

## NEMO와 결합된 Hierarchical Mobile IPv6에서 멀티캐스팅을 이용한 핸드오프 지원 기법

노경택\*

### Multicast Handoff Scheme for Network Mobility with Hierarchical Mobile IPv6

Rho, Kyung Taeg \*

#### 요 약

본 논문은 이동 단말(mobile Node)의 핸드오프 발생시 끊김없는 핸드오프(seamless handoff)를 지원하기 위한 기법을 제안하고자 한다. 신호세기의 감소로 인한 핸드오프가 발생 가능한 상태일 때 이동단말은 기존의 CoA(Care-of Address) 외에 감지되는 신호를 통한 새로운 nCoA들을 만들어 자신의 영역을 담당하는 MAP(Mobility Anchor Point)에게 이들 nCoA에 대한 일시적인 바인딩 업데이트 tempBU(temporary Binding Update) 메시지를 보낸다. MAP은 전달받은 새로운 nCoA 주소를 포함한 바인딩 업데이트 메시지를 받아서 기존의 바인딩 정보 외에 새로운 바인딩 정보를 일시적으로 바인딩 캐쉬에 저장한다. 결국 이동단말이 새로운 액세스 라우터(nAR) 영역에 진입하여 확정된 바인딩 업데이트 메시지를 보낼 때까지 멀티캐스팅을 함으로써 끊김없는 핸드오프를 보장하는 기법을 제시한다.

#### Abstract

This paper proposes a seamless handoff scheme that enables a mobile node to continue a session when moving to an overlapping area. During handoff due to the weakness of signaling, mobile node makes new Care-of Addresses using signals received from access router when MN reaches the edge of its area in addition to its current CoA, and it sends temporary binding update messages to Mobility Anchor Point which manage the area covering MN. MAP receives that binding update messages from MN, and temporarily stores new binding informations from them to its binding cache besides existing binding information for MN. This scheme ensures a seamlessly handoff using multicasting until MN enter a new access router area and sends a confirmed binding update message to MAP.

▶ Keyword : Mobile Node, Hierarchical MIPv6, Mobility Anchor Point, Care-of Address

---

• 제1저자 : 노경택  
• 접수일 : 2004.08.12, 심사완료일 : 2004.09.01  
\* 서울보건대학 인터넷정보과 교수

## I. 서론

IP 계층에서 이동성을 확보하기 위하여 IETF는 통신장치들이 이동 중에도 연결상태를 유지하기 위하여 Mobile IP 기술을 개발하였다. Mobile IP 기술은 인터넷계층에서 이동성을 관리하기 때문에, 응용계층이나 링크계층에서의 프로토콜과는 무관하다[1][8]. 본 논문에서 이동 단말(Mobile Node)은 이동 라우터(MR: Mobile Router) 혹은 방문 노드(VMN: Visiting Mobile Node)를 뜻한다. 이들 제안은 단말의 이동성(Host Mobility)을 제공하지만 위치를 변경할 때마다 위치정보를 멀리 떨어진 HA(Home Agent)에게 바인딩 업데이트(BU: Binding Update) 메시지를 전달하는데서 오는 긴 지연시간과 인터넷상에 시그널링 로드가 발생한다. 이는 MIPv6의 이동성관리에 있어 계층적관리의 부재에서 온다. 즉 거시적 이동성(Macro Mobility)과 미시적 이동성(Micro Mobility)에 대해서 동일하게 취급하기에 그와 같은 문제점을 가지고 있다.

이와 같은 문제점 해결방안으로 MIPv6를 확장한 HMIPv6(Hierarchical Mobility IPv6) [6]가 디자인 되었는데 이는 MAP(Mobility Anchor Point)이라 불리는 프로토콜 에이전트를 이용하고 거시적 이동성과 미시적 이동성을 분리해서 적용시킴으로써 위치이동시 연결을 유지하기 위한 빠른 핸드오프를 달성하고 시그널링 로드를 감소시킨다. HMIPv6는 거시적 이동성에는 Mobile IPv6과 같은 지연시간이 발생하지만 미시적 이동성에는 상당한 지연시간의 감소가 이루어진다.

