

# NEMO에서의 효율적인 Handoff 적용 방안

An Efficient Handoff Mechanism in the NEMO

심상범

(광운대학교 전자통신공학과,  
석사과정)

민상원

(광운대학교 전자통신공학과,  
부교수)

최광순

(전자부품연구원,  
선임연구원)

정광모

(전자부품연구원,  
책임연구원)

Key Words : Network Mobility, Handoff

## 목 차

### I. 서 론

#### II. Network Mobility

1. NEMO의 개요
2. NEMO에서의 handoff

### III. NEMO에서의 효율적인 handoff 방안

#### IV. 결론 및 향후 과제

#### 참고문헌

## I. 서 론

이동 통신 단말의 수가 급격히 증가하는 추세이고, 사용자는 그 단말들을 이용하여 다양한 인터넷 서비스를 이용하기 원하고 있다. 이러한 요구사항을 충족하기 위해 IP의 이동성에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이러한 노력은 IETF (Internet Engineering Task Force)의 mobileip WG (Working Group)을 중심으로 이루어져 왔는데, 현재는 mip4, mip6, mipshop WG (Working Group)으로 세분화 되어 연구가 진행되고 있다[1][2].

단말의 증가에 따라 발생하는 IP 주소 부족 문제는 IPv4를 대체할 IPv6가 해결해 줄 것으로 기대하고 있고, 이에 따른 이동성 지원 방법은 Mobile IPv6가 그 역할을 담당할 것이다. Mobile IPv6에서는 기존의 Mobile IPv4에서 부가적인 기술로 여겨지던 IP의 이동성 지원 기술에 관한 부분이 기본 개념으로 자리잡게 되었으며, 기존에 Mobile IPv4에서 문제시 되었던 삼각 라우팅의 비효율적인 경로 문제 및 보안에 관련된 문제가 해결되는 등의 향상된 모습을 보여주고 있다[3][4].

최근 무선랜 서비스가 점차 확산되며, 이를 통해 자신의 노트북을 가지고 호텔, 사무실, 가정, 관공서 등 일정한 지역 내에서는 무선으로 인터넷 접속하는 것이 가능해졌다. 또 서비스 지역 내에서는 이동중에도 지속적으로 인터넷 서비스를 받을 수 있게 되었다.

마찬가지로 이동 단말을 사용하는 인터넷 서비스 사용자들은 버스나 자동차, 지하철이나 비행기와 같은 교통수단을 이용하면서도 자신이 원하는 서비스를 지속적으로 받길 원하고 있다. 또, 한 사용자가 여러 개의 단말을 가지고 이동하면서 각각의 단말을 통해 다양한 서비스를 받고자 하는 경우는 그 사용자가 하나의 작은 네트워크를 이룬다고 할 수 있다. 따라서 단순히 개별적인 단말의 이동성만을 고려한 호스트 이동성 지원 방법뿐만 아니라 네트워크 자체의 이동성을 고려한

네트워크 이동성 지원 방법에 대한 연구가 요구되고 있다[5].

이러한 상황과 맞물려 IETF에서는 NEMO (Network Mobility) WG을 중심으로 하여 표준화 작업이 진행중에 있다. NEMO WG에서는 네트워크 이동성을 지원하기 위한 기본 프로토콜 표준을 제정하고, 그 후에 경로 최적화를 위한 메커니즘에 대한 표준화를 고려할 계획이다. 최근에 NEMO 프로토콜은 Mobile IPv6 프로토콜을 기반으로 확장하는 형태의 표준화를 진행 중에 있다.

본 논문의 2장에서는 네트워크의 이동성을 지원하는 NEMO의 일반적인 개념과 NEMO에서의 handoff 대하여 살펴본다. 3장에서는 NEMO에서의 handoff 발생시 나타나는 문제점을 지적하고, 논문에서 제안하는 효율적인 handoff 방안에 대하여 설명한다. 마지막으로 4장에서는 결론을 제시하고 향후 과제에 대하여 설명을 한다.

## II. Network Mobility

### 1. NEMO의 개요

NEMO는 다른 특성의 네트워크를 거치지 않고 인터넷 망에 직접 접속하여 네트워크의 이동성을 제공하는 기술이다. 네트워크의 이동성이란 어떤 네트워크가 다른 router로 이동하여 인터넷에서의 access point가 변경되었을 때, 그 네트워크 내의 노드들은 네트워크의 이동과 무관하게 자신의 address를 변경하지 않고 인터넷과 지속적인 접속이 가능하여야 한다. 그리고 네트워크 내 노드가 인터넷 상의 임의의 노드와 통신을 하고 있는 경우, 노드와 상대 노드 사이의 통신이 단절되지 않고 계속 서비스되어야 한다.

