

Mobile IPv6 프로토콜에서의 모바일 노드의 핸드오버시

지연감소를 위한 성능분석*

신승욱*, 한승조*

*조선대학교 정보통신공학과

Performance Analysis for Handover Delay Reduction of Mobile Node in Mobile IPv6

Seung-Wook Shin*, Seung-Jo Han*

*Department of Information & Communication Engineering, Chosun University

요약

최근 무선인터넷에 대한 수요가 증가함에 따라 기존의 이동통신망과 무선랜뿐만 아니라 다양한 무선 인터넷 망들이 속속 등장하고 있다. 현재 대표적인 IP 이동프로토콜로는 Mobile IPv6를 들 수 있다. 이러한 Mobile IPv6 방법은 실시간 성이 요구되거나 패킷 손실에 민감한 응용에서는 기존의 Mobile IPv4 보다는 많은 기술적인 향상이 이루어 졌다. 본 논문에서는 Mobile IPv6에서 모바일 노드의 이동에 따른 지연이 발생하게 되는데, 이러한 지연을 최소화하기 위해 Mobile IPv6 Draft에서 제시한 여러 가지 기술적인 부분들에 대한 성능을 분석하였다.

I. 서론

최근 휴대용 컴퓨터가 점점 소형화, 고성능화 되고 무선 액세스 기술이 향상됨에 따라 이동성에 대한 사용자의 요구가 점차 증가하고 인터넷과 웹에 연결하려는 사용자의 수가 급증하고 있는 추세이다. 그리고, 현재 각 사무실이나 학교에서는 유선을 이용한 인터넷 연결이 802.11 형태의 무선통신을 이용한 환경으로 급격하게 변화하고 있다. 이러한 수요는 점차 늘어나 무선랜 뿐만 아니라 휴대형 이동통신 시스템에서도 IP를 기반으로한 여러 서비스가 출현하였다. 이에 Mobile IPv6 기술은 네트워크 계층에서 단말의 이동성을 지원하고자 하는 기술로서 현재 IETF에서 매우 활발한 연구가 진행 중에 있으며, 특히 Mobile IPv6의 핸드오버에 관련하여 이를 더욱더 발전시킨 모델들이 속속 표준화 되었다. 특히 Fast Handovers for Mobile IPv6, Hierarchical Mobile IPv6

Mobility Management 등은 기존의 Mobile IPv6의 핸드오버시 지연에 관한 기술적인 문제점들을 보완하기 위하여 연구가 진행되어 표준화가 되었으나 아직 이 기술을 적용시키기 위해서는 향후 몇 년을 기다려야 할 것이다. 이에 본 고에서는 2003년에 표준화가 된 Mobile IPv6의 [1] 핸드오버시 지연을 줄일 수 있는 여러 가지 새로운 기술들을 적용하여 보고, 지연을 최소화 할 수 있는 방법을 제안하고 이를 시뮬레이션하여 성능을 분석하였다.

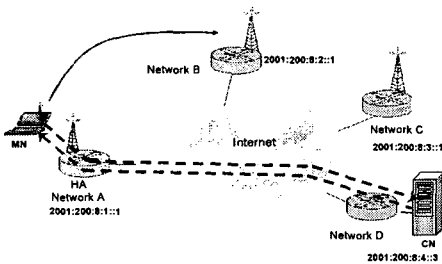
본 논문의 구성은 2장에서 2003년도에 표준화가 완료된 Mobile IPv6에 대한 간단한 설명과 함께 새롭게 추가된 기술들에 대하여 알아볼 것이며, 3장에서는 본 논문에서 제시하고자 하는 매커니즘에 대한 세부 시뮬레이션에 대해 성능분석을 한다. 제 4장에서는 제안한 연구에 대한 결론과 향후 연구방향에 대하여 제시하였다.