한편 단지 단말의 이동성을 제공하는 Mobile IPv6와 달리 IETF의 nemo WG은 네트워크 단위로 네트워크의 이동성(NEMO: Network Mobility)에 초점을 맞추어 연구를 진행되고 있다[4][5]. 이동 네트워크(Mobile Network)는 하나의 네트워크 단위가 아니라 또 다른 이동네트워크 아래로 접속하거나 또는 다른 이동네트워크가 자신의 네트워크에 접속하여 서비스를 지원 받는 계층구조를 이룰 수 있다. 이와같이 중첩된 이동 네트워크(Mobile Network)를 nested NEMO라 부른다. 예를 들어 이동네트워크에 해당하는 기차나 버스에 탄 이동단말이나 개인영역 네트워크(PAN: Personal Area Network)을 지닌 승객에 비유된

다. 본 논문은 HMIPv6와 NEMO의 결합으로 형성된 nested NEMO 환경에서 이동 단말의 핸드오프시에 패킷의 손실을 막을 수 있는 기법을 제안하고자 한다. 2 장에서는 기존의 이동 네트워크[2][3]에 대한 소개를 할 것이고, 3 장에서는 기존의 핸드오프 방안에 대하여 간략한 설명과 함께 이에따른 문제점을 기술하고자 한다.

4 장에서는 기존의 이동 인터넷 프로토콜(Mobile IP)이 갖는 문제점에 대한 제안방안을 제시할 것이고 마지막으로 5 장에서 결론을 맺으려 한다.

## II. 연구배경

Mobile IPv6는 IPv6에서 이동성을 지원하기 위한 메커니즘이다. 이동단말은 홈 네트워크 아닌 외부 네트워크로 이동할 때 새로운 IP 주소를 얻는다. 이 주소를 CoA(Care-of Address)라 부르는데 이는 이동단말의 새로운 접속점을 가르킨다. MIPv6 프로토콜은 이동단말이 홈 네트워크에 존재할 때 이동단말을 서비스하는 HA(Home Agent)와 이동단말이 다른 외부 네트워크로 진입할 때마다 주소를 방송(RA: Router Advertisement)하는 이동라우터(MR)와 연관된 AR(Access Router)로 구성된다. 이동단말이 외부네트워크 내에서 움직일때 AR에 의해서 방송되는 CoA를 할당 받아서 자신의 HA와 CN(Correspondent Node)에게 바인딩 정보를 등록한다. HA와 CN이 이동단말이 미시적 이동성 중임에도 불구하고 멀리 떨어져 있을 때 그들에게 바인딩 업데이트 메시지를 보내기 위한 메시지 교환전송시간이 거시적 이동성과 동일하게 취급되는 문제점이 있다. 이는 인터넷상에 상당한 시그널링 로드를 부여하고 핸드오프시 패킷손실과 같은 장애가 발생한다는 점이다.

HMIPv6는 MAP을 이용하여 MIPv6의 핸드오프 관리를 개선한 방식으로 거시적 이동성과 미시적 이동성에 따라 핸드오프 관리를 분리하였다. 거시적 이동성 핸드오프는 이동단말이 서로 멀리 떨어진 MAP에서 MAP으로 이동했을 때 발생한다. 이런 경우 이동단말은 유일한 접속 ID(UID: Unique Interface Identifier)를 통해서 새로운 RCoA와 새로운 LCoA를 만들어 먼저 MAP으로 바인딩 업데이트 메시지를 전송하여 바인딩 캐쉬에 등록한 후 자신의 HA 또는 CN에게 바인딩 업데이트 메시지를 전송한다. HA 또는 CN

은 그들의 바인딩 캐쉬 안에 저장된 바인딩 업데이트 정보를 기초로 한 새로운 RCoA를 이용하여 직접 MAP으로 보내고 MAP은 자신의 바인딩캐쉬에 저장된 RCoA값과 연결된 새로운 LCoA를 기반으로 해당 이동단말로 전송하게 된다. 미시적 이동성 핸드오프는 하나의 MAP 영역 안에서 UID에 기반하여 새로운 LCoA를 생성하지만 RCoA값은 변경되지 않는다. 단지 이동단말은 MAP으로 바인딩 업데이트를 보내서 기존 RCoA와 새로운 LCoA를 등록하지만 자신의 HA 또는 CN한테는 바인딩 업데이트를 보낼 필요가 없다.