표 1은 노드의 이동성과 네트워크의 이동성을 비교한 것이다. 네트워크 이동성 서비스는 표 1에서 보는 바와 같이 네트워크 내에 있는 단말 각각의 이동성을 지원하지 않아도 되며, 여러 단말에 대한 이동성 서비스가 가능한 장점을 갖고 있다.

NEMO는 여러 가지 형태의 서비스를 가능하게 할 것으로 생각되는데, 기본적으로 현재 인터넷을 통해 가능한 모든 서비스가 이동 네트워크 내에 있는 모든 단말에 제공될 수 있다. 예를 들어, 노트북을 가지고 기차, 버스 등의 이동 수단에서 유선이나 무선랜을 통해 인터넷 서비스를 사용할 수 있다.

표 1. Node mobility와 Network의 mobility 비교

	Node Mobility	Network Mobility
서비스 범위	하나의 노드	여러 개의 노드 (Mobile network)
구성 요소	Mobile node HA (Home agent)	MR, HA
특징	모든 노드의 mobility를 지원해야함	노드는 mobility 지원 필요 없음 Mobility 지원하는 router 필요
프로토콜	Mobile IPv4 Mobile IPv6	NEMO

자동차에 대한 이동 서비스 또한 가능하다. 자동차 내부 시스템들을 하나의 네트워크로 구성한 다음 이동 인터넷 서비스를 통해 다양한 부가 서비스를 생각할 수 있다. 예를 들어 자동차 네트워크가 MR (Mobile Router)을 통해 인터넷으로 연결되면, 자동차 제조사는 원격으로 자동차의 상태를 파악할 수 있으며 차량의 고장을 감지하거나 새로운 펌웨어 장착도 가능할 것이다. 동시에 자동차에 타고 있는 탑승자들은 자신의 단말을 MR을 통해 인터넷으로 연결하여 웹브라우저를 즐기거나, 인터넷의 콘텐츠 제공자에 접속하여 비디오를 시청할 수도 있다. 더불어 최근 관심의 대상이 되고 있는 텔레메틱스를 실현하기 위한 기술로도 NEMO를 고려해 볼 수 있다.

다른 예로 소방관이 PAN (Personal Area Network)을 장착하고 있을 때, 소방관의 몸에 부착된 장비들과 소방차는 무선으로 연결된다. 그리고 소방차 또한 MR을 가지면서 안전관리를 위한 public backbone system과 무선으로 연결되면 이 public backbone system에서는 MR을 거쳐 소방관에게 건물의 구조와 같은 정보를 전달하고 소방관의 몸에 장착된 카메라를 통해 현장의 사진을 찍어서 전송하거나 소방관의 몸 상태를 감시하여 전송하는 등의 서비스가 가능하다.

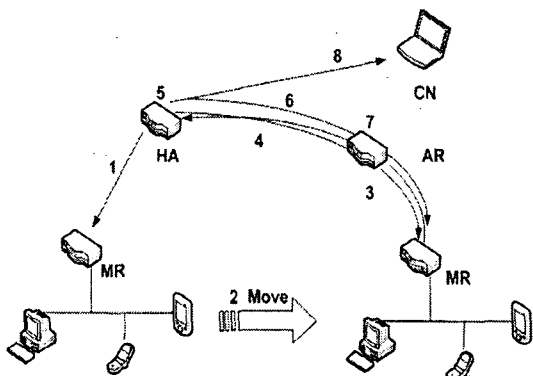


그림 1. NEMO의 기본 동작

그림 1은 NEMO에서의 MR과 그것이 이루는 네트워크의 기본 동작을 설명하고 있다. MR은 home network에서 주소, 즉 home address를 할당 받으며, foreign network로 이동한 경우 그 네트워크로부터 또 하나의 주소 CoA (Care of Address)를 할당 받아 MR이 현재의 위치를 알릴 수 있는 방법으로 사용한다. 그러나 MR이 어느 위치에 존재하든지 home address에 의해 식별되며, mobile network 내의 단말들 또한 항상 home address를 이용하여 통신하게 된다[5][6].

