

# IPv6 이동성 지원 기술

한연희 | 삼성종합기술원 i-Networking Lab. 전문연구원

차세대 인터넷 주소체계인 IPv6는 BcN, 디지털휴, 유비쿼터스 컴퓨팅, GRID 등 21세기 국가경쟁력을 좌우하는 핵심인프라로 자리잡을 예정이다. 이번호에서는 우리나라가 IPv6 기반 차세대인터넷 상용망 구축과 기보유한 초고속/이동망 등, IPv6를 중심으로 한 유무선통합 및 망의 고도화를 앞당길 수 있도록 IPv6 특집을 구성하여 관련 기술동향을 살펴보고자 한다(편집자주).

## IPv6 특집 순서 ●●●●

- IPv6 표준화동향 및 IPv4/IPv6 전환 기술
- Ad-hoc 네트워크에서의 IPv6 자동네트워킹 기술
- IPv6 이동성 지원 기술**
- 국내 IPv6 응용 현황 및 전망
- IPv6 시험 기술
- IPv6 망구축 현황 및 보급전략

## 1. IP 이동성 지원 기술 개요

최근 정보통신 분야에서는 인터넷의 대중화 및 인터넷 응용서비스의 다양화에 따라 인터넷 기술 표준화의 중요성도 더욱 주목받고 있다. 특히, 무선인터넷에 대한 수요가 증가하면서 사용자들의 서비스 이용 형태가 기존의 이동 통신망에서 휴대폰을 이용하여 음성 위주의 서비스만을 이용하는 방식에서 간단한 문자 데이터 및 고화질의 멀티미디어 데이터를 광대역 고속 서비스로서 이용하는 형태로 바뀌고 있다. 이러한 요구 형태를 수용하기 위하여 다양한 방면의 기술적 노력이 시도되고 있으며, 그 중 하나가 차세대 All-IP 망을 주 타겟으로 하는 IP 기반 이동성 지원 기술이다. IP 기반의 차세대 무선인터넷 망은 궁극적으로 각 기지국에 라우터가 구현되는 형태를 가정하고 있으므로 IP 계층에서의 이동성 제공은 필수적인 요소이다.

IP 계층의 이동성 제공에 대한 요구가 커짐에 따라 수많은 사용자 단말기에 IP 주소를 할당해야 하는 작

업이 필요하게 되었다. 하지만, 현재의 IPv4 기반의 주소 체계로는 급증하는 사용자 단말기 수요 및 인터넷 접속 수요를 동시에 충족할 수가 없게 되었다. 이를 해결하기 위하여 인터넷 분야 기술에 대한 표준화 기구인 IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 1992년부터 현재까지 계속하여 차세대 인터넷 프로토콜인 IPv6 [1]의 표준화를 진행하고 있다. IPv6는 거의 무한대에 가까운  $2^{128}$ 개의 주소 개수를 지원하기 때문에 수많은 사용자 단말기에 인터넷 주소를 할당할 수 있으며, 노드 스스로 주소를 생성하는 상태 비보존형/상태 보존형 주소 자동설정(Stateless/Stateful Address Auto-configuration) 기능을 지니고 있어서 인터넷이 추구하는 플러그 & 플레이(Plug & Play) 방식의 자동 네트워킹과 향상된 보안성 및 서비스 품질 보장 등 다양한 기능을 지원할 수 있다. 또한, IPv6는 네트워크 망에서 효율적인 패킷 라우팅을 위한 체계적인 네트워크 주소할당을 지원하여 망 운영 및 무선 멀티미디어 서비스 측면에서도 IPv4보다 보다 양



질의 서비스를 제공할 수 있도록 설계 되었다.

IETF에서는 여러 가지 IPv6의 장점을 살리면서도 이동 사용자가 IPv6 서브넷을 이동하면서도 열어 놓은 통신 세션을 계속하여 유지시킬 수 있는 모바일(Mobile) IPv6[2]를 표준화하고 있다. 현재 거의 마무리 단계에 와 있는 모바일 IPv6 기술은 앞으로 인터넷 멀티미디어 통신 기술을 지원하는 여러 가지 프로토콜들과 연동되어 기업 내 및 공중통신망 사용자들이 인터넷을 이용하여 음성 및 화상 데이터 서비스를 포함한 다양한 형태의 실시간 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 핵심 기술로 부각되고 있다.