II. 관련연구

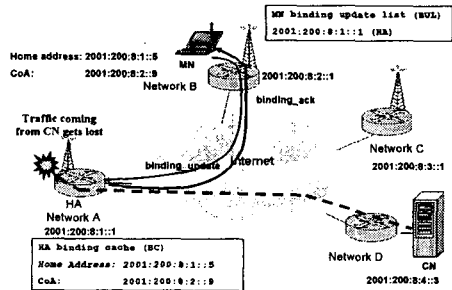
2.1 Mobile IPv6 개요

Mobile IPv6의 동작은 기본적으로 Mobile IPv4[2]에서의 동작과 비슷하지만 Mobile IPv4를 통해 얻어진 경험과 IPv6가 제공하는 특징들을 반영하도록 설계되어 좀 더 자연스럽게 효과적으로 IPv6 노드의 이동성을 지원할 수 있다[3].

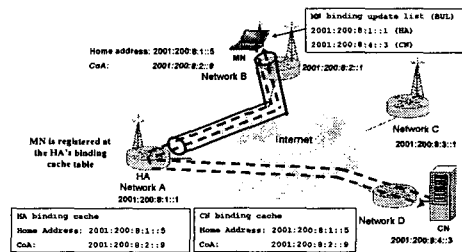
IPv6 노드가 홈 링크를 벗어나 다른 링크에 접속되면 해당 노드는 Mobile IPv4에서와 마찬가지로 방문한 링크에서 사용할 임시주소인 CoA(Care of Address)를 얻게 되며, 이 주소를 자신의 홈 링크상에 위치한 HA(Home Agent)에게 등록한다. CoA를 HA에 등록한 후에 MN의 홈 주소를 목적지로 가는 패킷이 전달되면 HA가 MN을 대신하여 패킷을 수신한다. HA는 수신한 패킷을 CoA를 목적지로 터널링하여 이동노드가 위치한 링크로 전달하며, MN은 터널링 헤더를 제거하고 원래 패킷을 얻어낸다 반대로 MN이 CN(Correspondent Node)로 패킷을 전송할 경우에 최초의 패킷 전송은 HA로 역터널링을 거쳐서 상대노드로 전달된다. 이때 CN은 RR(Return Routability)라는 방식을 통해 MN(mobile node)의 CoA를 등록하며, CN에 CoA가 등록된 이후에는 두 노드가 HA를 거치지 않고 직접 통신을 수행할 수 있다. 아래 그림에서 MN의 이동에 Mobile IPv6의 동작을 개략적으로 보여주고 있다.[4]



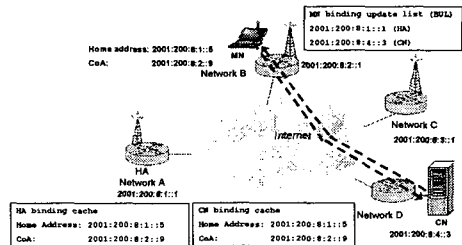
[그림 1] 홈망에서의 MN



[그림2] MN의 Network B로 이동



[그림3] HA로의 터널생성



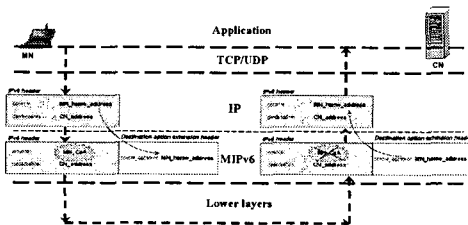
[그림4] Route Optimization

2.2 Movement Detection

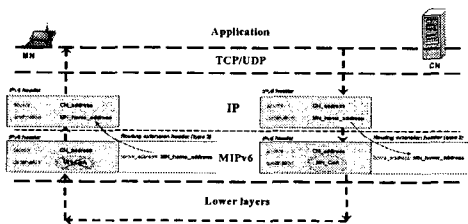
위 그림에서 보듯이 이동단말이 이동한 후에는 RA(router advertisement)메시지의 프리픽스 정보와 NUD(Neighbor Unreachable Detection)메커니즘을 사용하여 이동하였음을 감지하며, MN은 필요에 따라 router solicitation 메시지를 사용하여 router advertisement 메시지를 유도한다.

