

# IP 네트워크 이동성 기술 동향 분석

## Analysis of IP Network Mobility

박해경(H.K. Park)	엑세스플랫폼팀 선임연구원
안윤영(Y.Y. Ahn)	엑세스플랫폼팀 선임연구원
김성혜(S.H. Kim)	엑세스플랫폼팀 선임연구원
박창민(C.M. Park)	시스템설계팀 책임연구원
홍성백(S.B. Hong)	시스템설계팀 책임연구원, 팀장

무선랜 서비스 지역이 점차 확대되면서, 노트북을 이용하여 언제 어디서나 인터넷을 사용하고자 하는 사용자들의 요구도 차츰 증가하고 있다. 이러한 변화를 수용하기 위해 기차, 버스, 배 등 이동수단에서 인터넷 서비스를 제공할 수 있는 기술이 주목 받고 있다. 이러한 기술 중 하나가 IP 네트워크 이동성 기술인 NEMO(Network Mobility)이다. NEMO는 네트워크 내의 모든 노드들이 이동을 인식하지 않고 인터넷 연결 서비스를 받을 수 있도록 이동라우터에서 서비스해 주는 기술이며, 최근 IETF에서 IPv6를 기반으로 표준화가 시작되었다. NEMO 망은 다른 특성의 망을 거치지 않고 인터넷 망에 직접 연결하여 이동성 서비스를 제공한다. 따라서 다양한 이동수단 뿐 아니라 텔레매틱스, PAN, Ad-hoc 네트워크 등에도 이러한 기술이 적용될 수 있을 것으로 생각된다. 본 고에서는 NEMO 서비스를 소개하고 이 서비스를 위해 필요한 기술 개념과 기술 동향 및 향후 연구분야에 대해 논의하고자 한다.

## I. 서론

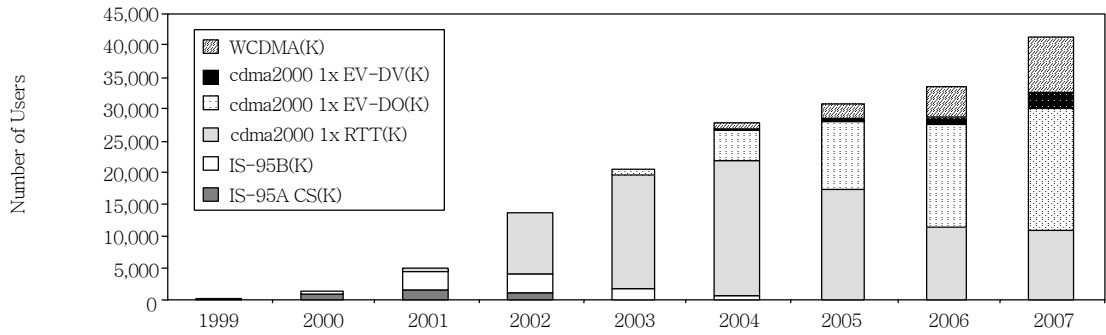
최근 이동 통신 가입자의 수가 급격히 증가하였고, 이 가입자들이 음성 통화와 함께 다양한 데이터 서비스를 요구하게 되었다. (그림 1)을 보면 이동 데이터 서비스 사용자 수가 지속적으로 증가하고 있으며, 이동 서비스 중 데이터 서비스가 차지하는 수익이 빠른 속도로 증가하고 있음을 알 수 있다. 따라서 앞으로 데이터 서비스의 많은 부분을 차지하게 될 이동 인터넷 서비스를 효율적으로 제공하는 것이 중요한 문제로 대두되고 있다.

인터넷 단말의 이동성을 지원하기 위한 Mobile IP 프로토콜이 최근 IETF에서 제안되어 표준화가 진행되어 왔다. 최근 Mobile IPv4 및 Mobile IPv6는 일본 및 유럽 등 여러 나라에서 다양한 연구, 개발이 진행되어 왔다. 그러나 기술적인 한계 뿐 아니라 적절한 서비스 모델의 부재로 상용화되지 못하고 있으며, 기존의 이동망을 이용한 인터넷 서비스 및 휴대 인터넷 서비스를 이용한 단말의 이동 서비스가 우세