### III. 관련연구

#### 3.1 Fast / Smooth 핸드오프

이동 단말이 핸드오프가 발생할 때 지속적이고 끊김없이 (seamlessly) 패킷들을 전송하기 위해서는 새로운 액세스 라우터(nAR : new Access Router)의 CoA를 얻는 것이 필요하다. Fast 핸드오프의 경우 미리 이동을 예상하여 핸드오프 시 연결할 AR로 트래픽을 복사하여 미리 전달함으로써 핸드오프 시 발생하는 지연을 최소화하고자 하는 방안이다 [3]. Smooth 핸드오프는 미리 패킷에 대한 버퍼링을 수행하여 이를 새로운 nAR로 전달해줌으로써 패킷의 손실을 최소화하고자 하는 방안이다[2]. 버퍼링 방식에는 이동단말이 중심이 되는 방식과 네트워크가 중심이 되는 방식 두가지가 있으며, 전자는 Neighbor Advertisements 혹은 Signal to Interference Ratio(SIR)과 같은 낮은 레벨의 정보를 이용하여 AR가 바뀌었음을 결정하는 MCNA(Mobile Controlled Network Assisted) 방식이고, 후자는 실제 핸드오프가 발생되기 전에 oAR는 nAR에게 현재의 이동단말의 상태를 전달해줄 수 있는 NCMA(Network Controlled Mobile Assisted) 방식이다.

#### 3.2 Qos-Conditionalized 핸드오프

HMIPv6에 기반을 두고 hop-by-hop header extension option을 핸드오프 시에 바인딩 업데이트 메시지에 포함(BU + QoS)시켜 AR과 중간 노드(라우터 또는 스위칭 MAP)들 그리고 최종적으로 MAP까지 보내어 각각

의 노드들이 QoS 자원을 관리하고 요구한 QoS에 대한 처리여부가 가능한지를 체크하여 전송할 패킷의 라우팅 경로를 결정함으로써 핸드오프 시 요구되는 QoS를 보장하는 방식이다[9].

#### 3.3 기존 핸드오프 방안들의 문제점

##### ① 이동 단말의 핸드오프 시 패킷의 손실

이동 단말이 새로운 영역으로 핸드오프 시에 이동단말이 보낸 BU 메시지가 CN/HA로 보내지고 이동단말에게 BU ACK가 도착하기 전까지의 패킷들은 손실된다. 패킷의 손실은 CN 으로부터의 재전송을 요구한다.

##### ② 복사된 트래픽을 보내는 자원의 비효율적 이용

핸드오프를 미리 예측하여 복사된 트래픽을 이동이 예상된 곳으로 전송함으로써 효율적인 자원의 이용이 어렵다.

##### ③ 이동 단말의 핸드오프 시 수신되는 패킷의 비순서 (Out-of-Sequence) 발생

Smooth 핸드오프 방안을 적용시킬 때 이동 단말과 CN 간의 버퍼링된 데이터 패킷의 전달과정에서 반드시 패킷의 비순서가 발생하게 된다.

##### ④ Negative Ack 수신 시 이전 경로로의 복귀

Qos-Conditionalized 핸드오프 방안 적용 시 핸드오프 하게 되는 지점에 위치한 하나의 MAP이나 AR에서 부정응답 (negative Ack)를 받게 되면 핸드오프 이전의 경로로 복귀하게 되는데 이럴 경우 다시 이전 AR과의 전송만이 대안이어서 효율적인 핸드오프가 이뤄지지 못한다.

본 논문은 앞에서 언급한 문제점들을 고려하여 멀티캐스팅을 이용한 핸드오프 지원 방식을 이용하여 개선하고자 하였다.

### IV. 제안방안

본 논문은 HMIPv6가 NEMO 기술이 병합될 때의 핸드오프시 멀티캐스팅을 이용하여 패킷손실을 막는 것을 논하였다[7][10]. 여기서 이동단말은 이동라우터 (MR)나 방문노드(VMN)를 뜻한다. 이동단말이 핸드오프 발생 이전에