2.3 Route Optimization

CN은 바인딩 정보를 저장하고 다음부터는 그 바인딩 정보를 사용하여 HA를 거치지 않고 직접 통신할 수 있다. 이러한 기능은 Mobile IPv4에서는 기본 스펙에서 다루지 않고 경로 최적화를 위한 별도의 프로토콜을 제시하지만, Mobile IPv6에서는 기본 스펙에서 포함하고 있다. 이에 따라 MN이 이동하였을 경우 터널링을 통하여 패킷을 전송후 MN과 CN의 CoA를 등록한 후에는 HA를 거치지 않고 직접 통신을 하게 되는데 이는 Mobile IPv6에서 지원하는 Route optimization을 사용함으로써 상위레이어(트랜스포트, 어플리케이션 레이어)에서는 MN의 주소를 항상 HA의 네트워크에서의 주소로 인식하게 한다. 이와 같은 방법을 사용함으로써 기존의 이동 노드를 목적지로 하는 모든 패킷들이 HA를 지나야만 했던 상황에서 발생할 수 있었던 문제점, 즉, 홈 망에서서의 병목현상, HA가 다운되었을 경우에 치명적이었던 문제점 및 삼각 라우팅 문제를 안정적으로 해결할 수 있다. 아래 그림에서는 위에서 설명한 Route optimization 동작에서 확장헤더에 어떠한 주소가 사용되어 상위레이어에서 부가적인 처리를 하지 않고 통신이 가능한 지에 대하여 설명한다.



[그림4] MN → CN Route optimization



[그림5] MN ← CN Route optimization

2.4 Smooth Handoff

MN이 HA에서 Network B로 이동하여 서비스를 받던 도중 다시 임의의 다른 망으로 이동하였을 경우에 이동을 감지한 후 새로운 CoA를 획득하여 바인딩 업데이트가 일어나서 정상적으로 서비스를 받게 되기까지 기간, 즉 handoff 동안에 MN으로 패킷을 보내는 CN은 MN이 아직 Network B에 있는 것으로 인식하기 때문에 패킷을 Network B로 전송한다. 이때 Network B의 한 에이전트가 이 패킷들을 버리지 않고 MN까지 전송해 주어 패킷 손실을 줄이는 것이 smooth handoff 이다. 그러기 위해서 MN은 Network B의 라우터로 BU(Binding Update) 를 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 이동노드는 CN으로 BU를 보내 바인딩 정보를 갱신하므로서 Handoff는 끝나게 된다.

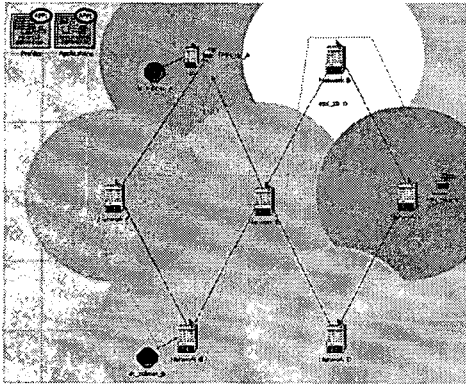
III. 시뮬레이션 및 고찰

본 장에서는 Mobile IPv6 프로토콜에서 개선되어진 기능들 중에서 MN이 이동시 발생할 수 있는 지연을 최소화 할 수있는 방안들에 대하여 시뮬레이션하여 성능을 분석하였다. 성능 분석에는 Opnet 시뮬레이터를 사용하여 Mobile IPv6 표준에 입각하여 구성된 라이브러리를 바탕으로 성능을 분석하였다.[5]

3.1 표준 Mobile IPv6 성능분석

아래 그림에서 보는바와 같이 7개의 Access Point를 가지는 무선 네트워크를 구성하였으며, 각 시나리오의 세부설정은 성능분석을 위하여 Mobile IPv6에서 지원하는 기본환경에서부터 시작하였다. 성능 분석을 위하여 두가지 시나리오를 구성하였고, 첫 번째 HA를 홈망으

로하는 MN_dc_A의 이동이며, 두번째는 어느 무선망에도 속하지 않은 MN_miami가 이동하는 환경이다.