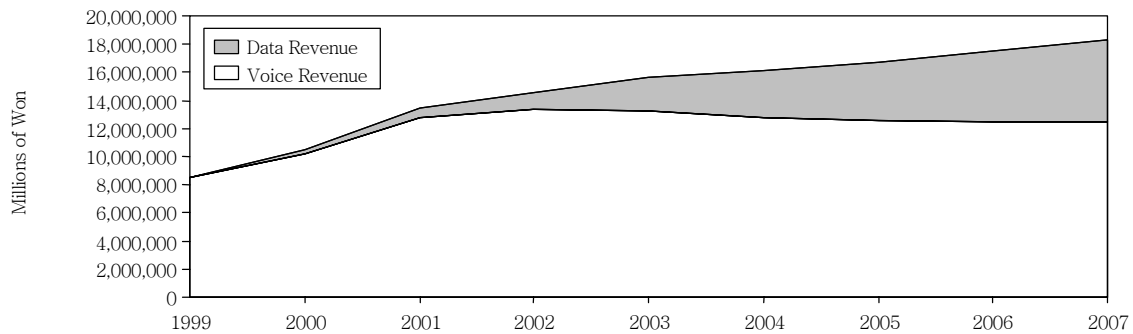
할 것으로 보인다.

최근 공중 무선랜 서비스를 제공하는 핫스팟 지역이 국내에 일만 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 인터넷 서비스를 받을 수 있도록 요구하게 될 것이다. 이러한 서비스가 가능하기 위해서 단말이 아니라 네트워크에 대한 이동성 서비스가 제공되어야 한다. 네트워크 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



(a) 국내 이동 데이터 서비스 사용자 추세



(b) 국내 이동 서비스에서 데이터와 음성 서비스의 수익 추세

<자료>: Gartner Dataquest, 2003. 9.

(그림 1) 국내 이동 서비스 현황

(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]-[3].

본 고에서는 IP 네트워크 이동성 기술에 대한 기본 개념과 관련 기술 그리고 향후 확장되어야 할 이동성 기술 동향에 대해서 논의하고자 한다. II장에서는 네트워크 이동성이 지원할 수 있는 다양한 서비스들에 대해 소개하고, III장에서는 NEMO 연결 서비스를 위해 필요한 기본 기술들, IV장에서는 그의 효율적인 서비스를 위한 확장 기술들에 대한 소개 및 향후 연구 방향에 대해 기술한다. 마지막으로 V장에서 마무리 한다.

## II. IP 네트워크 이동성 서비스

NEMO는 다른 특성의 망을 거치지 않고 인터넷

망에 직접 접속하여 네트워크 이동성을 제공하는 기술이다. 네트워크 이동성이란 임의의 네트워크가 이동하여 인터넷에서의 접속점이 변경되었을 때, 그 네트워크 내 단말은 이동과 무관하게 자신의 주소를 변경하지 않고 인터넷과 접속이 가능하여야 한다. 그리고 네트워크 내 단말이 인터넷 상의 임의의 대응 노드와 통신중인 경우, 단말과 대응 노드 사이의 통신이 단절되지 않고 계속 서비스되어야 한다.

네트워크 이동성 서비스는 <표 1>에서 보는 바와 같이 단말이 이동성을 지원하지 않아도 되며 여러 단말에 대한 이동성 서비스가 가능한 장점을 가진다. NEMO는 여러 가지 형태의 서비스를 가능하게 할 것으로 생각되는데, 기본적으로 현재 인터넷을 통해 가능한 모든 서비스가 이동 네트워크 내 모든 단말에 제공될 수 있다. 예를 들어, 노트북을 가지고 기차, 버스 등의 이동수단에서 유선이나 무선 랜을 통해 인터넷 서비스를 사용할 수 있다.

그리고, 자동차에 대한 이동 서비스가 가능하다.

<표 1> 단말 이동성과 네트워크 이동성 비교

	단말 이동성 서비스	네트워크 이동성 서비스
서비스 범위	하나의 단말	여러 개의 단말, 즉 네트워크
구성요소	이동단말, 이동단말의 홈에이전트	이동라우터, 이동라우터의 홈에이전트, 이동네트워크 내 노드
장단점	모든 단말에서 이동성 기능을 구현해야 함 (예) PDA, 셀룰러폰	단말은 이동성 기능을 가지지 않아도 됨 (예) 노트북, 데스크톱, PDA, 셀룰러폰 단, 이동성을 지원하는 라우터 필요
프로토콜	Mobile IPv4, Mobile IPv6	NEMO

자동차 내부 시스템들을 네트워크로 구성한 다음 이동 인터넷 서비스를 통해 다양한 부가 서비스를 생각할 수 있다. 예를 들어, 자동차 네트워크가 이동 라우터를 통해 인터넷으로 연결되면, 자동차 제조사는 원격에서 자동차의 상태를 파악할 수 있으며, 고장을 감지하거나 새로운 펌웨어를 장착할 수도 있을 것이다. 동시에 자동차에 타고 있는 승객들은 자신의 단말을 이동라우터를 통해 인터넷으로 연결하여 웹브라우징을 즐기거나, 인터넷의 콘텐츠 제공자에 접속하여 비디오를 시청할 수도 있다. 최근 관심의 대상이 되고 있는 텔레매틱스를 실현하기 위한 기술로도 NEMO를 고려해 볼 수 있다.

