

# IPv6 환경에서의 네트워크 이동성 지원 방안

김태은<sup>o</sup> 이미정  
이화여자대학교  
{loco<sup>o</sup>, lmj}@ewha.ac.kr

## Network Mobility Support in IPv6

Taeun Kim<sup>o</sup> Meejeong Lee  
Dept. of Computer Science and Engineering,  
Ewha Woman's University

### 요 약

IP 네트워크에서 이동하는 노드를 지원하기 위한 방안으로 Mobile IPv6가 있다. 하지만 Mobile IPv6는 단일 노드를 대상으로 설계되었기 때문에 여러 개의 노드와 라우터로 구성된 이동 라우터를 지원하는데 문제가 있다. 현재까지 이동 네트워크를 지원하기 위해 제시된 여러 가지 방안들에 대해 살펴보고 Mobile IPv6를 확장\* 하여 보다 효과적으로 이동 네트워크를 지원할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 본 논문은 특히 이동 네트워크가 중첩된 상황에서 발생할 수 있는 여러 가지 문제점을 해결하고 이동 네트워크 내의 이동 노드를 보다 효율적으로 지원할 수 있는 방안을 제안한다.

### 1. 서 론

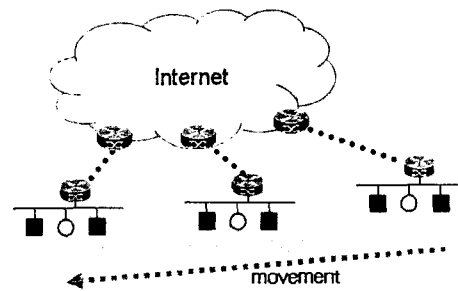
기술의 발전으로 고성능에 초소형 기기들이 개발되면서 사용자들이 단말기를 쉽게 휴대할 수 있게 되었다. 또한 유비쿼터스 개념이 도입되면서 지금까지는 단순히 전자 기기로서 쓰이던 것들도 점차 통신 기능이 요구되고 있다. 이렇게 통신 단말기의 수가 기하급수적으로 증가하면서 우리는 단일 노드의 이동성뿐만 아니라 여러 개의 단말이 모여서 구성하게 되는 네트워크 단위의 이동성을 생각하게 되었다. 이 논문에서는 네트워크 전체에 이동성을 지원하기 위해 제안된 방법들에 대해 살펴보고, 기존 방안의 문제점을 보완한 새로운 네트워크 이동성 지원 방안을 제안하고자 한다.

### 2. 관련 연구

IETF에서는 IP 기반의 이동성 지원 표준 프로토콜로 IPv4 네트워크를 대상으로 하는 Mobile IP[1]와 IPv6 네트워크를 대상으로 하는 Mobile IPv6[2]를 제안하고 있다. 하지만 Mobile IP는 IPv4 주소체계를 그대로 사용하기 때문에 단말기 수가 현재보다도 훨씬 많아질 미래의 통신 환경에는 적합하지 않으며 그렇기 때문에 네트워크 이동성을 지원하기 위해서는 기본적으로 Mobile IPv6를 사용한다. 그러나 Mobile IPv6는 이동 노드를 지원하기 위해 설계된 방안으로 이동 네트워크 내에 위치한 노드로 데이터를 전송하는 경우 라우팅 루프를 발생시켜 데이터를 원하는 목적지까지 전달할 수 없게 된다. 이동 네트워크를 지원하는데 Mobile IPv6가 부적합하다는 것은 [3]에서 실험을 통해 밝혀진 바 있다.

