

OMNeT++를 이용한 NEMO 시뮬레이터 설계

양만석*, 김경수*, 홍진표*, 이경진**

*한국의국어대학교

**한국전자통신연구원

e-mail:msyang@hufs.ac.kr

Design of NEMO Simulator Using OMNeT++

Man Seok Yang*, Jin Pyo Hong*, Kyoung Soo Kim*, Kyoung Jin Lee**

*Hankuk University of Foreign Studies

**Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 논문은 모바일 네트워크 환경에서 기존의 호스트 이동성 뿐만 아니라, 네트워크가 움직이는 Network Mobility를 지원하기 위한 접근방식인 MRTP(Mobile Router Tunneling Protocol)와 NEMO Basic Support Protocol의 표준화 및 개발동향에 대해 살펴보고, 시뮬레이션을 통해 이를 구성 및 모델링 함으로써 Network mobility의 필요성을 증명하고, 이를 위해 해결해야 할 문제점들을 파악하며, Network Mobility 환경에서의 문제를 해결하기 위한 시뮬레이터 설계를 기술한다.

1. 서론

최근 이동 통신과 인터넷이 대중화 된 상황에서, 이동 환경에서의 인터넷 접속 요구는 크게 증가하고 있다. 또한 이동성을 지원하는 기술이 등장하면서 위치에 관계없이 업무수행이 가능해 지고 생산성도 증가하고 있다. 셀룰러 폰, PDA, Wireless LAN과 같은 무선 솔루션은 사무실이나 캠퍼스 기타 다른 장소에서도 전화하고, e-mail, Internet access를 가능하게 해 주고 있다.

따라서 기존 단말에 지속적인 네트워크 연결을 지원하는 호스트 이동성과는 달리, 모바일 망이 속한 토폴로지내에서 인터넷에 대한 연결점이 변경되고, 그 rechability가 변경되어도 그 망에 연결된 모든 단말들에게 지속적인 인터넷 연결을 제공하겠다는 Network Mobility가 제안되었다.

그러므로 모바일 네트워크 환경에서 기존의 호스트 이동성뿐만 아니라, 네트워크가 움직이는 Network Mobility를 지원하기 위한 접근방식인 MRTP(Mobile Router Tunneling Protocol)와 NEMO Basic Support Protocol의 표준화 및 개발동향에 대

해 살펴보고, 이를 미리 구성 및 모델링 함으로써 Network mobility의 필요성을 증명하고, 이를 위해 해결해야 할 문제점들을 파악하며, 시뮬레이션을 통해 문제를 해결하기 위한 시뮬레이터가 필요하다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 Mobile IP 표준화 및 개발동향과 Network Mobility를 지원하기 위한 프로토콜에 대해 설명하고, 3장에서는 OMNeT++을 이용한 NEMO 시뮬레이터 설계에 대한 설명을, 4장에서는 NEMO 시뮬레이터 설계를 그리고 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결과 및 향후 방향에 대해서 다루고 끝 마친다.

2. Network Mobility Support 프로토콜

2.1 Host Mobility

Mobile IP는 차세대 무선 인터넷에 대한 이동성 기술로서 HA(Home Agent) 및 FA(Foreign Agent)등의 이동 에이전트를 통해 이동 단말에 대한 유연한 IP 이동성(seamless IP mobility) 제공을 주요 목표로 한다. MIP 기술과 관련하여 제 56차 IETF 회의에서는 IP Mobility 표준화 작업의 향후 추진 방향

을 논의하기 위한 NSIIM(Next Steps In IP Mobility) BoF(Birds of Feather) 회의가 개최되었으며, 그 동안 IETF Mobile IP WG에서 진행되어 온 표준화 결과를 토대로 향후에 보다 실질적이고 신속한 표준화 작업추진을 위한 모임이었다.

MIP 기술은 크게 IPv4 기반의 MIPv4와 IPv6 기반의 MIPv6로 분류할 수 있으며, 현재 MIPv4의 경우 RFC 3344를 통해 기본 프로토콜 규격이 안정화 단계에 있는 반면에, MIPv6의 경우 RR(Return Routability)등의 보안강화 작업으로 인해 표준화 작업이 지연되어 왔다. MIPv6 기본규격 개발작업이 지연됨에 따라, 아울러 MIPv6 확장 프로토콜인 FMIPv6(Fast Handover for MIPv6) 및 HMIPv6(Hierarchical MIPv6) 등의 개발작업도 함께 지연되어 왔으며, 이러한 배경 하에 향후 MIP 표준화 작업의 효율성을 도모하기 위한 NSIIM BoF 회의가 개최되었다.