또 하나 예를 들면, 소방관이 PAN(Personal Area Network)을 장착하고 있을 때, 소방관의 몸에

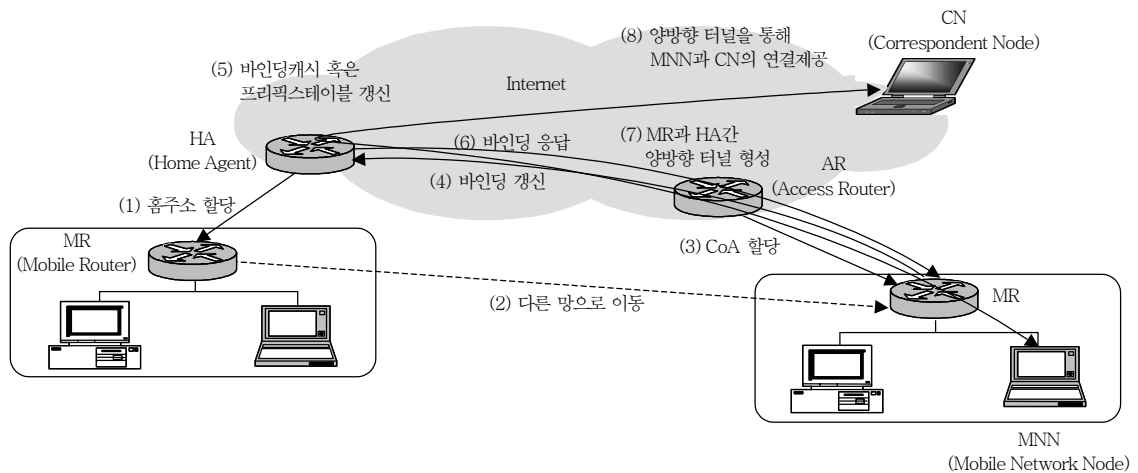
부착된 장비들과 소방차는 무선으로 연결된다. 그리고 소방차도 이동 라우터를 가지면서 안전관리를 위한 공중 백본 시스템과 무선으로 연결되면, 공중 백본 시스템에서는 이동라우터를 거쳐 소방관에게 건물의 구조 등과 같은 정보를 전달하고, 소방관의 몸에 장착된 카메라를 통해 현장의 사진을 찍어서 전송하거나 소방관의 몸상태를 감지하여 전송하는 등의 서비스가 가능하다.

### III. IP 네트워크 이동성 기반 기술

IP 이동성이란 IP 주소를 사용하는 개체가 위치를 이동하여 인터넷과의 접속점이 변경되더라도, 자신의 IP 주소 등을 변경하지 않고도 이전의 인터넷 연결 서비스를 그대로 유지하면서, 이전과 같은 인터넷 서비스를 제공하거나 제공 받을 수 있는 것을 말한다. 이를 위해 접속 환경의 변화에 따른 경로 변경 및 동적인 연결 유지 등을 자동으로 제공하여야 한다.

IP 이동성 기술에는 Mobile IPv4, Mobile IPv6와 같은 단말의 이동성 기술과 IP 네트워크 이동성 기술인 NEMO 등이 있다. 현재 NEMO는 IPv6를 기반으로 하여 표준화가 진행되고 있는데, IPv6의 풍부한 주소 공간과 주소 자동할당 기능 등은 이동성을 지원하기에 좋은 장점을 가진다.

NEMO의 기본 동작은 (그림 2)와 같다. 이동 라



(그림 2) NEMO 기본 동작 흐름도

<표 2> IPv6 주소 자동 할당 방법

할당방법	특징	장단점
Stateful auto-configuration	DHCP 서버로부터 할당	계획적인 주소 할당 및 관리 가능
Stateless auto-configuration	Router Advertisement 메시지에 의한 설정	이동노드가 직접 주소 할당 가능

우터는 홈 망에서 IPv6 주소, 즉 홈 주소를 할당 받으며, 다른 망으로 이동한 경우 그 망으로부터 또 하나의 주소 CoA(Care of Address)를 할당 받아 이동 라우터가 현재의 위치를 알릴 수 있는 방법으로 사용한다. 그러나 이동 라우터가 어느 위치에 존재하든지 홈 주소에 의해 식별되며, 이동망 내의 단말들 또한 항상 홈 주소를 이용하여 통신하게 된다.