## 2. NEMO에서의 handoff

현재 IP 이동성 기술의 상용화를 위해 해결해야 할 중요한 문제 중 하나가 빠른 handoff이다. DNA (Detecting of Network Attachment)는 이런 빠른 handoff를 가능하게 하는 요소 기술로, mobile node가 새로운 네트워크에 접속할 때 새로운 subnet에 대한 적절한 정보를 가지고 있거나, 새로운 address를 구성해야 할 때 이동을 감지하여 부가적인 설정이 필요한지의 여부를 결정하는 것을 말한다.

Movement detection은 이동 객체 즉 mobile node나 MR이 접속되어 있는 현재의 AR (Access Router)에 도달 불가능한 것을 판단하고, 구성되어 있는 IP address가 유효한지 점검하고, 그 결과에 따라 새로운 이용 가능한 router를 찾는 일련의 과정을 거친다.

네트워크 계층에서 handoff에 대한 정보를 얻는 방법은 링크 계층에서 trigger하여 알려주는 방법, 새로운 RA (Router Advertisement) 메시지를 감지하는 방법, 현재의 AR로부터 RA에 의해 감지하는 방법 등이 있다. 하지만 네트워크 계층에서 이동을 확인하기는 쉽지 않은데, 현재의 AR에 도달이 가능한지를 확인하기 위해 NA (Neighbor Advertisement) 또는 RS (Router Solicitation) 메시지를 사용한다. 그리고 mobile node는 현재 AR로부터 RA 메시지를 받아서 prefix information option에 포함되어진 prefix를 이용하여 mobile node의 현재 CoA가 적합한가를 결정한다. Mobile node가 이동했다는 것이 결정되면 router discovery 과정을 통해 새로운 AR를 찾는 과정을 수행하는 것으로 이 과정이 마무리된다.

지금까지 movement detection은 RA 메시지로 새로운 router를 빨리 찾는 것이 목적으로 가지고 있었으며, 현재 router의 도달 가능성을 결정하기 위한 요구는 무시되어 왔다. 그러나 하나의 링크에 여러 개의 router가 있을 수 있으므로, 새로운 router에서 RA 메시지를 받았더라도 다른 subnet으로 이동하지 않는 경우도 있다. 이를 위해 같은 링크 상에 있는 router들의 집합을 표현하는 link ID를 사용하는 방법이 제안되었다. Link ID는 RA 메시지의 link ID option에 실려 mobile node로 전달되며, 이 RA 메시지를 받은 mobile node나 MR는 link ID 값을 이용하여 자신이 접속되어 있는 링크를 확인한다. 그래서 link ID가 변경된 경우에 이전의 AR는 도달 불가능하다고 판단하게 된다[5][6].

### III. NEMO에서의 효율적인 handoff 방안

NEMO에서는 보다 빠른 movement detection을 위해 다양한 노력을 하고 있다. 하지만 여러 node들로 이루어진 작은 규모의 network가 형성됨으로 인해 handoff시에 문제가 발생한다.

MR을 통해 연결된 이동성을 가진 network가 NAR (New Access Router) 영역으로 이동할 때 MR은 NAR과의 연결을 위해 PAR (Previous Access Router)과의 연결을 잠시 끊게 된다. 이 때 MR과 PAR과의 연결이 끊기게 되기 때문에 MR이 영향을 미치는 network 내에 있는 여러 node들도 더 이상 MR과의 연결이 의미가 없어진다. 즉 하나의 작은 network로 연결되었던 각각의 node들은 개별적인 단말이 되는 것이다. 이런 경우에 MR과의 연계성을 가지지 못한 node들은 스스로 자신의 AR을 찾는 과정을 수행하게 된다.

