

# NEMO 기술 표준화(ITU-T, IETF) 기술동향

김 동 일 · 최 지 형

동의대학교 정보통신공학과

## 목 차

I. 서론	3-1. ITU-T에서의 표준화 동향
II. 기본 개념 및 관련 기술	3-2. IETF에서의 표준화 동향
2-1. Mobile IP	IV. NEMO 구축 사례
2-2. NEMO	V. 결론
III. 기술 표준화 동향	참고문헌

## I. 서론

최근 이동 통신 가입자의 수가 급격히 증가하였고, 이 가입자들이 음성 통화와 함께 다양한 데이터 서비스를 요구하게 되었다. 이동 데이터 서비스 사용자가 지속적으로 증가하고 있으며, 이동 서비스 중 데이터 서비스가 차지하는 수익이 빠른 속도로 증가하고 있음을 알 수 있다. 따라서 앞으로 데이터 서비스의 많은 부분을 차지하게 될 이동 인터넷 서비스를 효율적으로 제공하는 것이 중요한 문제로 대두되고 있다.

인터넷 단말의 이동성을 지원하기 위한 Mobile IP 프로토콜이 IETF에서 제안되어 표준화가 진행되어 왔다. 일본이나 유럽 등 여러 나라에서 다양한 연구, 개발이 이루어졌지만 기술적인 한계 뿐 아니라 적절한 서비스 모델의 부재로 상용화되지 못하고 있으며, 기존의 이동망을 이용한 인터넷 서비스 및 휴대 인터넷 서비스를 이용한 단말의 이동 서비스가 우세할 것으로 보인다.

최근 공중 무선랜 서비스를 제공하는 핫스팟 지역이 국내에 일반 여 지역에 육박하여, 자신의 노트북을 가지고 호텔, 사무실, 가정, 관공서 등 일정한 지역 내에서는 무선으로 인터넷과 접속하는 것이 가능해졌고 그 지역 내에서 이동중에도 서비스를 받을 수 있게 되었다. 따라서 앞으로 사용자들은 자동차, 기차, 버스, 비행기, 여객선 등에서 자신의 노트북을 이용하여 인터

넷 서비스를 받을 수 있도록 요구하게 될 것이다.

이러한 서비스가 가능하기 위해서 단말이 아니라네트워에 대한 이동성 서비스가 제공되어야 한다. 네트워 이동성 서비스란 자신이 속한 네트워크 전체가 이동하여 인터넷과의 접속점이 변경되더라도 임의의 단말에서 인터넷 상의 다른 노드들과의 통신을 계속할 수 있도록 지원하는 것을 말한다.

이와 관련하여 IETF에서 NEMO(Network MOBility)에 대한 논의가 이루어지고 있다. NEMO는 2001년 52차 IETF 회의에서 처음 제안되어, 2002년 53차 회의때 MONET(Mobile Network) BOF(Birds of Feather group)가 만들어지고, 2002년 55차 회의 때 새로운 이름으로 변경하여 NEMO 워킹그룹이 결성되었다. NEMO 프로토콜은 Mobile IPv6 프로토콜을 기반으로 확장하는 형태로 표준화가 진행되고 있다.[1]

본 고에서는 NEMO 기술에 대한 기본 개념과 관련 기술 그리고 향후 확장되어야 할 이동성 기술 동향에 대해서 논의하고자 한다. II장에서는 NEMO의 기본 개념 및 관련 기술을 설명하고, III장에서는 ITU-T와 IETF에서의 기술 표준화 동향을, IV장에서는 실제로 NEMO가 구축된 사례를 소개한다. 그리고, 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

## II. 기본 개념 및 관련 기술

이 장에서는 먼저 NEMO의 기본이 되는 Mobile IP에 대하여 간단하게 설명하고, 이어서 NEMO의 기본 개념을 설명하고 관련 용어를 정의한다.