## 2. IPv6 이동성 지원 기술의 표준화 동향

1992년 IETF에서는 IPv4나 IPv6를 기반으로 하여 IP 서브 네트워크들 간에 이동 서비스를 지원하기 위한 방법을 연구하고 개발하기 위해 MOBILEIP WG을 결성하였고 IPv4에서 이동성을 지원할 수 있는 이동 IPv4 표준(RFC 2002) [3]을 제정 완료하고 IPv6에서 이동성을 지원할 수 있는 이동 IPv6 표준 [2]을 제정하고 있었다. MOBILEIP WG에서는 기본적인 IP 이동성 지원 기술들뿐만 아니라 그러한 기본 기술과 관련된 보안(Security) 기술, 멀티호밍(Multi-homing)

기술, 매끄러운(Seamless) 이동성 기술, 지역화된(Localized) 이동성 기술들도 함께 다루고 있었다. 이러한 가운데 MOBILEIP WG에 대한 사람들의 관심과 요구사항들이 계속 증대하게 되어 2002년 중, 후반부터 MOBILEIP WG을 기술별로 그룹화 하여 분할하는 의견이 제시되었고, 결국 2003년 57차 비엔나 IETF 회의부터 MOBILEIP WG이 MIP4, MIP6, MIPSHOP이라는 세 개의 WG으로 나뉘어져서 IP 이동성 지원 기술을 연구 및 토론하고 있다. MIP4 WG에서는 IPv4 기반의 이동성 지원 기술 표준인 RFC 2002 표준을 최근에 갱신하여 RFC 3344[4] 표준을 새롭게 만들어 그와 관련된 보안 기술 등을 함께 연구하고 있다. 반면에, MIP6 및 MIPSHOP WG은 주로 IPv6 기반의 이동성 지원 기술을 표준화하고 있다.

현재 IETF에는 MIP6 및 MIPSHOP WG 이외에 IPv6 이동성 기술과 관련된 2개의 SEAMOBY WG과 NEMO WG이 존재하며, DNA라는 이름의 BoF(Birds of a Feather)가 추가적으로 존재한다. 또한 인터넷 기술에 대한 연구를 주목적으로 하는 IRTF(Internet Research Task Force) 국제단체에서는 MOBOPTS라는 연구 그룹(Research Group, RG)을 개설하였다 [5]. IPv6 이동성 기술에 관련된 각각의 IETF WG, BoF, IRTF RG에 대한 생성 배경과 현황 및 관련 기술 설명은 다음과 같다. (그림 참조)

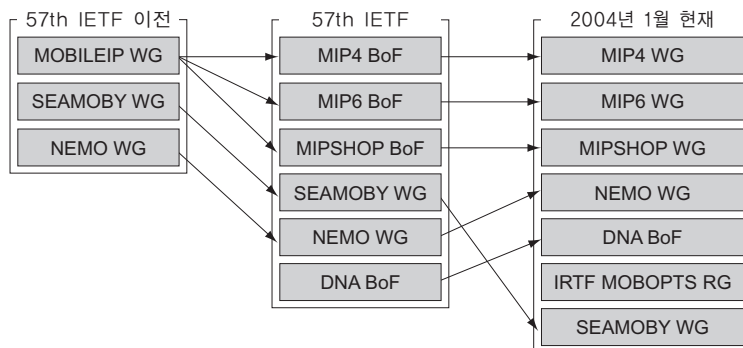


그림. IP 기반 이동성 기술에 관련된 IETF WG, BoF, IETF RG에 대한 현황

## 가. MIP6 WG

MIP6 WG은 이동 IPv6 표준을 마무리하고 그와 관련된 보안 기술 및 멀티호밍 기술들을 함께 표준으로 제정하여, 최종적으로 이동 IPv6를 광범위하게 사용할 수 있도록 만드는 것을 목표로 삼고 있다. 이러한 목표를 위하여 MIP6 WG에서는 여러 업체들에서 개발한 이동 IPv6 스택 코드(Stack Code)들에 대한 상호 운영성(Interoperability) 테스트 결과를 공유하고 그 테스트 결과에서 도출된 이슈들을 해결하는 것도 목표로 삼고 있다.