IETF는 이동 네트워크를 지원하기 위해 NEMO(Network Mobility) 워킹 그룹을 두고 있다. NEMO는 이동 네트워크를

지원하기 위해 고려해야 할 일반적인 요구 사항과 구조 등을 제시하고 비공식적으로 몇 가지 선택 방안들을 제시했으며, 현재는 가장 기본적인 구조를 가지는 이동 네트워크 지원 방안을 내놓고 있는 상태이다. NEMO에서 제시하고 있는 이동 네트워크의 구조는 다음과 같다. [그림1]과 같이 이동 네트워크 내에는 하나 이상의 이동 라우터를 두는데, 개별 단말들은 이동 라우터를 통하여 인터넷에 접속한다. 이동 네트워크 내에는 고정 노드(Local Fixed Node)와 이동 노드가 위치할 수 있다. 이와 같은 구조를 사용하면 단말기 각각이 인터넷의 액세스 라우터를 찾아 인터넷에 접속하는 것에 비하여 단말기의 전력 소모를 절감할 수 있으며, 배나 비행기와 같이 지형적으로 인터넷 액세스 라우터와 멀리 떨어진 운송 수단을 이용하는 경우 이동 라우터와 인터넷 액세스 라우터 간의 고비용 무선 링크를 운송 수단 내의 모든 단말들이 공유할 수 있기 때문에 인터넷 접속 비용 절감 효과를 가져올 수 있다.

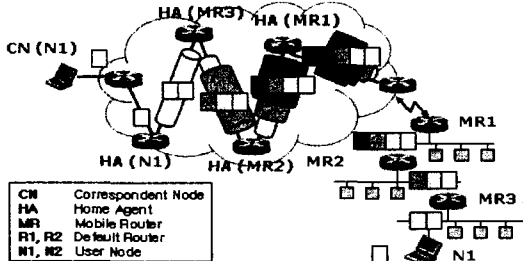


[그림 1] 이동 네트워크 (Mobile Network)

NEMO 워킹 그룹에서 proposed solution으로 제시하고

\* 본 논문은 이 논문은 2003년도 누너한국21 사업에 의하여 지원되었음

있는 방법들을 간단하게 살펴보면 다음과 같다. 우선 Mobile IPv6를 사용할 때 발생하는 라우팅 루프 문제를 해결하기 위한 방법들이 있는데, BU에 이동 라우터와 함께 움직이는 노드들의 prefix 정보를 추가하는 Prefix Scoped BU[4]와 reverse tunnel을 이용하여 홈 네트워크에 연결되어 있을 때와 같이 dynamic routing protocol를 사용하여 위치 정보를 교환하는 Mobile Router Tunneling Protocol[5]이다. 하지만 이 두 가지 방안은 모두 이동 라우터 하위의 고정 노드들만을 고려한 방법으로 특히 이동 네트워크가 중첩된 상황에서는 [그림 2]와 같이 상위 이동 라우터가 속한 홈 에이전트들을 모두 거치게 된다. 이런 비효율적인 경로를 통한 전송을 막기 위해 Reverse Routing Header (RRH)[6] 방법이 제안되었지만 RRH 방법을 사용하면 BU의 크기가 이동 네트워크가 중첩된 깊이에 비례하여 커지므로 확장성 있는 방안이 될 수가 없다. 마지막으로 HMIPv6 extended mode[7]가 있는데 HMIPv6는 기본적으로 이동 노드를 대상으로 설계한 방법이기에 때문에 이동 라우터 하위의 고정 노드를 지원하지 못하며, 이동 노드를 지원할 때에도 이동 라우터의 이동 사실을 숨길 수 없기 때문에 핸드오фф 할 때 마다 각 이동 노드가 BU를 보내야 하기 때문에 핸드오фф 할 때 마다 각 이동 노드가 BU를 보내야 하기 때문에 이동 노드가 증가할 경우 확장성 면에서 어려움이 있다.

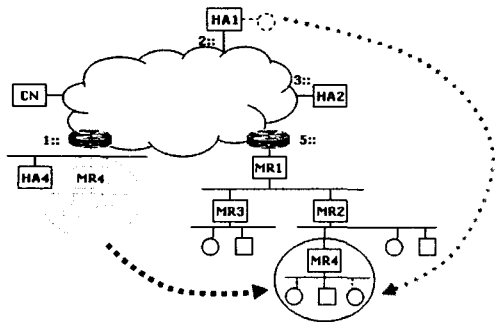


[그림 2] 중첩된 이동 네트워크에서의 pinball routing

이 논문에서는 중첩된 환경에서 보다 효율적인 경로를 통한 전송이 가능하도록 하면서 이동 노드와 고정 노드를 모두 지원하여 보다 일반적인 상황에 대처할 수 있는 네트워크 이동성 지원 방안을 제안하고자 한다.