### 2.1. Mobile IP

IP(Internet Protocol)에서 사용하는 IP 주소는 인터넷 상에서 이동하는 기기의 인터페이스에 할당되어 그 인터페이스를 식별하는 역할을 한다. 이러한 IP 주소는 계층적으로 구성되어 있으므로 IP 주소가 할당된 인터페이스의 위치를 표현하는 기능도 갖는다.

IP 주소를 갖는 기기가 이동하면 IP 주소의 두 가지 기능인 식별 기능과 위치 표현 기능 중 위치 표현의 기능에 불일치가 발생한다. IP 이동성을 지원하기 위해서 제안된 MIPv4(Mobile IPv4) 프로토콜은 이러한 문제를 해결하기 위하여 IP 주소의 두 가지 기능인 인터페이스 식별과 위치 표현의 기능을 분리하였다.[2] 즉, 각 인터페이스가 식별자 기능을 하는 홈 주소(Home Address: HoA)와 위치 표현을 위한 현지 주소(Care of Address: CoA)의 두 개의 주소를 갖도록 한다. 홈 주소는 해당 기기가 원래 위치했던 홈 네트워크(home network)에서 할당받아 지속적으로 유지하고 현지 주소는 이동할 때마다 이동한 네트워크에서 새롭게 할당 받는다. 이 때 이 두 주소간의 매핑을 위하여 해당 기기의 홈 네트워크에 홈 에이전트(Home Agent: HA)를 두고, 이동할 때마다 변경되는 현지 주소를 등록한다. 이동하는 기기가 홈 에이전트에 홈 주소와 현지 주소의

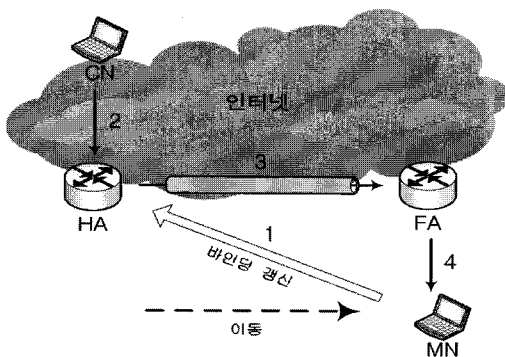


그림 1. Mobile IP

결합을 등록하는 것을 바인딩 갱신(Binding Update: BU)이라고 한다. MIPv6(Mobile IPv6)는 IPv6 환경에서의 이동성을 지원한다.[3] 이동 MIP와 같이 IP 주소의 기능을 둘로 분리함에 의하여 이동성을 지원하며 보다 유연한 패킷 형식을 제공함으로써 추가 기능 구현을 용이하게 한다.

### 2.2. NEMO

Mobile IP가 호스트 단위로 이동성을 관리하는데 비하여 NEMO에서는 네트워크 단위로 이동성을 관리한다. NEMO는 함께 이동하는 이동통신 기기들이 하나의 네트워크를 형성하고 이렇게 형성된 네트워크가 이동 라우터(Mobile Router: MR)를 통하여 지속적으로 인터넷에 접속 가능하도록 하는 기법이다. NEMO는 개별 기기들의 이동성 관리를 통합하여 이동에 대한 투명성을 보장한다.

NEMO의 기본 구조는 그림 2와 같다. 그림2에서 이동하는 네트워크는 이동 라우터인 MR을 통하여 인터넷에 접속하고 이동함에 따라 인터넷에 접속하는 라우터(Access Router: AR)를 AR1에서 AR2로 변경한다.