이와 같이 이동라우터는 홈 주소 및 CoA를 자동 할당 받을 때, DHCP 서버로부터 할당 받거나, 인접 라우터의 RA(Router Advertisement) 메시지의 프리픽스 정보를 이용하여 자동으로 구성할 수 있다 (<표 2> 참조). 이동 라우터가 CoA를 할당 받으면, 홈주소와 CoA로 구성된 바인딩 정보를 홈 에이전트에게 등록한다. 홈 에이전트는 이 바인딩 정보를 이용하여 이동 라우터와 양방향 터널을 설정하여 이동 네트워크 내의 단말과 인터넷과의 연결 서비스를 제공하게 된다. 이와 함께 데이터 패킷이 이 터널을 통해 전달되기 위해 이동 라우터는 이동 네트워크 내 프리픽스 정보를 홈 에이전트로 전파하여야 한다. 그러나 액세스 라우터로는 이동 네트워크 내의 프리픽스 정보를 전달하지 않는다. 이동 네트워크 프리픽스 정보를 홈 에이전트로 전달하는 방법에는 <표 3>에서 보는 바와 같이 바인딩 갱신을 이용한 방법, 라우팅 프로토콜을 이용한 방법, 정적 라우팅 방법 등이 있다.

첫번째, 바인딩 갱신을 이용한 방법은 이동 라우터가 바인딩 갱신 패킷의 옵션 부분에 이동 네트워크 프리픽스 정보를 포함시켜 홈 에이전트로 전달하는 방법이다. 이 방법은 프리픽스 정보가 적은 간단한 이동망에 적합하며, 홈 에이전트에서 바인딩 정보 처리 후 곧바로 이동 네트워크에 대한 라우팅 정보를 처리할 수 있는 장점이 있다. 두번째, 라우팅 프로토콜을 이용한 방법은 홈 에이전트와 이동 라우터

<표 3> 이동 네트워크를 위한 라우팅 방법 비교

라우팅 방법	동작	장단점
바인딩 갱신을 이용한 방법	바인딩 갱신 메시지 내에 이동망의 프리픽스 정보를 실어서 홈망으로 전달하는 방법	간단한 이동망에 적합
라우팅 프로토콜을 이용한 방법	이동라우터와 홈에이전트 간에 터널인터페이스를 통해 라우팅 프로토콜을 수행하여 라우팅 정보를 전달하는 방법	복잡하고 큰 이동망에 적합 빠른 라우팅 정보 전파가능
정적 라우팅 방법	운용자가 설정해주는 방법	이동 시마다 운용자가 설정해야함

간의 터널을 논리적인 인터페이스로 설정하고, 이 인터페이스를 통해 RIPng, OSPFv3 등과 같은 라우팅 프로토콜을 수행하여 홈 에이전트와 이동 라우터 간에 라우팅 정보를 전달하는 방법이다. 이 방법은 이동 네트워크 내에 많은 프리픽스 정보를 가진 큰 망에서 유용하며, 이동 시 빠른 시간에 자동으로 대량의 이동 네트워크의 라우팅 정보가 전달되는 장점이 있다. 세번째 방법은 홈에이전트에서 이동 네트워크의 프리픽스 정보를 수동으로 설정하는 방법이다. 이 방법은 이동 네트워크가 또 다시 이동하게 되면 실제 위치와는 다른 경로로 라우팅이 되어 데이터 패킷이 도달하지 못하는 경우가 발생하게 되므로 이동이 빈번한 망에서는 적합하지 않은 것으로 보인다.

네트워크 이동성이 제공될 경우, 이동 단말은 이동 네트워크 내에 머무르는 동안 이동 네트워크가 이동하더라도 이동 관련하여 아무런 동작을 하지 않아도 인터넷 서비스가 가능하며, 이동 네트워크 내 고정 단말 또한 이동을 의식하지 않고 서비스 받을 수 있다.

#### IV. IP 네트워크 이동성 확장 기술

본 장에서는 III장에서 살펴본 IP 네트워크 이동성 기반 기술과 함께 효율적인 서비스를 제공하기 위해 추가적으로 고려되어야 할 확장 기술과 상용화를 위해 고려되어야 할 기술에 대해 살펴본다. 이러한 기술로 경로 최적화 기술, 이동 네트워크의 인증 및 보안 기술, 서비스 연속성을 위한 네트워크 접근 감지 기술, 이동 네트워크의 멀티 호밍(multi-homing) 기

술, 포괄 이동 네트워크 서비스 기술 등에 대한 현황 및 향후 연구 방향에 대해 기술하고자 한다.