2. 네트워크 모델

이동 네트워크는 여러 개의 이동 라우터를 포함할 수 있다. 하지만 이 논문에서는 설명의 편의를 위해 각 이동 네트워크가 하나의 이동 라우터만을 가진다고 가정한다. 각 이동 라우터는 자신의 홈주소를 사용하여 광고 메시지를 보낸다. 홈주소를 사용해야 이동 라우터에 유선으로 연결되어 있는 고정 노드들도 지원할 수 있고 이동 라우터에 무선으로 연결되어 있는 이동 노드들에게도 네트워크 자체의 이동을 숨길 수 있다.



[그림 3] 네트워크 모델

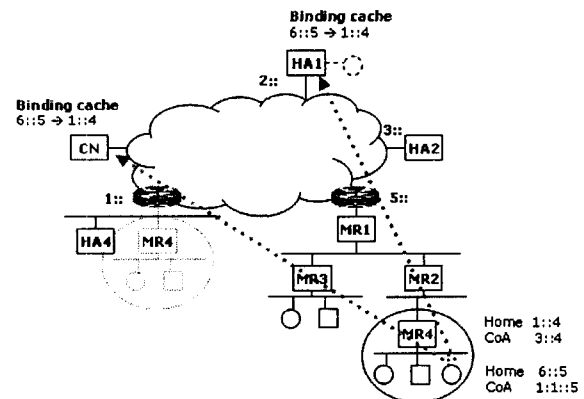
이 논문에서는 제안한 방법을 설명하기 위해 [그림 3]과 같은 네트워크 모델을 이용한다. [그림 3]은 MR4라는 이동 라우터를 가진 이동 네트워크가 중첩된 이동 네트워크로 들어온 다음 이동 노드가 이동 네트워크 내로 진입한 상황을 보여준다. 이동 네트워크가 중첩된 구조에서 인터넷 내에 라우터와 직접 연결되어 게이트웨이와 같이 동작하는 최상위 이동 라우터를 TLMR(Top Level Mobile Router)이라 부르기로 하는데 [그림 3]에서 TLMR은 MR1이 된다. 이동 노드가 이동 네트워크에 들어왔을 때 직접 연결되는 가장 가까운 이동 라우터는 direct MR이라 하고 [그림 3]에서는 MR4가 된다. 앞으로 편의상 구성 요소의 홈 에이전트는 HA\_구성요소로 표시하기로 한다. 예를 들어 이동 라우터 MR의 홈 에이전트는 HA\_MR로 표기하도록 한다.

3. 제안하는 방법

3.1. Binding Update

3.1.1. 이동 노드의 BU

제안하는 방법에서 이동 노드는 이동 네트워크로 이동하면 BU를 통해 이동 노드의 홈주소와 direct MR의 홈주소가 binding cache에 등록되도록 한다. [그림 4]는 6::5의 주소를 가지는 이동 노드가 이동 라우터 MR4가 담당하는 이동 네트워크로 이동해 들어온 경우로, 이동 노드는 이동 라우터의 홈 prefix인 1::를 따르는 CoA 1::5를 만들고 이를 source로 하고 alternative CoA option에는 direct MR의 주소를 넣어 BU를 보낸다. 이와 같은 BU를 받은 노드들은 6::5와 1::4주소 바인딩을 가지는 Binding Cache를 구성하게 된다.



[그림 4] 이동 노드의 BU

3.1.2. 이동 라우터의 BU

일반 라우터는 자신의 존재를 알리기 위해 라우터 광고 메시지를 보내는데, 이동 라우터의 경우에는 자신의 홈주소(home address)와 더불어 TLMR option에 추가하여 TLMR option을 통해 TLMR 도메인 사이에 이동과 TLMR 도메인 내에서의 이동을 구분할 수 있도록 한다. 이동 라우터가 TLMR 도메인 내에서 이동한 경우 TLMR 도메인 내에서의 위치변화만을 알려주면 되므로 local BU만을 보내고, TLMR 도메인 간에 이동하는 경우에는 local BU와 더불어 HA나 CN에게 global BU를 보낸다.