NEMO basic support protocol(RFC 3963)은 MIPv6를 기반으로 하여 개별 노드에 대한 이동투명성을 제공하면서 네트워크 이동성을 관리하기 위한 프로토콜이다.[4] NEMO basic support protocol은 그림 3과 같이 동작한다. 라우팅 루프 문제를 해결하기 위하여 이

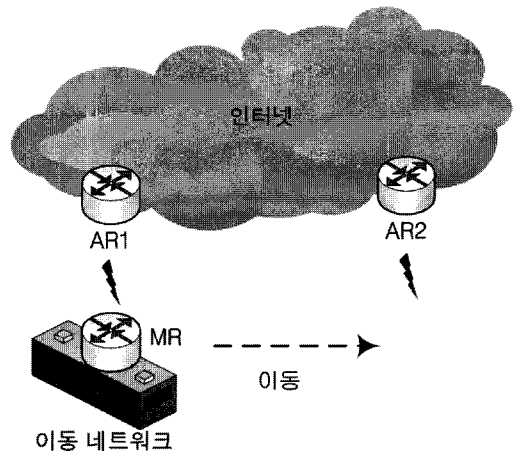


그림 2. NEMO 기본 구조

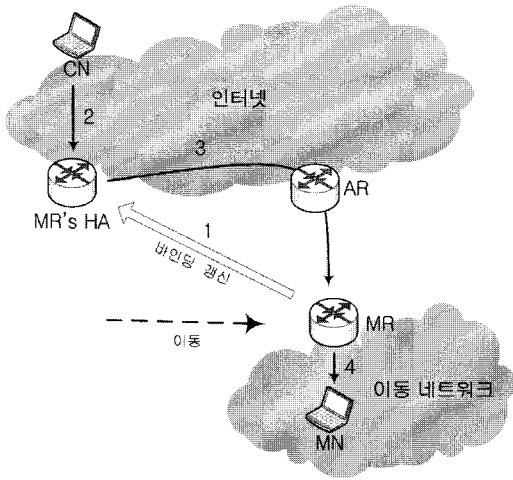


그림 3. NEMO basic support protocol

동 라우터는 진출 인터페이스(egress interface)와 진입 인터페이스(ingress interface)의 주소 설정을 독립시킨다. 인터넷에 연결하는 진출 인터페이스는 이동하면서 외부 네트워크에서 동적으로 CoA를 설정한다.

이동 네트워크 노드들과 연결하는 진입 인터페이스는 이동에 독립적으로 IP 주소를 정적으로 유지한다. 이동 라우터는 이동할 때마다 진출인터페이스의 CoA와 진입 인터페이스 프리픽스의 바인딩을 갱신하여 홈 에이전트에게 알린다. 그러므로 진입 인터페이스와 같은 프리픽스를 갖는 이동 네트워크 노드들은 프리픽스 바인딩 갱신에 의하여 이동성 관리를 지원받는다.

이동 라우터의 홈 에이전트와 이동 라우터 사이에는 터널을 설정하여 통신한다. 즉, 모든 이동 네트워크 노드들은 이동 라우터 홈 에이전트와 이동 라우터 사이의 터널을 통하여 패킷을 송수신한다.

NEMO basic support protocol을 구현하여 네트워크 단위로 이동하는 네트워크를 이동 네트워크(mobile network)라고 한다. 이동 네트워크는 하나 이상의 이동 라우터와 이동 네트워크 노드(Mobile Network Node: MNN)들로 구성된다. 노드란 인터넷 프로토콜이 구현되어 있는 기기를 지칭하는 용어이다.

이동 네트워크 노드는 지역 고정 노드(Local Fixed Node: LFN), 방문 이동 노드(Visiting Mobile Node), 지역 이동 노드(Local Mobile Node: LMN)의 세 가지로 분류된다. 지역 고정 노드는 이동 네트워크 내에서

의 접속 지점을 변경하지 않는 노드로서 홈 네트워크를 이동 네트워크로 하는 노드이다. 차량 내 이동 네트워크의 경우 차량에 부착 설치된 온도 센서나 속도 센서 등이 지역 고정 노드의 예가 된다.