### 1. 경로 최적화 기술

NEMO 기본 메커니즘인 양방향 터널을 통하여 연결서비스를 제공하는 방법은 인터넷과의 연결성은 보장하나, 이동 네트워크 내의 단말과 상대 노드 간의 데이터가 항상 이동 라우터의 홈 에이전트를 지나 우회하게 되며, 홈 에이전트에 트래픽이 집중되는 단점을 가진다. 이 문제를 해결하기 위해 이동 네트워크 내 노드들의 바인딩 정보를 대응 노드들로 전달하도록 하는 PSBU(Prefix Scope Binding Update) 프로토콜을 이용한 방법이 제안되었고, 바인딩 정보 전달을 위해 멀티캐스팅을 이용한 PSBU 방법, 중간에 MAP(Mobility Anchor Point)를 두어 대응노드와의 짧은 경로를 제공하는 HMIP(Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management) 방법, 대응노드 대신 그 도메인의 대표 라우터에게 바인딩 정보를 전달하는 ORC(Optimized Route Cache) 프로토콜을 이용한 방법 등이 제안되었다 [3]-[6]. <표 4>에서는 이러한 방법들의 특징을 비교하여 보여준다.

그리고 좀 더 복잡한 구조로 이동 네트워크 내에 이동 네트워크나 이동 단말이 존재하는 포괄 이동 네트워크 구조에서 경로 최적화 문제도 고려되어야 한다. 포괄 이동 네트워크에서 양방향 터널을 이용한 기본 메커니즘을 사용할 경우, 이동 네트워크 내

단말과 상대 노드 간의 데이터 패킷은 모든 상위 이동 네트워크의 홈 에이전트와 이동 노드의 홈 에이전트를 거치는 핀볼 라우팅 문제(pinball routing problem)가 발생하게 된다. 최근 이 문제를 해결하기 위한 경로 최적화 방안들이 IETF에 기고서로 제출되고 있으나 아직 활발히 논의되지는 않고 있다.

### 2. 보안 및 인증 기술

이동성 서비스에서 보안 및 인증 기술은 상용화를 위해 필수적인 요소이다. 그러나 현재 NEMO에서는 보안 관련 논의는 초기단계에 있다. NEMO는 적법한 이동 라우터에게 망을 개방하기 위한 접근제어 및 인증 방법이 요구되며, 이동 라우터와 홈 라우터 간의 바인딩 패킷에 대한 보호가 필요하다. 또한 다양한 공격 유형에 따른 보안문제는 지속적으로 해결되어야 한다.

NEMO의 인증 및 보안은 Mobile IPv6에 대한 보안 및 인증 기술을 기반으로 연구되고 표준화 될 것으로 보인다. 이동 라우터와 홈 에이전트간의 인증을 위해서는 사전에 보안 협약(Security Association: SA)을 체결해야 하며, 홈 에이전트나 홈 네트워크 내에 보안 정책 데이터 베이스를 구축하여 보안 협약 정보 및 보안 정책 정보를 유지, 관리하여야 한다. 그리고 적절한 이동 서비스를 위해 이동망은 임의의 관리 도메인을 벗어나 다른 관리 도메인으로의 이동이 허용되어야 하는데, 이를 위해 도메인 간의 보안 및 인증 방법을 제공할 수 있는 기반 구조를 필요로 하게 된다.

IETF에서 AAA(Authentication, Authorization and Accounting)를 제공하는 방법으로 SNMP(Simple Network Management Protocol), COPS(Common Open Policy Service), RADIUS(Remote Authentication Dial In User Service), Diameter가 제안되어 있다. SNMP는 도메인 내부 망 관리 프로토콜로 과금 정보 수집을 위해서 사용되며, 완전한 인증 및 권한 기능을 지원하지 못한다. COPS는 정책 기반 네트워크 관리를 위해 정책 서버와 대

<표 4> 경로 최적화 메커니즘 비교

	Network Transparency	Scalability	Quickness	Security	Route Optimization
양방향터널 이용 방법	○	×	○	○	×
PSBU	○	×	×	×	○
멀티캐스트 PSBU	○	△	△	×	○
HMIP	○	×	×	○	○
ORC	○	○	○	△	○