3.1.2.1 Global BU

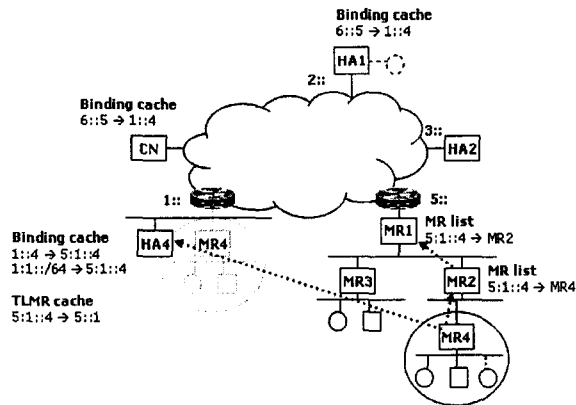
Global BU는 이동 라우터가 TLMR 도메인 사이를 이동할 경우에 보내는 메시지로 HA\_MR과 CN에게 현재 TLMR의 CoA를 알린다. pinball 라우팅을 피해 TLMR로 바로 전달되도록

록 하기 위해서 global BU를 보낼 때는 alternative Care-of address에 TLMR의 CoA를 넣는다. Global BU를 받은 HA\_MR은 MR의 home address와 CoA 뿐만 아니라 MR의 TLMR CoA도 알 수 있게 된다. HA\_MR은 이동 라우터로부터 global BU를 받으면 적절한 필드를 선택하여 binding cache와 TLMR cache를 구성한다. 이동 라우터로부터 받은 global BU를 통해 이동 라우터의 홈주소와 TLMR prefix를 통해 만든 CoA 정보를 가지고 binding cache를 만들고 이동 라우터의 CoA와 TLMR의 CoA 정보를 이용하여 TLMR cache를 만든다. CN에게 BU를 보내는 경우 역시 alternative Care-of address option에 TLMR의 CoA를 추가하여 보내지만 BU를 받은 CN은 기본적인 Mobile IPv6에서와 같이 동작하지만 하던 된다.

### 3.1.2.2. Local BU

이동 라우터가 TLMR 도메인 내에서 이동한 경우에 TLMR과 중간경로에 있는 이동 라우터들에게 이동 라우터의 현재 위치를 등록하기 위한 BU를 local BU라 한다.

TLMR 까지 가는 경로에 위치한 이동 라우터가 local BU를 받으면 MR list에 source address를 추가하고 next hop으로는 local BU의 alternative Care-of address option에 적힌 주소를 저장한다. Next hop 값을 얻은 후에는 다음 상위 이동 라우터에게 자신이 경로상의 next hop이라는 사실을 알려주기 위해 Alternate Care-of address option에 자신의 CoA를 적어 올려 보낸다. 결과적으로 TLMR을 비롯한 이동 라우터의 상위 라우터들에게 목적지인 이동 라우터로 가는 다음 이동 라우터의 주소가 알려지게 된다.



[그림 11] 이동 라우터의 BU

### 3.2. 패킷 전달 과정

BU의 처리 결과 이동 라우터나 이동 라우터 하위의 노드들에 대한 위치 정보가 binding cache와 TLMR cache에 저장되게 된다. 이 정보를 가지고 이동 네트워크 내에 위치한 이동 노드로 패킷이 전송되는 결과를 보면 다음과 같다. 이동 노드의 상대 노드는 이동 노드의 CoA를 direct MR의 home address로 알고 있다. 그렇기 때문에 이동 노드로 가는 패킷은 우선 direct MR의 홈 네트워크로 전달되어 direct MR의 홈 에이전트(HA\_MR)에게 전달된다. HA\_MR은 binding cache를 찾아 이동 라우터의 CoA를 찾는데 해당 정보가 이동 라우터에 관한 것임을 알게 되어 찾은 이동 라우터의 CoA를 키로 하여 TLMR cache를 검색하여 TLMR의 CoA를 찾는다. 패킷이 pinball routing을 피해 직접 TLMR로 전달되도록 하기 위해 routing