방문 이동 노드는 홈 네트워크를 이동 네트워크 외부에 갖는 노드로서 세션을 유지하면서 이동하는 노드이다. 방문 이동 노드의 예로는 이동 단말기를 소지한 사용자가 이동 네트워크가 설치된 차량에 탑승하여 이동 라우터를 통하여 인터넷에 접속하는 경우이다.

지역 이동 노드는 홈 네트워크를 이동 네트워크로 하면서 세션이 유지되는 동안 이동 가능한 노드이다. 예를 들어 이동 네트워크가 설치된 비행기의 승무원들이 기내 서비스용 단말기를 기내에서 이동시키는 경우가 여기에 해당한다.[5]

### III. 기술 표준화 동향

이 장에서는 IETF와 ITU-T의 표준화 진행 상황을 살펴보고, IETF와 ITU-T의 표준화 연계의 필요성을 설명한다.

#### 3-1. ITU-T에서의 표준화 동향

먼저 ITU-T에서의 이동성과 관련된 표준화 작업 진행 상황을 간단하게 살펴보면, 차세대 통신망인 NGN과 B3G 네트워크에서 이동성 관리를 주요한 이슈로 간주하고 NGN-CSI MM 그룹을 통해 이에 대한 표준화를 활발히 진행하고 있다. 주요 성과로는 2006년 이동성 관리 요구사항을 규정하는 Q.1706 문서가 발간되었으며 현재 이동성 관리 프레임워크를 규정하는 MMF가 2008년 초 완료를 목표로 진행되었다. 또한 위치 관리와 핸드오버 제어에 대하여 보다 세부적인 프레임워크를 규정할 LMF, HCF 문서가 2008년 내 완료를 목표로 작업이 이루어지고 있다. 최근에 NGN FRA Release 2와 MMF에서 개발된 MMCF 간의 매핑이 주요한 이슈로 부각되고 있으며 이는 실제 관련 장비 개발과 밀접하게 관련될 수 있으므로 국내에서도 이에 대한 고려가 필요할 것으로 보인다.[6]

ITU-T의 주요 표준화는 차세대 통신망에서의 이동성 제공을 위하여 각 사실 표준화 기관에서 개발중인

액세스 시스템에 독립적인 상위 계층에서의 요구사항 정립 및 프레임워크 개발 작업이라고 할 수 있다. 그리고 ITU-T의 또 하나의 주요한 업무는 각 시스템 간의 연동 및 이동성 지원 작업이 될 수 있다. 이는 각 사실 표준화 기관에서의 표준화가 대부분 타 기관이 시스템에 대한 일반적인 고려 없이 각자의 시스템 위주로 이루어지고 있는 것을 고려할 때 ITU-T에서 수행되어야 할 주요한 부분이라고 할 수 있다. 또한 기존의 각 사실 표준화 기관에서 다루지 못하는 특정한 이동성 시나리오 지원을 위한 프로토콜 개발도 ITU-T의 주요한 업무가 될 수 있을 것이다. 이러한 이유로 NEMO가 IETF에서뿐만 아니라 ITU-T에서도 표준화가 진행되고 있다.

### 3-2. IETF에서의 표준화 동향

NEMO가 WG으로 창설된 이후 현재까지 총 7편의 RFC문서가 제정되었다(RFC 3963, 4885, 4886, 4887, 4888, 4889, 4980). 용어 정리와 요구 사항 그리고 경로 최적화 문제, 멀티 호밍 이슈에 대한 것들이다.

NEMO 분야의 표준화는 크게 기본 지원과 확장 지원의 두 부분으로 나뉜다. 기본 지원의 가장 중요한 문제는 이동 네트워크에 속한 노드들이 이동하는 동안 세션을 유지하면서 인터넷 통신을 계속할 수 있도록 하는 것이다. NEMO basic support protocol은 이러한 문제를 해결하기 위하여 제안되었으며, 2005년 1월에 RFC로 제정되었다.