2.2 Network Mobility

Mobile Network에서는 기본적으로 차세대 통신 프로토콜로 사용하게 될 IPv6를 기본 프로토콜로 사용하고 있다. IPv6는 앞으로의 수요를 충족시킬 만큼의 충분한 주소를 제공할 수 있는 큰 주소공간을 가지고 있으며 현재 IPv6의 표준화에 발맞추어 Mobile IPv6가 다방면으로 연구되어 표준화되고 있다.

NEMO는 이제까지의 단말에 지속적인 네트워크 연결을 지원하는 host mobility와는 달리, 모바일 망이 속한 토폴로지내에서 인터넷에 대한 연결점이 변경되고, 따라서 그 reachability가 변경된다면, 그런 상황이 발생했을때, 그 망에 연결된 모든 단말들에게 지속적인 인터넷 연결을 제공하겠다는 것이다.

Ad Hoc 네트워크나 고정된 토폴로지를 갖는 네트워크가 고정된 인터넷 상에서 이동할 때 mobility 기능을 처리하기 위해서 Network mobility management가 필요하게 된다. 이동망에 위치한 노드가 이동을 알지 못하도록, 즉, mobility가 노드에게 알려지지 않도록 NEMO를 관리할 수 있다.

3.2 Mobile Router 기능

MR(Mobile Router)은 Mobile Network의 Default Gateway로서 동작하게 되며, 자신의 Network인 Mobile Network의 모든 노드들에게 지속적인 Connectivity를 제공하기 위해 Mobile Network의

prefix까지도 HA(Home Agent)에게 BU(Binding Update)를 전송하게 된다. HA에서는 이러한 prefix 정보를 수신하여 자신의 Forwarding 경로를 설정하며 Mobile Network에 발생하는 모든 패킷들은 Next Hop으로서 MR를 지정하도록 한다.

이를 위해 NEMO Basic Support Protocol에서는 기존 MIPv6를 확장하고 있다. BU메시지에 Mobile Router임을 나타내기 위한 새로운 flag를 정의하고, 새로운 Binding Update Option을 정의한다. 추가로 BA(Binding Acknowledgement)의 status 값을 추가함으로써 NEMO Basic Support를 정의하고 있다.

3. NEMO 시뮬레이터 설계

OMNeT++는 C++ 기반의 분산 이벤트 시뮬레이션 툴로서 Technia University of Budapest의 Andras Varga에 의해 개발되었으며 주요 응용분야로는 컴퓨터 네트워크와 분산 시스템에 이용할 수 있다.

본 논문에서 다룬 IPv6를 기반한 Network Mobility 시뮬레이터의 주요 모듈은 다음과 같다.

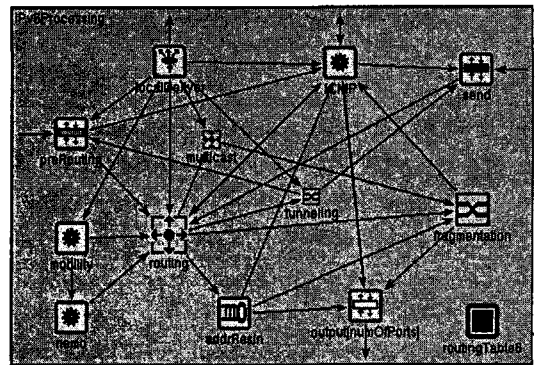


그림 1 IPv6 Processing 모듈

데이터그램이 노드에 도착하면 PreRouting6 모듈을 거쳐 Routing6 모듈로 넘어간다. 이 모듈에서는 다음과 같은 3가지 경우의 동작이 일어날 수 있다.

- Output 인터페이스를 통해 데이터그램 전송
- 멀티캐스트 모듈을 통해 데이터그램 전송
- LocalDeliver 모듈을 통해 데이터그램 전송

LocalDeliver 모듈은 local node에 전송될 패킷을 전달받아 해당 기능을 수행하며, 이 모듈에서 상위 레이어로 전송할지, 또는 Mobility 모듈로 전송될지가 결정된다.

Mobility 모듈은 Routing 모듈을 거쳐 LocalDeliver

모듈에 전달되었는데 Mobile Header를 포함하고 있을 경우 이를 처리하게 되며, BU 메시지에 "R" bit가 있을 경우 이를 Nemo 모듈로 넘겨 Network Mobility에 필요한 과정을 처리하게 된다.