주) ○: 지원함, ×: 지원하지 않음, △: 부분적으로 지원함

<표 5> AAA 방법 비교

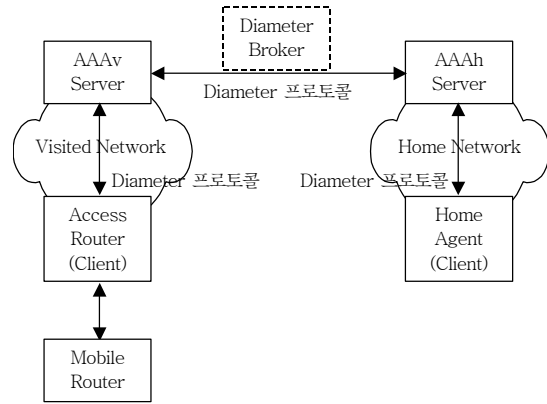
	SNMP	COPS	RADIUS	Diameter
전송 신뢰성	△	○	△	○
프록시/브로커 기능	×	△	△	○
인증기능	○	○	○	○
권한기능	△	○	○	○
과금기능	○	○	○	○
도메인 내부/간	도메인 내부	도메인 내부	도메인 내부	도메인 내부/간
보안기능	×	×	서버와 end-user간 보안만 지원	End-to-end 보안지원 IPsec 필수
확장성	△	○	△	○

주) ○: 지원함, ×: 지원하지 않음, △: 부분적으로 지원함

상 네트워크 장비 간에 사용되는 프로토콜로 인증, 권한, 과금 기능을 지원하나 도메인 간 사용을 지원하지 않는다. RADIUS는 인증, 권한, 과금 기능을 모두 가지며 유선랜 상에서 성공적으로 사용되어 왔으나, 도메인 내부에서 사용되며 어트리뷰터 공간의 한계와 인증 절차가 복잡한 단점을 가진다. Diameter는 도메인 간 사용을 지원하며 절차를 단순화하고 어트리뷰터 공간을 확대하여 이동 및 무선 망에 적합하도록 설계되었으며, 현재 이동성 서비스를 위해 가장 적절한 프로토콜로 주목 받고 있다(<표 5> 참조)[7].

(그림 3)은 Diameter를 이용하여 IP 네트워크 이동성 서비스를 제공하는 구조 예이다. 로컬 서버인 AAAv 서버와 홈망의 서버인 AAAh 서버간에 직접 통신할 수도 있고, 중간에 Diameter 브로커를 둘 수도 있다. 이동 라우터의 홈 에이전트와 이동 망의 액세스 라우터는 Diameter 클라이언트 기능을 수행하여야 한다.

그외 보안 관련하여, NEMO 제어 메시지에 대한 무결성 및 기밀성을 보장하기 위해 이동 라우터와 홈 에이전트 간의 바인딩 메시지에 IPsec ESP를 사용하도록 권고하고 있으며, 잘못된 바인딩 정보를 차단하기 위해 홈 에이전트는 현재 바인딩 갱신 메시지의 시퀀스 번호와 이전에 받은 메시지 시퀀스 번호를 비교하여 검증 가능하다.



(그림 3) 네트워크 이동성을 위한 Diameter 서비스 구조

### 3. 네트워크 접근 감지 기술

현재 IP 이동성 기술의 상용화를 위해 해결해야 할 중요한 문제 중의 하나가 빠른 핸드오버(fast handover)이다. 네트워크 접근 감지(Detecting of Network Attachment: DNA)는 빠른 핸드오버를 가능하게 하는 요소 기술로, 이동체가 새로운 망에 접속할 때 새로운 서브넷에 대한 적절한 설정정보를 가지고 있거나 새로 주소를 구성해야 할 때, 이동을 감지하여 부가적인 설정이 필요한지 결정하는 것을 말한다.

이동 감지(movement detection)는 이동체 즉 이동 노드나 이동 라우터가 접속되어 있는 현재의 액세스 라우터에 도달 불가능한 것을 판단하고, 구성되어 있는 IP 주소가 유효한지 점검하고, 그 결과에 따라 새로운 이용 가능한 라우터를 찾는 과정이다. 이동체에서 이동을 감지하는 과정은 다음과 같다.

- 단계 1. 이동에 대한 힌트를 모은다.
- 단계 2. 현재의 액세스 라우터(Access Router: AR)에 도달 가능한지 검사한다.
- 단계 3. 현재 CoA의 유용성을 검사한다.
- 단계 4. 필요한 정보와 함께 새로운 액세스 라우터를 발견한다.