이동 IPv6 기술에 대한 개괄적인 설명은 다음과 같다. 이동 IPv6 표준을 따르는 이동 노드는 새로운 IPv6 서브넷으로 이동할 때마다 홈 네트워크(Home Network)에 있는 홈 에이전트(Home Agent)에 현재 위치를 등록한다. 이러한 등록이 성공적으로 이루어지면, 그 이동 노드와 통신을 수행중인 상대 노드(Correspondent Node)가 보내는 패킷은 홈 에이전트에 의해 이동 노드로 터널링되어 도착하게 된다. 홈 에이전트에 의하여 터널링 되어진 패킷을 받는 순간 이동 노드는 경로 최적화 기능을 이용하기 위하여 상대 노드에 대해서도 위치 등록을 시도한다. 상대 노드가 이러한 위치 등록을 성공적으로 받아들여지면 이동 노드로 향하는 패킷은 홈 네트워크로 향하지 않고 직접 이동 노드가 현재 위치한 곳으로 향하게 된다. 이후, 이동 노드는 자신 스스로 새로운 IPv6 서브넷으로 이동할 때 마다 홈 에이전트 및 상대 노드들에게 자신의 위치 등록을 하게 되고, 상대 노드와 이동 노드 사이에 맺어져 있는 세션은 계속해서 끊임없이 유지될 수 있다.

MIP6 WG에서 연구하는 기술들은 draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt[2] 및 draft-ietf-mobileip-mipv6-ha-ipsec-06.txt [6] 문서에 기술되어 있

다.

## 나. MIPSHOP WG

MIPSHOP WG에서 MIPSHOP은 ‘MIPv6 Signaling and Handoff Optimization’의 약자이다. 이동 IPv6 기술은 사실 매크로 이동성(Macro Mobility)만을 지원하는 기술로서 IPv6 서브넷 간에 이동 노드(Mobile Node)가 핸드오프(Handoff)시에 발생하는 지연 및 패킷 손실(Packet Losses)이 상당히 높다. 현재 이동 IPv6의 표준에 근거할 때 이동 노드의 핸드오프 지연은 대략 3초 안팎이다. 게다가 이동 노드의 현재 위치를 계속해서 추적하면서 이동 IPv6 서비스를 관리하는 홈 에이전트의 위치가 이동 노드와 멀리 떨어져 있을 때, 이동 노드가 이동할 때 마다 자신의 위치를 등록하는 위치 등록 시그널링(Location registration Signaling) 비용이 상대적으로 높아지는 단점이 현재 이동 IPv6 표준에 존재한다. MIPSHOP WG은 이러한 긴 핸드오프 지연시간 및 높은 시그널링 비용을 줄이기 위한 연구를 진행하는 곳이다. 이 WG에서는 FMIPv6(Fast Handover for Mobile IPv6)과 HMIPv6(Hierarchical Mobile IPv6)라는 두 개의 프로토콜을 주로 연구하고 있다.

FMIPv6 프로토콜을 탑재한 이동 노드는 핸드오프를 수행할 시에 얻게 되는 2계층 핸드오프 사전 정보를 이용하여 2 계층 핸드오프 완료 이전에 3계층 이동 검출(Movement Detection) 및 IPv6 주소 구성(IPv6 Address Configuration)을 완료한다. 이동 노드가 3계층 핸드오프를 수행하는 중에는 이전 서브넷의 접근 라우터(Access Router)가 이동 노드의 이전 주소로 향하는 패킷을 새롭게 구성된 IPv6 주소로 터널링 해주게 된다. 그래서, 이동 노드는 새로운 서브넷으로 이동한 직후에도 계속해서 상대 노드와 통신을 유지하면



서 홈 에이전트 및 상대 노드로의 위치 등록을 수행할 수 있게 된다. 이 프로토콜과 관련된 문서로는 draft-ietf-mipshop-fast-mipv6-00.txt[7]이 있다.

HMIPv6 프로토콜에서는 여러 개의 인접한 서브넷들을 도메인이라는 개념으로 정의하고 해당 도메인에 대하여 지역 이동성 에이전트로서 역할을 담당하는 MAP (Mobility Anchor Point)을 새롭게 도입한다. 이동 노드가 동일한 도메인 영역내의 서브넷들을 이동할 시에는 상대 노드나 홈 에이전트에 위치 등록을 수행할 필요가 없으며, 단지 MAP에 그 위치를 등록하게 된다. 그러므로, 이동 노드가 도메인 내에서 이동할 경우는 상대 노드와 홈 에이전트에게 그 이동성이 숨겨지게 되고, 위치 등록 시그널링 및 핸드오프 지연 시간이 줄어들게 된다. 이 프로토콜과 관련된 문서로는 draft-ietf-mipshop-hmipv6-00.txt[8]이 있다.