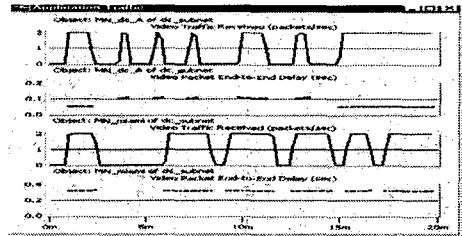


[그림7] 시뮬레이션 구성도

위 그림에서 보는바와 같이 7개의 Access Point를 가지는 무선 네트워크를 구성하였으며, 각 시나리오의 세부설정은 성능분석을 위하여 Mobile IPv6에서 지원하는 기본환경에서 부터 시작하였다. 성능 분석을 위하여 두가지 시나리오를 구성하였고, 첫 번째 HA를 희망으로 하는 MN_dc_A의 이동이며, 두번째는 어느 무선망에도 속하지 않은 MN_miami가 이동하는 환경이다.

- 시나리오 1
 - MN_dc_A는 HA를 희망으로 등록
 - MN은 이동중 희망 망에 존재하는 streaming video 서비스를 받음
 - Video Application은 UDP를 사용
 - Application Traffic
 - 2 packets/second
 - Frame size = 172 bytes
 - HA→Network E→F→D→B→C→D→E→HA로 MN은 이동한다
- 시나리오 2
 - MN_miami는 희망 망을 등록하지 않음
 - MN은 이동중 희망 망에 존재하는

- streaming video 서비스를 받음
- Video Application은 UDP를 사용
- Application Traffic
 - 2 packets/second
 - Frame size = 172 bytes
- Network C→B→E→G→F→E→C로 MN은 이동한다

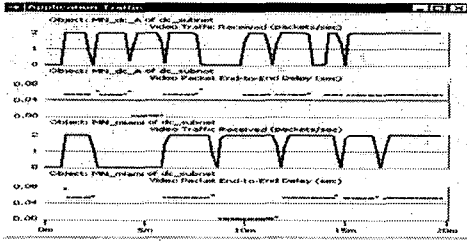


[그림8] 표준 Mobile IPv6

위 [그림8]은 표준 Mobile IPv6 에서의 시나리오 1 과 시나리오 2의 상황에서 무선망을 이동시 발생한 Video Traffic의 전송성능과 Delay의 결과치를 보여주고 있다. MN이 이동시 표준 Mobile IPv6를 적용하였을 경우 희망에서부터 시작해서 다른 무선망으로 이동할 경우 위 결과에서 보듯이 트래픽전송이 단절되는 현상을 뚜렷이 볼 수 있을 뿐 만아니라 전송 지연 또한 이동시 일정하게 발생하고 있음을 알 수 있다. 이러한 전송성능과 지연이 발생한다면 Video Streaming Service를 할 수 없을 것이다.

3.2 MN의 Route Optimization

- 시나리오 1
 - 3.1의 시나리오 1과 동일
 - MN_dc_1에 Route Optimization 적용
- 시나리오 2
 - 3.1의 시나리오 2와 동일
 - MN_miami에 Route Optimization 적용

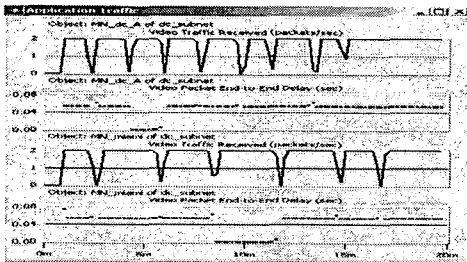


[그림9] MN에 Route Optimization 적용

위의 결과에서 알 수 있듯이 Route Optimization을 적용하였을 경우 기존에 설정에서 측정하였던 성능분석과 비교 하였을 경우 전송성능과 Delay부분에서 많은 향상을 가져 온것을 볼 수있다. 하지만 여전히 트래픽이 끊기는 구간이 있으며 Delay역시 존재하고 있다. 이러한 상황에서도 역시 Video Streaming Service를 받을경우 끊김영역이 발생하여 원만한 서비스를 받을 수 없을 것이다.