네트워크 계층에서 힌트를 얻는 방법은 링크 계층에서 트리거하여 알려주는 방법, 새로운 RA 메시

&lt;표 6&gt; 이동 감지 메커니즘 비교

이동 감지 메커니즘	설명	장단점
Periodic Router Advertisement beaconing	RA 메시지의 송신 시간 간격을 줄이는 방법	RA 메시지 증가로 인한 망 자원 낭비. 간격 줄더라도 한계가 존재
RA caching in Link-layer Access Points (Fast Router Discovery)	액세스 포인트가 RA 정보를 캐싱하고 있다가 새로운 이동체가 연결되면 캐싱하고 있던 RA 메시지를 이동체로 보내는 방법	모든 액세스 포인트에 이러한 메커니즘을 구현해야 함
Solicitation on Interval Timeout	RA 메시지를 받지 못한 경우, 이동체가 RS 메시지를 보내는 지연을 줄이는 방법	RA 메시지의 시간 간격에 의존적
Link-up Triggers on the Mobile Node	이동체가 새로운 링크에 접속할 때, 이를 알리는 신호를 받아 RS 메시지를 AR에게 보내는 방법	링크 계층에서 감지하므로 빠른 감지 가능
Fast Router Advertisement	AR이 RS에 대한 응답으로 RA를 보낼 때 랜덤 지연을 없애기 위해 멀티캐스트 대신 유니캐스트 RA 메시지를 보내는 방법	RA 메시지의 시간 간격에 의존적

지를 감지하는 방법, 현재의 액세스 라우터로부터 RA에 의해 감지하는 방법 등이 있다. 그러나, 계층 3에서 이동을 확신하기는 쉽지 않은데, 단계 2에서는 이를 위해 NA(Neighbor Advertisement) 또는 RS(Router Solicitation) 메시지를 사용한다. 그리고 이동체는 현재 액세스 라우터로부터 RA 메시지를 받아서 prefix information option에 실려오는 프리픽스를 이용하여 이동체의 현재 CoA가 적합한가를 결정하는 단계 3을 수행해야 한다. 이동체가 이동했다는 것이 결정되면 router discovery 과정을 통해 새로운 액세스 라우터를 찾는 단계 4를 수행하면, 이동 감지 과정이 끝나게 된다. <표 6>은 이러한 과정을 빠른 시간에 수행하기 위해 제안된 이동 감지 최적화(movement detection optimization) 메커니즘들이다[8].

지금까지 이동 감지는 RA 메시지로 새로운 라우터를 빨리 찾는 것이 목적이었고, 현재 라우터의 도달 가능성(reachability)을 결정하기 위한 요구는 무시되어 왔다. 그러나 하나의 링크에 여러 개의 라우터가 있을 수 있으므로, 새로운 라우터에서 RA 메시지를 받았더라도 다른 서브넷으로 이동하지 않은 경우도 있다. 이를 위해 같은 링크 상에 있는 라우터들의 집합을 표현하는 링크 ID(identifier)를 사용하는 방법이 제안되었다. 링크 ID는 RA 메시지의 링크 ID 옵션에 실려 이동 노드로 전달되며, 이 RA 메시지를 받은 이동 단말이나 이동 라우터는 링크 ID 값을 이용하여 자신이 접속되어 있는 링크를 확인한다.

그래서 링크 ID가 변경된 경우에 이전의 액세스 라우터는 도달 불가능하다고 판단하게 된다[9].

#### 4. 멀티호밍 기술 및 그외 기술

IPv6 유선 망에서 멀티호밍 문제와 마찬가지로 이동 네트워크의 멀티호밍 또한 중요하게 고려되어야 할 문제이다. 이동 네트워크에서 멀티호밍이란 이동 라우터가 외부 망으로 둘 이상의 인터페이스를 가지거나 하나의 이동 네트워크에서 둘 이상의 이동 라우터가 다른 네트워크에 연결되어 있는 구조를 말한다. 이러한 구조를 가질 경우, 이동 망에서 어느 인터페이스의 주소를 할당할 것인가 하는 문제와 어느 인터페이스로 라우팅 되도록 할 것인가 하는 등의 문제가 복잡해진다. 현재 IETF에서는 NEMO에서 멀티호밍 문제에 대한 기고서가 제안되어 논의되고 있다 [10]-[12]. 이 기고서들에서는 각각 멀티호밍에 대한 필요성 및 기본적인 멀티호밍 구조, 멀티호밍의 주요 문제, 라우팅 정책 및 네트워크 구조에 따른 멀티호밍을 적용하는 방안 및 평가 결과를 제시하였다.

그외에 이동 네트워크 내에 이동 네트워크를 포함하는 포괄 NEMO에 대한 요구사항 정립과 효율적인 서비스를 위한 응용 기술에 대한 연구가 있어야 할 것으로 생각된다. 앞에서 포괄 NEMO에 대한 경로 최적화 문제에 대해 언급하였으나 그와 함께 주소 할당 방법, 보안 및 인증 방법, 과금 방법 등이 고려되어야 할 것이다.