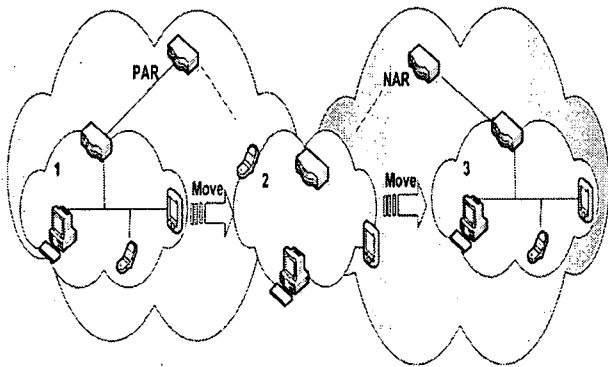


그림 2. NEMO에서의 handoff 과정

각각의 node들은 이런 과정 속에서 NAR로부터 RA 메시지를 받아 NAR과 연결이 설정되거나 handoff 경계 지점 부근에서 PAR의 RA 메시지를 통해 PAR과 다시 연결이 설정될 경우, 더 이상 하나의 network를 통한 mobility 지원이 어렵게 된다. 그림 2는 이러한 과정을 보여주고 있다. 1번 과정에서는 PAR과, 3번 과정에서는 NAR과 연결이 설정되었다. 하지만 PAR과 NAR 사이에서 handoff 하는 과정인 2번 과정을 살펴보면 두 AR과 MR과의 연결이 되지 못해 MR을 통해 하나의 network로 이동하던 node들이 제각기 존재하는 것을 볼 수 있다.

이러한 handoff시의 문제점을 해결하기 위하여 새로운 메시지의 전송이 필요하다. MR이 새로운 AR로의 handoff를 감지할 경우, 자신이 구성하고 있는 network 내에 있는 node들에게 HP (Handoff Prediction) 메시지를 전달한다. 이 HP 메시지를 전달받은 network의 node들은 자신의 MR이 곧 새로운 AR로 handoff를 수행할 것임을 인지하고, MR과의 연결을 지속할 수 있도록 MR의 handoff가 종료되는 시점까지 지속적으로 HPA (Handoff Prediction Acknowledgement) 메시지를 보내도록 한다.

MR과 그 network 내의 node간의 이러한 메시지 교환을 통해 node들이 handoff시에 스스로 새로운 연결 설정을 하는

것을 방지할 뿐만 아니라 그로 인해 handoff 후에 MR과의 연결 설정을 다시 해야하는 번거로움을 줄일 수 있다. 이는 연결 재설정에 따른 시간 절약은 물론 link resource를 보다 효율적으로 사용할 수 있게 한다.

### IV. 결론 및 향후 과제

현재 우리나라를 비롯한 세계 곳곳에서는 이동 통신 기술의 발전에 따라 사람들이 누리는 통신의 자유가 더 확대되어지고 있다. 이러한 기술 발전은 새로운 욕구를 창출하며, 이와 관련하여 이동 수단인 기차나 비행기 등에서 인터넷 서비스를 사용하려는 요구가 확산될 것으로 예상된다.

이러한 서비스를 효율적으로 제공할 수 있는 기술 중 하나가 network 이동성 기술인 NEMO이다. NEMO는 인터넷 자동차, 텔레매틱스, PAN 등 다양한 분야에 적용 가능할 것으로 기대하고 있다.

본 논문에서는 NEMO와 관련하여 handoff 시에 발생할 수 있는 문제에 대한 해결 방안을 제안하였다. 제시된 handoff 시의 문제가 해결되지 않는다면 MR을 통해 구성된 network 자체가 구성됨으로써 얻게 되는 장점이 mobility 지원에 있어 큰 문제로 남게 된다. 하지만 제안된 방안을 통해 handoff를 감지한 MR이 handoff를 미리 알려 node와의 지속적인 연결을 유지할 수 있도록 한다. 이를 통해 MR의 handoff 후에 필요한 node들과의 연결 재설정 과정을 생략할 수 있으며, 이를 통하여 무선 link resource를 좀 더 효율적으로 사용할 수 있게 된다.

앞으로 NS-2 시뮬레이션을 통해 제안한 방안의 효율성에 대한 검증할 수 있도록 연구 중이며, 실제 사용 중인 네트워크를 이용한 테스트 환경을 구축하여 추가적인 연구를 수행할 예정이다.

### 참고문헌

- [1] J. D. Solomon, *The Mobile IP*, Prentice Hall, 1998.
- [2] C. Perkins, et al., "IP mobility support for IPv4," Request for Comments 3344, IETF, August 2002.
- [3] H. Soliman, *Mobile IPv6*, Addison Wesley, 2004.
- [4] D. Johnson et al., "IP mobility support for IPv6," draft-ietf-mobileip-mipv6-24.txt, June 2003.
- [5] 홍성백 외, "Analysis of IP Network Mobility", 전자통신 동향분석, 제19권, 제1호, 2004.
- [6] V. Devarapalli, et al., "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol," Request for Comments 3963, IETF, January 2005.