header에는 이동 라우터의 CoA를 쓰고 목적지 주소는 TLMR로 하여 터널링 한다. TLMR은 목적지 주소를 자신의 주소로 해서 들어오는 데이터 패킷을 받으면 우선 routing header를 보고 routing header에 들어있는 MR\_CoA 주소가 자신의 MR list에 있는지 찾아본다. MR list에 MR\_CoA가 있으면 TLMR은 routing header에 있는 MR\_CoA값을 복사하여 TLMR CoA로 되어있던 목적지 주소를 MR\_CoA로 바꿔준다. 이렇게 routing header processing이 끝나면 MR list에서 찾은 next hop MR로 패킷을 전달한다.

패킷을 전달받은 이동 라우터는 목적지 주소를 확인하고 이를 MR list에서 찾아보고 MR list에 해당 목적지가 있으면 next hop을 찾아 전달한다. 만약 목적지 주소가 자신이 되는 경우에는 패킷을 decapsulation하고 내부 패킷 헤더의 목적지주소를 확인하여 하위 노드로 전달한다.

### 3. 결론

제안하는 방안은 이동 네트워크가 중첩된 상황에서 발생하는 pinball routing 문제를 해결할 수 있는 방안으로 이동 네트워크 내의 이동 노드를 보다 효율적으로 지원할 수 있는 방안을 제안한다. 제안하는 방법에서 이동 네트워크 내에 위치한 이동 노드는 기본적으로 일반적인 이동 노드가 BU를 보내는 방법과는 다른 방식을 사용한다. 기존 이동 노드가 위치가 바뀔 때 CoA를 얻고 그 CoA를 자신의 HA나 교신노드에게 알리기 위해 BU를 보내는데 비해 본 논문에서 제안하는 방법을 사용하는 이동 노드들은 이동 라우터의 홈주소를 자신의 CoA로 등록하게 된다. 이동 라우터의 홈주소를 CoA로 사용하게 되면 우선 이동 노드는 이동 노드 스스로의 위치 변화가 아닌 이동 네트워크의 이동으로 인한 지형적인 위치변화가 발생한 경우에는 이런 변화를 감지할 수 없기 때문에 BU storm의 발생을 막을 수 있다. 그리고 대규모의 이동 네트워크가 중첩되어 있는 상황에서 중간 라우터들이 패킷을 제대로 전달하기 위해 가지는 정보를 이동 노드별로 가지지 않고 이동 라우터 별로 가지도록 하고 개별 이동 노드에 대한 정보 유지는 direct MR만 가지고 있으면 되므로 이동 네트워크의 규모가 큰 경우 보다 확장성 있는 방안이라고 할 수 있다.

### 참고 문헌

- [1] C. Perkins, "IP mobility support" IETF, RFC 2002, Oct, 1996
- [2] D. B. Johnson, C. Perkins, "draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt", Internet draft, IETF, June 2003. Work in progress.
- [3] T. Ernst, A. Olivereau, L. Bellier, C. Castelluccia, and H. Y. Lach. "draft-ernst-mobileip-v6-network-03.txt". Internet draft, IETF, March 2002. Work in progress.
- [4] T. J. Kniveton, J. T. Malinen, V. Devarapalli, and C. E. Perkins. "draft-kniveton-mobtr-01.txt". Internet draft, IETF, November 2002. Work in progress.
- [5] P. Thurbert, M. Molteni. "draft-thurbert-nemo-reverse-routing-header-01.txt", Internet draft, IETF, October 2002. Work in progress.
- [6] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El-Malki, "draft-ietf-mobileip-hmipv6-06.txt", Internet draft, IETF, July 2002. Work in progress.