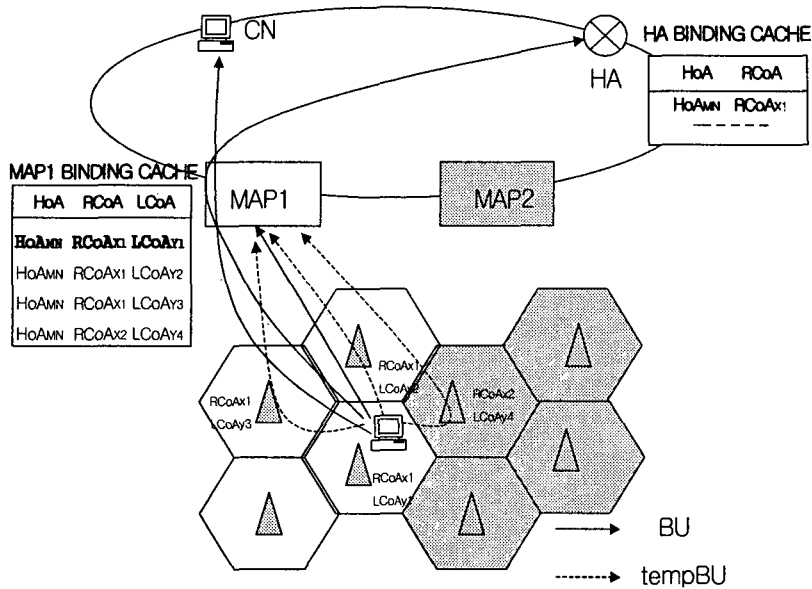


그림 1. 핸드오프 지원을 위한 제안된 멀티캐스트 기법  
 Figure 1. Proposed Multicast scheme for supporting handoff

인접한 영역에서 상위 레벨에 존재하는 MAP 또는 이동라우터(MR)와 연동된 AR로부터 수신한 모든 신호를 바탕으로 각 신호에 대한 RCoA와 LCoA를 생성한 후, 이를 이동라우터가 진입할 가능성이 있는 AR들과 관계된 일시적 바인딩 업데이트(tempBU: temporary Binding Update)를 자신의 지역을 담당하는 MAP에게 자신이 속한 AR을 거쳐서 보낸다. MAP은 기존의 바인딩 캐쉬 정보외에 tempBU를 이용한 해당 이동단말에 대한 정보를 이동단말이 핸드오프를 완료할 때까지 자신의 바인딩 캐쉬에 저장함과 동시에 이동단말에 대한 멀티캐스트 그룹을 형성한다. 따라서 이동단말로 향한 패킷이 존재할 때 MAP은 바인딩 캐쉬에 저장된 정보를 바탕으로 하여 해당 이동단말이 진입할 가능성이 있는 AR들로 패킷을 전송한다. 만약 AR가 이동단말로부터 요구메시지(request message)를 받으면 이동단말의 접속 UID(unique interface Identifier)를 기반으로 하여 이동단말로 전송한다. 이를 바탕으로 해당 단말이 진입할 가능성이 있는 영역으로 패킷을 멀티캐스팅함으로써 패킷손실을 피하면서 패킷의 순서적인 전송이 가능하도록 한다. 더군다나 이 방법의 장점은 거시적 이동성에 해당하는 MAP에서 MAP으로 이동할 때 기존 방법에서 패킷의 손실이나 혹은 Smooth 핸드오프 과정에서의 이동단말과 CN과의 패킷전송시 패킷의 순서 뒤바뀜 현상을 방지할 수가 있다.

(그림 1)을 참고로 하면 MAP 구조에서 해당 이동단말에 대한 바인딩 캐쉬가 <HoAMN, RCoAx1MN, LCoAy1MN>인 상태에서 인접영역에서 감지되는 신호 L2 트리거(trigger)에 의해서 이동단말이 핸드오프가 발생 직전이란 것을 알 수 있다. 이를 위해 먼저 이동단말은 자신이 속한 AR에게 새로운 AR(nAR)로 fast 핸드오프를 원한다는 RS(Router Solicitation) 메시지를 보낸다. 이 RS는 nAR의 beacon 메시지를 이용한 새로운 접착점의 링크계층 주소를 포함한다. RS 메시지에 대응해서 자신이 속한 AR로부터 방송되는 RA(Router Advertisement)에 포함된 network prefix를 이용하여 만든 CoA값이 기존의 MAP1 영역에서 속하는 RCoAx1이면서 미시적 영역 주소가 LCoAy2, LCoAy3인 경우와 MAP2 영역에 해당하는 RCoAx2 LCoAy4인 경우 각각의 tempBU 메시지를 <HoAMN, RCoAx1MN, LCoAy2MN> <HoAMN, RCoAx1MN, LCoAy3MN> <HoAMN, RCoAx2MN, LCoAy4MN>와 같이 만들어 자신의 영역을 관리하는 MAP1에게 보낸다. MAP1은 이동단말에 대한 정보를 기존의 바인딩 정보와 함께 tempBU에 대한 바인딩 정보를 일시적으로 보관하고 핸드오프가 완료될 때까지 해당 지역에 멀티캐스팅을 한다. 단 이동단말과 관련된 통신을 하고 있는 CN 이나 HA에게 일시적 바인딩 업데이트 메시지를 보내지 않는다. 이 방법의 장점은 멀리 떨어진 HA 또는 CN

한테 패킷손실에 대한 재전송 요청에 따른 인터넷상에 부하를 감소시키고 실시간 성능을 보장한다는 점이다.