확장 지원은 세션 유지뿐만 아니라 성능 향상을 위한 프로토콜을 표준화하는 작업을 포함한다. 기본 지원 프로토콜의 성능 향상을 위하여 멀티호밍(Multihoming), 경로 최적화(Routing Optimization: RO)등에 대한 표준화 활동이 활발하게 진행되고 있다.[7]-[9]

NEMO WG은 2008년 6월에 표준화 작업을 완료했고, 현재는 MEXT(Mobility EXTensions for IPv6) WG에서 추가로 표준화 작업이 진행되고 있다. MEXT WG은 IETF NEMO, MIPv6, MONAMI6 WG이 통합된 WG으로 MIPv6기반의 Multihomed NEMO에 대한 표준화를 중점적으로 다루고 있다.

지난 2008년 3월 미국 필라델피아에서 개최된 71차 IETF MEXT WG 회의에서는 단말의 이동성을 고려한 IPv6 기반의 이동성 관리 기술과 다중 무선 네트워크

접속을 위한 다중 인터페이스 관련 기술에 대한 표준화 논의가 진행되었다. 논의된 표준화 내용은 다음과 같다.

첫째로, 단말과 네트워크에서 IPv4와 IPv6를 동시 지원이 가능한 듀얼 스택 동작과 관련된 표준화 동향에 대해 논의했다.

둘째는, 서로 다른 무선 네트워크 접속 기술을 가지는 기기종 망 환경에서 단말의 요구, 또는 네트워크 상황에 따라 동시에 기기종 무선 네트워크에 접속할 수 있는 다중 인터페이스 기술이 필요로 하다는 것과 기기종 망에서 단말의 세션 연결 지속성을 위해 다중 프리픽스를 통한 양방향 패킷 터널링이 지원되어야 한다는 것이다.

셋째는, 단말이 아닌 네트워크의 이동성을 고려한 NEMO 환경에서 경로 최적화를 위한 항공 및 자동차 커뮤니티의 필요성에 대한 정의와 경로 최적화를 위한 요구사항에 대한 것이다.

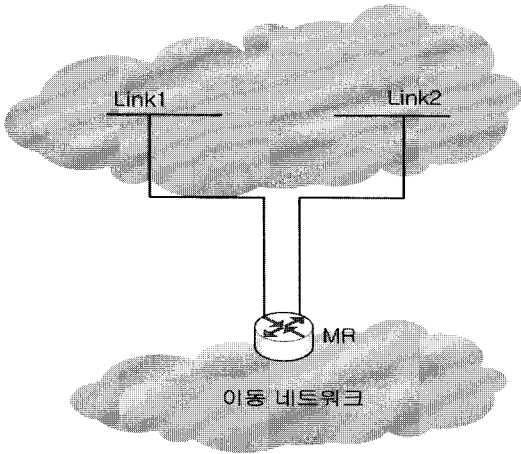
마지막으로는, Multihomed NEMO 환경에서 단말이 초기 홈 네트워크에 접속하기 위한 접속 인증을 수행하고 네트워크에서 제공하는 서비스에 대한 권한을 부여 받기 위해 AAA 기반의 인증 기술이 필요하다는 것이 논의되었다.

다음에서는 NEMO WG에서 중점적으로 다루는 멀티호밍과 경로 최적화에 대해 간단하게 살펴보겠다.

