mobile Node와 통신하는 모든 노드들을 Correspondent Node라 한다. Mobile Node는 Binding을 통해서 Mobile Node의 현재 지역의 정보를 Correspondent Node에게 보낼 수 있다. 이 과정의 한 부분이 Return Routability과정이며 인증의 절차에 따라 진행된다. 이 방법에 따라 Correspondent Node는 Mobile Node에게 직접 안전하게 패킷을 전달할 수 있게 된다.

2.2 Neighbor Discovery

Neighbor Discovery[3]는 이웃하고 있는 주변 노드 (호스트) 간의 관계를 결정하는 프로세스와 메시지의 통합 이라고 할 수 있다. 여기서 이웃하고 있는 노드란 같은 링크 내에 있는 노드를 말한다. IPv4에서의 Address Resolution Protocol(ARP), ICMP, ICMP Router Discovery, ICMP Redirect 기능이 IPv6에서는 포괄적으로 Neighbor Discovery에 포함되었다. Neighbor Discovery의 패킷 종류에는 표 1과 같은 5가지가 있다.

표 1. Neighbor Discovery Message

Process		Description
Router	Router Solicitation	Router Advertisement 요청
	Router Advertisement	Router 현 상태를 알림
Neighbor	Neighbor Solicitation	Neighbor Advertisement 요청
	Neighbor Advertisement	Neighbor의 Link-Layer 주소를 알림
Redirect		라우터가 목적지에 대한 최적의 hop을 호스트에 알림

호스트가 새로운 링크로 이동하게 되었을 때, Router Discovery를 사용해서 이웃한 라우터를 찾을 수 있다. 일반적인 경우 라우터들은 Router Advertisement를 주기적으로 브로드캐스트 방식으로 전송하여 자신의 존재를 알린다. Router Advertisement를 보내는 주기는 MinRtrAdvInterval 과 MaxRtrAdvInterval 사이의 값으로 랜덤하게 결정된다.

만약 호스트가 Router Advertisement를 받지 못하는 경우 호스트는 Router Solicitation을 보내 Router Advertisement를 요청할 수가 있다. 이때 모든 라우터들에게 멀티캐스트로 보낸다. 그런데 호스트는 새로운 링크에서 Router Advertisement를 보다 빨리 받기 위해 적어도 RTR_SOLICITATION_INTERVAL의 간격으로 MAX_RTR_SOLICITATIONS 횟수만큼 Router Solicitation 메시지를 보낼 수 있다. 결과적으로 Router Solicitation이 수반 되는 경우 라우터는 Router Advertisement 메시지를 MinRtrAdvInterval보다 더 자주 보낼 수 있다. Router Solicitation에 대한 응답으로 보내지는 Router Advertisement은 0과 MAX_RA_DELAY_TIME사이의 랜덤한 시간만큼 지연 후 보내진다.

2.3 Handoff Time

Mobile IPv6에서는 Mobile Node가 외부로 이동하여 Access Router를 변경하는 Handoff라는 과정에 대해 어떻게 계속 Internet 연결을 유지할 수 있는지 기술하였다.

Handoff가 일어나는 과정 중, link switching delay와 IP 프로토콜 동작 때문에 Mobile Node가 data 패킷을 받거나 보내지 못하는 시간을 Handoff latency라고 한다. Handoff latency에는 movement detection, Care-of Address 설정, 위치정보 등록에 필요한 시간들이 포함된다.[4]

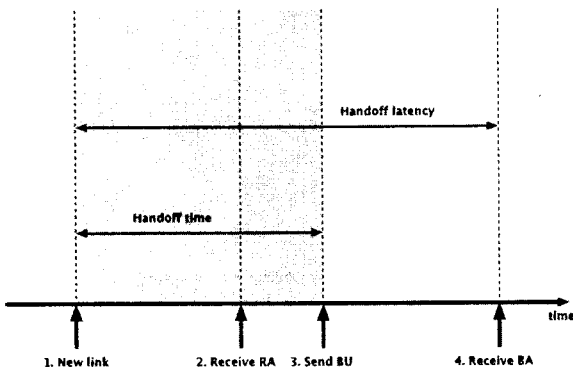


그림 1. Handoff Procedure

Handoff가 일어나는 과정의 중요한 이벤트들이 그림 1에 기술되어 있다. 그림 1에서 1번 시간은 Mobile Node가 외부로 이동하여 새로운 링크로 접속한 시간이고, 2번 시간은 Mobile Node가 Router Advertisement를 받게 되는 시간이다. 그러나 2.2절에서 설명했던 바와 같이 Mobile Node가 Router Solicitation 주기 내에 Router Advertisement를 받지 못하면, 1번과 2번 시간 사이에 Router Solicitation을 보내서 Router Advertisement를 요청하게 된다. 3번 시간은 Mobile