## 다. SEAMOBY WG

SEAMOBY WG에서 SEAMOBY는 ‘Seamless Mobility’의 약자로서 2001년부터 시작하여 현재까지 매끄러운 이동성 기술을 지원하기 위한 ‘문맥 전송 (CT : Context Transfer)’ 기술과 ‘핸드오프 대상 접근 라우터 발견(CARD : Candidate Access Router Discovery)’ 기술이라는 두 개의 주제를 연구하고 있다. 최근에는 각 기술에 대한 표준화가 거의 완료되어서 WG 자체도 IETF 회의에서는 열리지 않고 완성된 표준에 대한 마무리 작업만 메일링 리스트 토론으로 끝맺음을 할 예정이다. 문맥 전송 기술은 이동 노드가 새로운 IP 서브넷으로 이동할 때에, 이전 IP 서브넷에서 사용하던 보안 및 QoS 관련 문맥들을 새로운 IP 서브넷으로 전송해 주는 기술을 의미한다. 핸드오프 대상 접근 라우터 발견 기술은 임의의 IP 서브넷을 기준으로 이동 가능한 새로운 인접 IP 서브넷 리스트를 각 접근

라우터들이 관리하고 이동 노드가 이동하는 시점에 그러한 리스트를 이용하여 인접한 새로운 IP 서브넷으로의 이동을 효과적으로 지원하는 기술이다. 관련 문서들에는 draft-ietf-seamoby-ctp-06.txt[9]과 draft-ietf-seamoby-card-protocol-05.txt[10] 등이 있다.

## 라. NEMO WG

NEMO WG의 NEMO는 ‘Network Mobility’의 약자로서 IPv6 기반 네트워크에 연동되어 있는 임의의 라우터 및 그 라우터를 인터넷 게이트웨이로서 사용하는 노드들이 한꺼번에 네트워크를 이동하는 상황에 대한 지원 방안을 연구하고 표준 프로토콜을 제정하고 있다. NEMO WG에서는 IPv6 네트워크 이동성 표준 스택을 탑재한 이동 라우터(Mobile Router) 및 그 이동 라우터에 의해 관리되는 이동 네트워크(Mobile Network)를 정의한다. 이동 네트워크에 접속되어 있는 일반 노드들은 별다른 이동성 지원 프로토콜을 탑재하고 있지 않더라도 이동 라우터와 이동 라우터의 홈 에이전트사이의 이동성 프로토콜에 의해 이동성 서비스를 받을 수 있다. 이동 네트워크는 앞으로 버스, 기차, 비행기 등의 대중교통 수단에 실현될 전망이다. 대표적인 관련 문서로는 draft-ietf-nemo-basic-support-02.txt [11]이 있다.

## 마. DNA BoF

2003년 57차 비엔나 IETF 회의에서 처음 시작한 DNA BoF에서 DNA는 ‘Detecting Network Attachment’의 약자이다. DNA는 2003년 58차 미네아폴리스 IETF에서도 BoF 단계로 미팅이 있었는데, BoF란 WG이 되기 전에 관련 분야의 사람들이 모

여 문제를 정의하고 해결해야 할 기술들에 대하여 토론하여 올바른 WG을 만들기 위한 준비작업을 하는 단계이다.

2004년 59차 서울 IETF에서 WG이 되는 것을 목표로 정한 DNA BoF는 이동 노드가 새로운 서브넷으로 이동할 시에 이동 검출(Movement Detection)의 효율적이고도 올바른 방법을 주로 연구하는 곳이다. 이동 검출을 효율적으로 지원하기 위해서 2계층에서 3계층으로 이동 상황에 대한 힌트 정보를 올려줄 수 있다. 그래서, 이러한 링크 계층 힌트(Link Layer Hint)에 관한 연구도 DNA WG에서 행할 전망이다. 마지막으로, 이동 검출이 성공적으로 이루어진 후 이동 노드는 곧바로 새로운 서브넷에서 사용할 IPv6 주소를 생성한 후 해당 주소에 대한 중복 여부를 검사해야 하는데, 현재 표준상 IPv6 주소 중복 여부 검출을 위하여 정확히 1000ms의 시간이 필요하다[12]. 이러한 주소 중복 여부 검출 시간은 핸드오프 지연에 큰 영향을 미치게 되기 때문에, 주소 중복 여부 검출 알고리즘에 대한 최적화가 필요하다. 처음 DNA BoF가 시작될 당시 주소 중복 여부 검출에 대한 최적화 연구를 포함시키려고 했으나, 지난 58차 미네아폴리스 IETF 회의에서 DNA 보다 IPv6 WG으로 포함시켜야 한다는 의견이 상정되어 현재 IPv6 WG 및 DNA BoF 중 어느 곳에서 이 연구를 행할지는 결정되어 있지 않다. 하지만, IPv6 WG에 좀 더 많은 전문가가 있기 때문에, 주소 중복 여부 검출에 대한 최적화 연구는 IPv6 WG에서 다루어질 가능성이 더 크다.