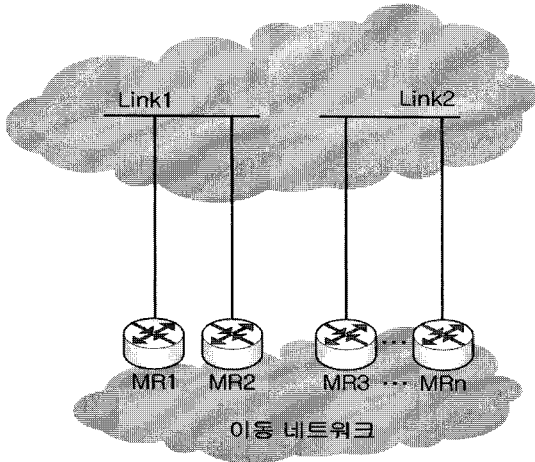
#### 3-2-1. 멀티호밍

멀티호밍은 인터넷에의 접속을 다중으로 제공하는 기술로서, 다수의 노드가 이동 라우터에 인터넷 접속을 의존하는 이동 네트워크에서 특히 중요한 분야이다. 첫째, 이동 라우터는 이동 네트워크에서의 단일 고정 지점이다. 인터넷에 연결하려는 이동 네트워크 노드들의 트래픽은 필수적으로 이동 라우터를 거쳐야 한다. 둘째로, 이동 라우터가 인터넷에 연결하는 링크는 무선 링크이므로 유선 링크에 비하여 높은 오류 가능성이 있고, 이동에 따라 변동하는 환경에 적응해야 하는 문제가 있다. 그러므로, 이동 네트워크에서는 멀티호밍 기술의 구현이 중요하다.

이동 네트워크가 멀티호밍을 구현하는 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째는, 이동 라우터가 멀티호밍을 구현하는 것이고, 둘째는, 둘이상의 이동 라우터를 이동 네트워크에 설치하는 것이다.



(a) 멀티호밍된 이동 라우터



(b) 다중 이동 라우터

그림 4. 멀티호밍

3-2-2. 경로 최적화

이동 라우터에서의 대표적인 라우팅 문제로 핀볼 (pinball) 라우팅이 있다. 핀볼 라우팅 문제는 이동 네트워크가 중첩된 경우에 중첩된 이동 라우터들의 홈 에이전트들을 모두 거쳐서 라우팅되는 과정에서 발생한다. 별도의 홈 에이전트를 갖는 방문 이동 노드의 라우팅의 경우에도 여러 홈 에이전트를 거치는 문제를 갖는다. 이밖에, 서로 다른 이동 네트워크에 속한 노드들간의 라우팅, 동일 이동 네트워크 내에 위치하는 지역 노드와 방문 노드 간의 라우팅도 최적화가 요구된다.

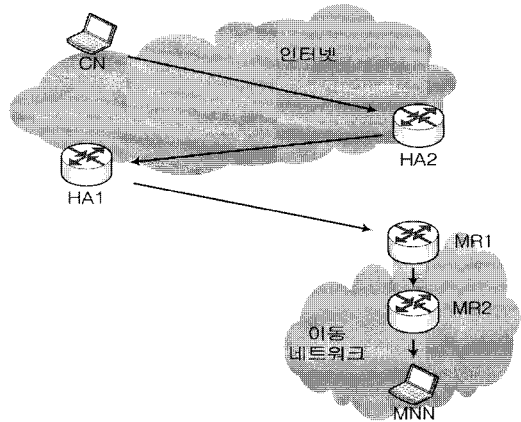


그림 5. 핀볼 라우팅

문제 영역에 따라 다양한 라우팅 최적화 방안들이 제안되고 있지만, 최적화하는 과정에서 신호 송수신을 증가시키거나, 프로토콜 복잡성을 증가시키거나, 이동 노드에 많은 추가 기능 구현을 요구하는 등의 새로운 문제가 발생하기 때문에 어느 것이 우수하다고 말할 수 없다. 그러므로 이와 같이 새롭게 발생하는 문제들과 최적화 효율의 tradeoff를 고려하여 라우팅 최적화를 설계하는 것이 효율적이다.