#### IV. 결론

HMIPv6 기술과 NEMO 기술이 병합됨으로써 되어 인터넷과 같은 중심 네트워크(Core Network) 상에서 이동단말과 대응 단말(CN)간의 통신에서 중간에 거쳐야할 이동라우터들에 대한 각각의 홈 에이전트(Home Agent)를 거치지 않고 이동단말의 RCoA 주소를 통하여 직접 MAP으로 패킷을 전송함으로써 경로 최적화를 이룰 수 있다. 그러나 MAP 안에서의 미시적 이동 또는 MAP에서 MAP으로 거시적 이동에 따른 자신의 홈에이전트(HA)로의 바인딩 업데이트를 함으로써 핸드오프가 완료될 때까지 발생하는 패킷의 손실을 막고 끊임없는 전송을 하려는것이 본 논문의 목적이다. 이동단말이 자신이 속해있는 지역의 경계선 상으로 이동함으로써 핸드오프가 발생하려 할 때 감지되는 신호를 기반으로 한 CoA(RCoA, LCoA)들을 만들어 그들 각각에 대한 일시적인 바인딩 업데이트 메시지(tempBU)를 자신의 영역을 담당하는 MAP에게 보내고, MAP은 자신의 바인딩 캐쉬에 저장된 이들 정보를 기반으로 멀티캐스팅을 함으로써 끊임 없는 핸드오프를 이룰 수가 있음을 제시하였다. 현재 이에 대한 시뮬레이션을 통하여 제시된 기법의 성능검증을 하고 있고 이동단말이 핸드오프 과정에 있을 때 자신의 상위레벨의 이동단말 또한 핸드오프 상태에 있을 때의 해결방안에 대한 연구를 계속할 예정이다.

#### 참고문헌

[1] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", draft-ietf-mobileip-ipv6-20.txt  
 [2] R. C. Chalmers, C. E. Perkins "Buffer Management for Smooth Handovers in IPv6", draft-krishnamurthi-mobileip-buffer6-01.txt, March 2001

[3] IETF Mobile IP Working Group, "Fast Handovers for Mobile IPv6" INTERNET-DRAFT, draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-03.txt, July 2001  
 [4] Thierry Ernst, Alexis Olivereau, and Ludovic Bellier, "Mobile Networks Support in Mobile IPv6", draft-ernst-mobileip-v6-network-03.txt  
 [5] T. j. Kniveton, Jari T. Malinen, Vijay Devarapalli, and Charles E. Perkins, "Mobile Router Tunneling Protocol" draft-kniveton-mobrttr-03.txt  
 [6] H. soliman, C. Castelluccia, K. El-Malki, and L. Bellier, "Hierarchical MIPv6 mobility management (HMIPv6)." draft-ietf-mobileip-hmipv6-06.txt, July 2002  
 [7] Yasushi Takagi, Hiroyuki Ohnishi, Keisuke Sakitani, Ken-ichi Baba, and Shinji Shimojo, "Route Optimization Methods for Network Mobility with Mobile IPv6", IEICE TRANS. COMMUN., VOL. E87-B, NO.3 March 2004  
 [8] 노경택, "Mobile-IP에서의 이동성 관리와 Smooth Handoffs", 한국OA학회논문지 VOL. 4. NO. 4. Dec. 1999  
 [9] Xiaoming Fu, Holger Karl, and Cornelia Kappler, "QoS-Conditionalized Handoffs for Mobile IPv6", Siemens AG, Technical University Berlin, Networking 2002  
 [10] 노경택, 이기영, "오버에이 멀티캐스트 네트워크에서 중단 호스트 멀티캐스트 트리 프로토콜 기법에 관한 연구", 한국컴퓨터정보학회논문지 VOL. 8. NO. 4. Dec. 2003

#### 저자소개



노경택

중앙대학교 전자계산학과 졸업(이학사)  
 뉴저지 공대 컴퓨터정보학과 졸업(이학석사)  
 고려대학교 컴퓨터학과 박사수로  
 서울보건대학 인터넷정보과 교수  
 <관심분야> wireless sensor networks,  
 mobile communications,  
 video communication