## 바. IRTF MOBOPTS RG

MOBOPTS는 'IP Mobility Optimization'의 약자로서 IPv6 이동성 기술을 표준화 하면서 발견된 여러 가지 이슈들을 종합적으로 다룰 전망이다.

MOBOPTS RG에 대한 필요성은 2003년 초부터 애기가 나왔으나, 2004년 1월 초에 최종적으로 RG 결성이 완료되었다. 현재 이 RG에서 다룰 주제들은 이동 IP 프로토콜에 대한 경로 최적화 분석, FMIPv6에서 안전한 핸드오프 방안, 핸드오프시에 인증 때문에 생기는 지연을 줄이는 방안, 핸드오프 최적화를 위한 IP 계층과 링크 계층의 상호 연동 방안, HMIPv6에서 MAP을 찾는 방안 등이 될 전망이다.

## 3. IPv6 이동성 지원 기술의 표준화 진행 전망

이동 IPv6는 현재 24버전 인터넷 드래프트(Internet Draft)만을 IETF 홈페이지를 통하여 얻을 수 있지만, IETF에서 산출되는 여러 드래프트들을 심사하여 표준으로 제정하는 인터넷기술조정그룹(IESG)에 이미 상정이 되어서 RFC 승인을 받은 상태이다. 즉, 24버전 이동 IPv6 인터넷 드래프트 자체를 확고한 표준이라고 간주해도 무리가 없다. 그래서, MIP6 WG은 표준으로 제정될 이동 IPv6 기술을 광범위한 규모를 포괄하는 서비스에 잘 부합할 수 있도록 도와주는 추가 연구를 향후 목표로 삼고 있다. 예를 들어, 1) 상호운영 시험에 의해 산출된 이슈에 대한 보완 기술, 2) 이동 IPv6를 구성하는 요소들인 홈 에이전트, 이동 노드, 상대 노드에 대한 구성, 제어, 모니터링을 목표로 진행하는 MIB(Management Information Base) 제정, 3) 홈 네트워크에서 발생하는 리넘버링(Renumbering)에 대응하는 기술, 4) 여러 개의 홈 에이전트를 두는 상황에서 HA간의 통신 프로토콜 제정, 5) 이동 노드에 대한 멀티인터페이스/멀티호밍(Multi-interface/Multi-homing) 기술 지원, 6) 경로 최적화를 위한 힌트 지원 기술 등이 MIP6



WG에서 현재 진행 중인 그리고 앞으로 추진될 이동 IPv6 이슈이다.

MIPSHOP WG은 기존의 MOBILEIP WG에서 추진되던 FMIPv6과 HMIPv6 프로토콜만을 따로 떼어서 연구하겠다고 시작한 WG이다. 게다가, MIP6 WG에서 목표로 하는 빠른 이동 IPv6 보급이라는 이슈와 같은 틀에서 다소 세부적인 내용의 부족함이 발견되더라도 일단 FMIPv6과 HMIPv6 초안을 2004년 초까지 최종 마무리하여 2004년 서울 IETF 직후 인터넷 기술조정그룹(IESG)에 승인을 상정하고 추후시험을 통해 이를 보완한다는 입장이다. 즉, 규격의 완벽성 보다는 목표 일정을 맞추는 쪽에 무게를 두고 있다. 하지만, 이동 IPv6 기술을 연구하는 수많은 연구자들은 FMIPv6 및 HMIPv6이 안고 있는 기술적인 문제점을 여러 방법으로 지목하고 있는 형편이다. 따라서, 서울 IETF 회의에서는 그러한 기술 보완에 관한 연구를 앞으로 계속 수행할지에 대한 여부를 판단하는 안전이 상정될 전망이며, 만약 이 안전을 처리하는 과정에서 향후에 계속하여 보완 기술을 연구하겠다는 쪽으로 결정이 된다면 MIPSHOP WG은 더욱 활발해질 전망이다. 하지만, IRTF MOBOPTS RG이 결성되면서 그러한 보완 기술들은 이 RG쪽으로 몰아서 연구가 될 가능성이 크다.