Node가 Router Advertisement를 받은 후에 자신의 Care-of Address를 생성하고 Home Agent에게 Binding Update를 하는 시간이다. 4번 시간은 Mobile Node가 보낸 Binding Update에 대한 응답으로 Binding Ack를 받는 시간이다. Mobile Node는 4번 시간이 지난 후에 새로운 링크에서 통신이 가능하게 된다. 1번 시간에서부터 4번 시간에 도달할 때 까지 Mobile Node는 통신할 수 있는 네트워크가 없다. 이 구간을 Handoff latency라고 한다. Handoff time이란 것은 새로운 링크로 이동한 1번 시간부터 Binding Update를 하게 되는 3번 시간까지의 구간을 의미한다. 새로운 링크에서 Router Advertisement를 빨리 받게 되면 2, 3, 4번 시간이 앞으로 당겨지게 되어 결국에는 Handoff time과 Handoff latency가 줄어든다.

3. 설계 및 시나리오

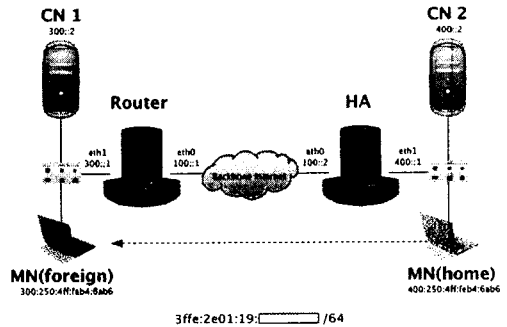


그림 2. 네트워크 구성도

본 논문의 테스트베드 환경은 그림 2와 같다. 이 망은 크게 두 부분으로 Mobile Node의 홈링크인 오른쪽 부분 네트워크와 Mobile Node의 외부링크인 왼쪽 부분 네트워크로 구성하였고 홈링크와 외부링크는 백본망으로 연결되어 있다. 두 네트워크에는 각각 Correspondent Node를 하나씩 가지게 하였고, Correspondent Node1에서 Router 쪽으로 3.2768Mbps의 트래픽을 계속 흘려보냄으로써 Background Traffic을 추가하였다.

시스템 구성을 위한 요소로 MIPv6는 MIPL에서 개발한 mipv6-0.9.5.1~v.2.4.20[5]를, Router Advertisement는 Radvd-0.7.2[6]를 이용하였다. 본 논문에서 수정한 사항은 Router Solicitation 부분에서 Draft 19의 수치는 [5]의 기본 수치를 그대로 이용하였고, Draft 20의 수치는 위의 소스를 수정하여 구현하였다. 그리고 Router Advertisement는 [6]의 소스부분에 정의되어 있는 MIPv6를 위한 수치를 Configuration 수치를 수정하여 구현하였다.

시나리오는 다음과 같다. Mobile Node가 홈링크인 오른쪽 네트워크에 있다가 외부링크인 왼쪽 네트워크로 이동한다. Mobile Node가 Router Advertisement를 받으면 Care-of Address를 구성하고 Home Agent로 Binding Update를 하게 된다. Router Advertisement를 받지 못하면 Router Solicitation을 보내서

Router Advertisement를 요청하게 되고, 이 결과 Router Advertisement를 받으면 위의 과정을 실행한다. Mobile Node가 외부 네트워크에 연결된 순간부터 Home Agent로 Binding Update 메시지를 전송하는 순간까지의 시간인 Handoff Time을 측정하고, Router Advertisement와 Router Solicitation 메시지에 따른 signaling traffic을 측정한다.

4. 실험 결과

본 논문에서는 Neighbor Discovery 수치 변경에 따른 성능을 평가하기 위하여 테스트베드 환경에서 Mobile Node가 홈링크에서 외부링크로 이동하였을 때의 Handoff time과, Router Advertisement와 Router Solicitation을 전송하는데 필요한 대역폭을 측정하였다. 2.2절에서 설명했듯이 Handoff latency는 Mobile Node가 방문한 네트워크와 홈네트워크 간의 네트워크 설정(링크의 대역폭, 전파지연시간 등)에 따라 다른 값을 가질 수 있으므로 우리는 Neighbor Discovery와 Handoff 효율간의 상관관계를 분석하기 위하여 Handoff time을 선택하여 측정하였다. Neighbor Discovery중 본 실험에 사용 되는 메시지는 외부 라우터에서 사용되는 Router Advertisement와 Mobile Node에서 사용되는 Router Solicitation이다. 이들 메시지 전송과 관련된 파라미터의 수치는 draft-ietf-mobileip-ipv6-19[1] 와 draft-ietf-mobileip-ipv6-20[2] 에서 사용된 값을 토대로 실험 하였다. 그 수치는 표 2와 같다.