3.3 Network Configuration

- 시나리오 1
 - 3.2의 시나리오 1과 동일
 - 모든 Access Router의 Router Advertisement Interval(sec)값을 조정
- 시나리오 2
 - 3.2의 시나리오 2와 동일
 - 모든 Access Router의 Router Advertisement Interval(sec)값을 조정



[그림10] Network Configuration 설정

마지막으로 Network 환경중에 Router

Advertisement Interval(sec)값을 변경하여 위와 같은 성능이 측정되었다. 이는 MN의 Route Optimization을 적용하였을 경우에 트래픽의 단절이 발생한 지역의 Access Router의 Router Advertisement(sec)값을 조정하여 MN이 이동시에 RA메시지를 받는 시간 간격을 조정함으로써 이동시 빠르게 Handoff 시점을 파악하여 트래픽의 끊김현상이 발생하지 않도록 하였다. 이와 같이 Mobile IPv6의 표준 프로토콜을 이용하여 무선망구간을 이동시 Video Streaming Service의 이용이 불가능할 정도로 끊김 영역과 Delay가 많았다. 하지만 MN의 Route Optimization의 적용으로 끊김 구간이 많이 줄어들었으나, 여전히 서비스를 원활히 받을 수 있지는 못하였다. 이는 Access Router의 Router Advertisement Interval(sec)값이 무선망간의 거리와 관련하여 많은 영향을 미치고 있음을 알 수있다. 이에 무선 망간에 거리를 고려한 RA메시지의 Interval값을 효과적으로 조정한다면 3.3의 결과와 같은 성능을 측정할 수 있다.

IV. 결론

제한된 공간에서 사용할 수밖에 없었던 유선 인터넷 통신을 무선 환경으로 확장하면서 언제 어디서나 무선 인터넷을 통한 통신 서비스를 원하는 사용자들의 요구를 만족시킬 수 있도록 하기 위하여 많은 연구와, 무선 환경에서 호스트는 이동성을 지니게 되므로 이동성 관리가 큰 문제로 대두 될 것이며, 이에 관한 연구가 계속적으로 진행되고 있다. 이러한 호스트의 이동성 문제를 해결하기 위하여 무선망의 모든 요소들은 IP 프로토콜을 기본적으로 사용하게 될 것이며 모든 이동성 관리의 IP 프로토콜을 기반으로 하게 될 것이다.

본 논문에서는 Mobile IPv6 프로토콜을 기반으로 무선 환경에서 효율적인 이동성 보장을 위하여 제안된 방안들을 살펴보았다. 표준 Mobile IPv6상에서 모바일 노드들이 무선망간을 이동시 트래픽의 끊김 구간이 매번 생겼으며, Delay역시 증가 하였다. 이에 Route

Optimization 및 Router Advertisement Interval(sec)의을 무선망 환경에 맞게 조정함으로써 이동시 발생하는 트래픽 끊김 현상과 Delay를 효과적으로 줄일 수 있음을 시뮬레이션 결과 확인하였다. 이러한 성능은 무선망 내에서 이동노드가 적을경우에 위와 같은 성능을 보였으며, 멀티미디어 서비스와 같은 실시간 통신을 원하는 경우에도 원활히 동작할 것이다. 하지만 이동노드의 수가 많아져 트래픽의 양이 많아지거나, 보다 안정적인 인증프로토콜을 사용한다면 위와 같은 성능을 기대할 수 없을것이다. 이에 현재 Mobile IPv6 프로토콜에 보안을 적용시켜 시뮬레이션을 진행중에 있으며, Mobile IPv6의 핸드오버를 개선시킨 여러 가지 프로토콜에 또한 같은 연구를 진행중에 있다.

[5] OPNET Modeler, www.opnet.com

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력 양성사업의 연구결과로 수행되었음.

[참고문헌]

- [1] D. Johnson et al., "Mobility Support in IPv6," draft-ietf-mobileip-ipv6-23.txt, May 2003
- [2] Karim 띠 Malki, Pat R. Calhoun, Tom Hiller, James Kempf, et al., "Low Latency Handoffs in Mobile IPv4," <draft-ietf-Mobileip-lowlatency-handaoffs-v4-04.txt>. July 2002.
- [3] R. H냐도, Z.G. Zhou, A. Seneviaratene, S-MIP: A seamless handoff architecture for mobile IP, in: Proceedings of the Twenty-Second Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies(INFOCOM 2003), vol.3. 2003.
- [4] R. Koodli: Fast Handovers for Mobile IPv6. draft-ietf-mipshop-fast-mipv6-02.txt, IETF, 2004