## V. 결론 및 향후 연구방향

현재, 한국은 초고속 인터넷 보급률 및 이동 통신 가입자 비율 등에서 전세계 1위를 기록하고 있고, 또한 무선 인터넷 가입자 수도 급격히 증가하고 있는 추세이다. 따라서 앞으로는 기차나 버스 등 이동 수단에서 인터넷 서비스를 사용하려는 요구가 확산 될 것으로 생각된다. 이러한 서비스를 효율적으로 제공할 수 있는 기술 중 하나가 IP 네트워크 이동성 기술인 NEMO이다. NEMO는 인터넷 자동차, 텔레 매트릭스, PAN 등 다양한 분야에 적용 가능할 것으로 기대하고 있다. 그리고 현재 제공되고 있는 무선 인터넷 서비스와 달리, 단말과 단말 간의 직접적인 통신을 가능하게 하므로 새로운 서비스 개발을 통한 부가가치 창출이 가능할 것으로 생각된다.

본 고에서는 네트워크 이동성을 지원하기 위한 기본 기술 및 확장 기술에 대해 살펴보았다. NEMO는 현재 연구 초기단계로 다양한 기술 및 정책들이 융합되어 실현될 것으로 생각되며, 효율적인 서비스를 위해 경로 최적화 방법, 멀티호밍 기술, 포괄 이동 네트워크에서 서비스 방법 등이 앞으로 연구되어야 할 분야이다. 또한 상용 서비스를 하기 위해서는 빠른 이동 감지 기술, 안전하고 빠른 인증 및 보안 방법에 대한 연구도 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] T. Ernst, "Network Mobility Support Goals and Requirements," Internet draft, <http://www.mobilenetworks.org/nemo/drafts/draft-ietf-nemo-requirements-01.txt>, May 2003.
- [2] T. Ernst and H.Y. Lach, "Network Mobility Support Terminology," Internet draft, <http://www.mobilenetworks.org/nemo/drafts/draft-ietf-nemo-terminology-00.txt>, May 2003.
- [3] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu, and P. Thubert, "Nemo Basic Support Protocol," Internet draft, <http://www.mobilenetworks.org/nemo/drafts/draft-ietf-nemo-basic-support-02.txt>, Sep. 2003.
- [4] T. Ernst, C. Castelluccia, and H.Y. Lach, "Extending Mobile IPv6 with Multicast to Support Mobile Networks in Mobile IPv6," In ECUMN'00, Oct. 2000.
- [5] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El-Malki, and L. Bellier, "Hierarchical MIPv6 Mobility Management (MHIP6)," Internet Draft, <http://www.mobilenetworks.org/nemo/drafts/draft-ietf-mobileip-hmipv6-08.txt>, June 2003.
- [6] R. Wakikawa, S. Koshiba, K. Uehara, and J. Murai, "ORC: Optimized Route Cache Management Protocol for Network Mobility," ICT 2003, Vol. 2, Jan. 2003, pp.1194-1200.
- [7] C.W. Ng and T. Tanaka, "Usage Scenario and Requirements for AAA in Network Mobility Support," Internet draft, <http://www.mobilenetworks.org/nemo/drafts/draft-ng-nemo-aaa-use-00.txt>, Oct. 2002.
- [8] G. Daley and J. Choi, "Movement Detection Optimization in Mobile IPv6," Internet draft, <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-daley-mobileip-move-detect-01.txt>, May 2003.
- [9] B. Pentland, G. Daley, and JinHyeock Choi, "Router Advertisement Link Identification for Mobile IPv6 Movement Detection," Internet draft, <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-pentland-mobileip-linkid-00.txt>, May 2003.
- [10] C. Ng, J. Charbon, and E. Paik, "Multihoming Issues in Network Mobility Support," Internet draft, <http://www.mobilenetworks.org/nemo/drafts/draft-ng-nemo-multihoming-issues-02.txt>, Oct. 2003.
- [11] E.K. Paik, H.S. Cho and T. Ernst, "Multihomed Mobile Networks Problem Statements," Internet draft, <http://www.mobilenetworks.org/nemo/drafts/draft-paik-nemo-multihoming-problem-00.txt>, Oct. 2003.
- [12] J. Charbon, C.W. Ng, K. Mitsuya, and T. Ernst, "Evaluating Multi-homing Support in NEMO Basic Solution," Internet draft, <http://www.mobilenetworks.org/nemo/drafts/draft-charbon-nemo-multihoming-evaluation-00.txt>, July 2003.