Mobile Node는 크게 2가지 방식으로 동작한다. HA가 Mobile Host의 Home Address에 관련된 정보를 가지지 않으나, Mobile Host의 Home Address와 관련된 binding cache entry를 유지하는 경우는 Mobile Host로서 동작하며, MR의 Home Address와 대응하는 binding cache entry를 유지하고, 추가로 HA가 Mobile Network에 연결된 prefix의 forwarding information을 가지는 경우는 MR로서 동작한다. 이는 BU의 'R' bit로 구분하며, MR는 HA와 binding message를 exchange한다.

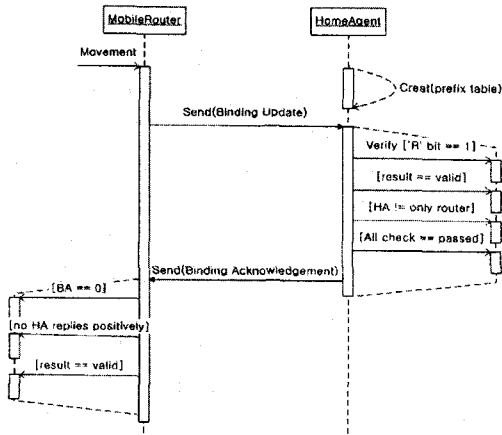


그림 2 MR 시퀀스 다이어그램

위 그림 2는 MR과 HA 사이에 BU 메시지와 BA 메시지 교환을 통해 Bi-directional Tunnel을 만들기까지의 과정을 시퀀스 다이어그램으로 설명하고 있다.

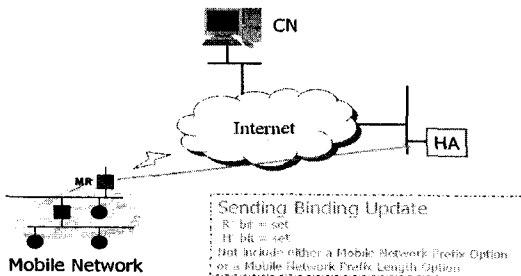


그림 3 Sending Binding Update(Implicit Mode)

위 그림 3은 Mobile Network안에 노드들에게 Connectivity를 제공하고자, BU에 flag 'R' 을 설정하여 HA에게 메시지를 보내는 과정이다.

MR에서 일어나는 기능들을 활동 다이어그램으로 나타내면 다음과 같다.

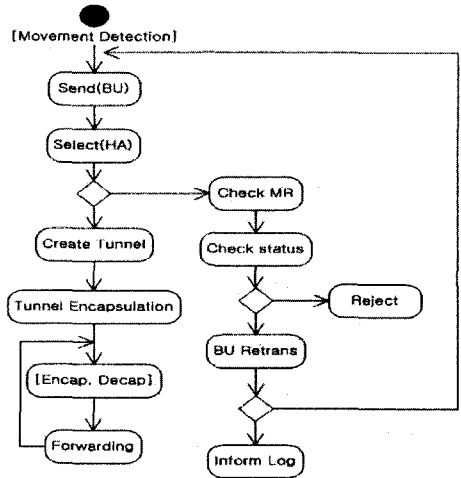


그림 4 MR 활동 다이어그램

우선 Movement Detection Event가 발생하면 CoA를 사용하여 HA에게 BU를 전송한다. HA가 여러개 일 경우 하나를 선택하여 전송할 수 있으며, 응답을 기다린다. BA를 수신한 경우 Valid status value를 수신하기를 기다리고 수신 여부에 따라 다음과 같은 기능을 수행한다.

- 1) Valid value를 수신한 경우 HA에 대한 터널을 생성하며, Tunnel Excapsulation Limit field를 set하여 nested aggregation level수를 설정한다. 이후 수신되는 패킷의 인터페이스에 따라 encapsulation, decapsulation을 수행하고 수신된 패킷에 대한 forwarding을 수행한다.
- 2) Invalid value를 수신한 경우 MR의 mode state를 체크하고 수신 status value를 체크하여 mode에 유효한 상태 값인지를 확인한다. 만약 유효한 상태값이면 BU를 재전송할지를 결정하여 BU를 재전송하고 아니라면 Reject 된다.