NEMO WG은 처음 생성될 당시부터 일단 네트워크 이동성 지원을 위한 기본 기능만을 정하자고 하면서 시작되었다. 현재 기본 기능을 정의하는 작업은 완료 단계에 있으며, 그 외에 추가적으로 보안에 관한 이슈, 멀티호밍에 관한 이슈, 경로 최적화에 관한 이슈 등이 논의 중이다. 하지만, 경로 최적화에 대한 이슈는 일단 NEMO WG에서 제외하기로 하고, 기본 기능, 보안 이슈 및 멀티호밍 이슈에 대한 표준들만 정한 다음에 NEMO WG은 끝을 내기로 결정을 내었다. 그리고, 경로 최적화에 대한 이슈는 그 이후에 새로운 WG을 만

들고 그 WG 테두리 안에서 진행될 전망이다.

DNA BoF는 2004년 서울 IETF에서 WG이 될 전망이며 그 이후에 1) 이동 검출을 위하여 이용 가능한 2계층 정보에 대한 명세 작업, 2) 현재 존재하는 기본적인 이동 검출 기술에 관한 명세 작업, 3) 이동 검출 최적화 기술 연구 등을 행할 전망이다.

## 4. 결론

최근 표준화는 국내외 기술개발에 있어서 선택이 아닌 필수적인 문제가 되고 있다. 한 국가 내의 기업 및 기술 경쟁력을 나타내는 지표에 표준화는 중요한 영향을 미치며, 특히 IPv6 기반 이동성 지원을 위한 핵심 기술 표준화는 세계시장에 진출을 도모하기 위한 중요한 발판이라 하겠다. 표준화를 주도하는 것은 최종적으로 민간 기업의 전문기술자가 해야 하겠으나, 국가의 정책적 지원도 그에 못지않게 중요하다. 또한 이해관계가 있는 산업체와 연구기관, 학계 등이 자유롭게 토론하고 경쟁하며 최종적으로는 협력하면서 국제 표준을 만들어 가는 것이 바람직하다.

## 참조

- [1] S. Deering and R. Hinden, Internet Protocol Version 6(IPv6) Specification, RFC 1883, December 1995.
- [2] D. Johnson, C. Perkins and J. Arkko, Mobility Support in IPv6, draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt(work in progress), June 2003.
- [3] C. Perkins, IP Mobility Support, RFC

- 2002, October 1996.
- [4] C. Perkins, IP Mobility Support for IPv4, RFC 3344, August 2002.
- [5] <http://www.irtf.org/charters/mobopts.html>
- [6] J. Arkko, V. Devarapalli and F. Dupont, Using IPsec to Protect Mobile IPv6 Signaling between Mobile Nodes and Home Agents, draft-ietf-mobileip-mipv6-ha-ipsec-06.txt(work in progress), June 2003.
- [7] R. Koodli, Fast Handovers for Mobile IPv6, draft-ietf-mipshop-fast-mipv6-00.txt(work in progress), October 2003.
- [8] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El-Malki and L. Bellier, Hierarchical Mobile IPv6 mobility management(HMIPv6) (work in progress), June 2003.
- [9] J. Loughney, M. Nakhjiri, C. Perkins, and R. Koodli, Context Transfer Protocol, draft-ietf-seamoby-ctp-06.txt(work in progress), January 2004.
- [10] M. Liebsch, A. Singh, H. Chaskar, D. Funato and E. Shim, Candidate Access Router Discovery, draft-ietf-seamoby-card-protocol-05.txt(work in progress), November 2003.
- [11] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu and P. Thubert, Network Mobility(NEMO) Basic Support Protocol, draft-ietf-nemo-basic-support-02.txt(work in progress), December 2003.
- [12] S. Thomson and T. Narten, "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration", RFC 2462, December 1998. 