IV. NEMO 구축 사례

미국에서는 NASA(National Aeronautics and Space Administration)와 Cisco사의 공동 연구로 이동 네트워크 시험망을 구축한 경험이 있다. 외부 에이전트 라우터를 IEEE 802.11b 브리지에 붙이고, 이동 라우터를 Cisco사의 라우터로 구현한 NASA Glenn 연구 센터의 이동 네트워크는 주 연방 해안 경비정에 MIP 기반으로 시험적으로 구축되었다. 경비정은 홈 네트워크에 있을 때 도심 빌딩에 설치된 무선 이더넷 안테나를 통하여 접속한다. 이후 이동에 따라 가까운 육지의 외부 에이전트로 접속 위치를 변경하고, 육지에서 멀어지면 위성을 통하여 인터넷에 접속한다. 중첩 캡슐화 방식으로 IPv4망에서 통신하도록 구현되었다.[10]

### V. 결론

지금까지 살펴본 바와 같이 NEMO는 차량 탑승자의 접속망의 형태로, 차량 센서 네트워크의 형태로, 또는 이동하는 개인망 등과 같은 형태로 지원 가능한 네트워크 이동성에 의하여 이동 인터넷에 대한 다양한 요구를 충족시킬 수 있다.

NEMO에 대한 기본적인 표준은 거의 완료되었으며, 중첩된 이동 네트워크에서 경로 최적화나 멀티호밍 같은 문제를 좀 더 효율적으로 해결하는 것이 중요할 것이며, 이동 중에도 인터넷을 하고자 하는 사람들의 요구가 커져가는 만큼 앞으로 주요 프로토콜로 자리잡게 될 것이다.

### 참고문헌

[1] IETF Nemo Status Pages, <http://tools.ietf.org/wg/nemo>.

[2] C. Perkins, Ed. "IP Mobility Support for IPv4, revised draft-ietf-mip4-rfc3344bis-06", March 11, 2008.

[3] D. Johnson, C. Perkins and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", RFC 3775, June 2004.

[4] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu and P. Thubert, "Network Mobility(NEMO) Basic Support Protocol", RFC3963, January 2005.

[5] T. Ernst and H-Y. Lach, "Network Mobility Support Terminology", RFC 4885, July 2007

[6] H.Y. Jung and C.M. Park, "Standardizations on Mobility Management for Next Generation Networks in ITU-T", December 2007

[7] C. Ng, P. Thubert, M. Watari and F. Zhao, "Network Mobility Route Optimization Problem Statement", RFC 4888, July 2007

[8] C. Ng, F. Zhao, M. Watari and P. Thubert, "Network Mobility Route Optimization Solution Space Analysis", RFC 4889, July 2007

[9] C. Ng, T. Ernst, E. Paik and M. Bagnulo, "Analysis of Multihoming in Network Mobility Support", RFC 4980, October 2007

[10] D. Shell, J. Courtenay, W. Ivancic, D. Stewart, and T. Bell, "Mobile IP & Mobile Networks Promise New Era of Satellite and Wireless Communications," Second Integrated Communications, Navigation and Surveillance Technologies Conference & Workshop, April 2002.

### 저자소개

최 지 형 (Ji-hyoung Choi)



2007년 2월 동의대학교  
정보통신공학과 공학사  
2007년 3월-현재 동의대학교  
정보통신공학과 석사과정

※관심분야 : Mobile IP, Network Mobility

김 동 일 (Dong-il Kim)



1992년 2월 광운대학교  
전자통신공학과 공학박사  
1983년 3월 - 1991년 8월 LG정보통신  
연구소 교환연구단 연구실장  
1998년 11월 - 1999년 12월 한국 전자통신연구원 표준  
연구센터 초빙연구원  
1991년 9월-현재 동의대학교 정보통신공학과 교수  
2003년 8월-2007년 8월 동의대학교 전산정보원 원장  
1997년 7월-현재 한국해양정보통신학회 이사  
2002년 2월-현재 한국통신학회 논문지 편집위원  
2002년 3월-현재 정보통신부 IT 기술표준 국제전문가  
※관심분야 : 통신망 성능분석, 무선망 프로토콜, IT  
기술 표준화