NEMO에서는 prefix 정보를 전송하기 위한 2개의 새로운 Mobility Header Option을 추가하였으며, 만일 Mobile Network이 1개 이상의 IPv6 prefix를 가지고 HA가 이를 위해 포워딩을 설정 하길 원한다

면, HA는 단일 Binding Update에 Multiple prefix information을 포함할 수 있다. HA는 Mobile Router의 COA(Care of Address)로 각 prefix의 포워딩을 설정한다.

NEMO에서 사용되는 Binding Update 메시지 형식은 다음 그림 4와 같다.

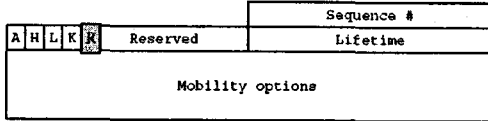


그림 5 Binding Update Message

4. NEMO 시뮬레이터 환경

NEMO 시뮬레이션을 위한 기본적으로 환경으로는 이동하는 수단(열차, 자동차, 배)으로서 향후 무선 LAN, 3GPP 등 무선망을 이용하여 이동하는 네트워크로 장착될 것을 가정하여, 이동하는 운송수단 위에 탑승하여 노트북, PDA, 셀룰러 전화 등으로 인터넷을 끊임없이 액세스 할 수 있게 하는 NEMO 환경을 구성하였으며, 여러 Access Point를 두고 MR을 포함하는 몇 개의 Mobile Station을 함께 이동시키며 테스트 하고자 한다. 향후 많은 이동성을 고려하여 보다 다양하고 복잡한 환경을 구축할 예정이다.

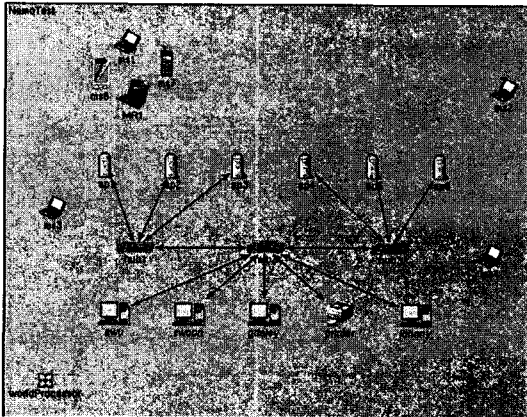


그림 6 NEMO 시뮬레이터

5. 결론

인터넷에서의 호스트의 이동성을 지원하기 위한 많은 방안들이 있었지만, 이동성의 다양함이 증가한

오늘날에는 네트워크 자체의 이동성이 대두되었다. 하지만 MIPv4, v6는 호스트의 이동성에만 초점이 맞추어져 있기 때문에 네트워크 이동성을 지원하기 위해서는 기존의 프로토콜을 새롭게 설계하여야 한다.

이를 위해 Mobile IP망으로 구성된 시험망 구축의 어려움으로 인해 시뮬레이션을 선택하게 되었으며, 더불어 새로운 Mobile IP 망을 설계할 때 망 설계에 대한 검증 및 새로운 관리 정책, 그리고 표준을 도입할 때의 검증을 통해 Mobile IP 망의 전반적인 특성을 사전에 파악하고 실제 NEMO 망 설계와 구성에 도움을 주기 위해 시뮬레이션을 통해 이러한 네트워크 이동성에 대한 효율적인 지원 방안을 연구 하도록 하겠다.

참고문헌

- [1] IETF NEMO working group <http://www.ietf.org/html.charters/nemo-charter.html>
- [2] Vijay Devarapalli, Ryuji Wakikawa, Nemo Basic Support Protocol, Internet-Draft, IETF, 2003.
- [3] Thierry Ernst, Network Mobility Support Goals and Requirements, Internet-Draft, IETF, 2003.
- [4] Thierry Ernst, Hong-Yon Lach, Network Mobility Support Terminology, Internet-Draft, IETF, 2003.
- [5] T. J. Kniveton, Jari T. Malinen, Mobile Router Tunneling Protocol, Internet-Draft, IETF, 2002.
- [6] D. Johnson, C. Perkins, Mobility Support in IPv6, Internet-Draft, IETF, 2003.
- [7] Johnny Lai, Eric Wu, Andras Varga, Y.Ahmet Sekercioulu, Grgory K. Egan "A Simulation Suite for Accrate Modeling of IPv6 Protocols"
- [8] OMNeT++ Official Site, <http://www.omnetpp.org>