표 2. Router Advertisement 와 Solicitation의 기본 수치

	draft-ietf-mobile-ipv6-19	draft-ietf-mobile-ipv6-20
Router Advertisement	MinRtrAdvInterval 0.05 sec MaxRtrAdvInterval 1.5 sec	MinRtrAdvInterval 0.03 sec MaxRtrAdvInterval 0.07 sec
Router Solicitation	RTR_SOLICITATION_INTERVAL 4 sec	RTR_SOLICITATION_INTERVAL 4 sec

는 Draft 20[2]의 Router Advertisement 기본 수치인 0.03 - 0.07초 값이다. 먼저 Handoff time을 비교 해봤을 때 Draft 20[2]의 수치는 Router Solicitation Interval에 상관없이 약 0.02초대의 Handoff time을 유지함을 알 수 있었다. 그러나 Draft 19[1]의 수치는 Router Solicitation Interval이 증가함에 따라 Handoff Time이 점점 증가함을 알 수 있었으며, Router Solicitation Interval 기본값 4초나 Router Solicitation을 보내지 않도록 구현한 경우에는 Router Advertisement에 의해 Layer3 이동성을 처리함을 실험을 통해 알 수 있었다. 그리고 signaling traffic은 Router Advertisement의 주기가 Draft 20[2]을 따를 때는 약 11.67Kbps 이었으며, Draft 19[1]인 경우에는 약 1.3Kbps 이어서 약 10배의 차이가 있음을 알 수 있었다. 따라서 다음과 같이 분석 가능하다. Router Solicitation 간격이 0.05초 인 경우에는 Router Advertisement 간격이 Handoff time에 영향을 거의 미치지 않음을 그림 2 에서 알 수 있다. 그러나 signaling traffic의 면에서 본다면 주기적으로 Router Advertisement 메시지를 보내는 Interval이 짧을수록 signaling traffic이 많다는 것을 알 수 있었다.

5. 결론 및 향후계획

이와 같은 결과를 통하여 본 실험에서는 MIPv6 Internet Draft 20[2]에서의 경우와 같이 Router Advertisement Interval 간격을 줄이고 Router Solicitation을 무시하는 것보다는 Router Advertisement 간격을 늘리더라도 Router Solicitation의 Interval을 작게 하여 Handoff time과 signaling traffic의 효율을 높이는 것이 이득이라는 것을 본 실험을 통하여 확인하였다. 차후 연구 과제로는 본 실험의 Mobile Node가 현재 테스트 망에서 단 1대만 존재한다는 가정 하에 서의 측정이었다. 따라서 Mobile Node가 여러 대 있는 경우에 Router Solicitation을 보내는 signaling traffic과 랜덤한 접속에 대한 분석이 필요할 것이다.

참고문헌

[1] D. B. Johnson, C. Perkins and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," Internet draft (work in progress), draft-ietf-mobileip-ipv6-19.txt, Oct. 2002.
 [2] D. B. Johnson and C. Perkins, "Mobility Support in IPv6," Internet draft (work in progress), draft-ietf-mobileip-ipv6-20.txt, Jan. 2003.
 [3] T. Narten, E. Nordmark and W. Simpson, "Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)," RFC 2461, Dec. 1998.
 [4] R. Koodli "Fast Handovers for Mobile IPv6", Internet draft (work in progress), draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-05.txt, Sep. 2002.
 [5] MIPL Mobile IPv6 for Linux, <http://chasey.hut.mediapoli.com/>
 [6] Linux IPv6 Router Advertisement Daemon (radvd), <http://v6web.litech.org/radvd/>

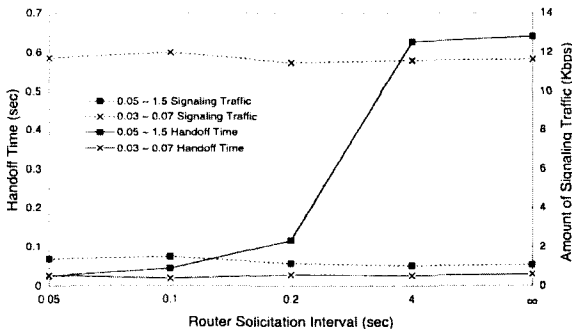


그림 2. Router Solicitation과 Advertisement 간격에 따른 Handoff time과 signaling traffic 비교

그림 2에서 실선은 왼쪽 Y좌표인 Handoff Time을 나타내고, 점선은 오른쪽 Y좌표인 signaling traffic양을 나타낸다. ■은 Draft 19[1]의 Router Advertisement 기본 수치인 0.05-1.5초 이고 X