

# 실시간 서비스 지원을 위한 IP 핸드오버 기술

한국전자통신연구원 정희영

## 1. 서 론

각 분야에서 인터넷을 통한 서비스 제공이 보편화됨에 따라 차세대 이동 네트워크도 이러한 인터넷 서비스를 보다 잘 제공하기 위한 방향으로 기술 개발 및 표준화가 이루어지고 있다. 이에 따라 인터넷의 기본 기술인 IP 기술이 이동 통신 네트워크의 기반 기술로 이미 자리 잡았으며 차세대 이동 네트워크도 기본적으로 IP 기술을 기반으로 하여 개발되고 있다.

IP 기술은 기존 회선 기반 기술들에 비하여 많은 장점을 가지고 있다. 그 대표적인 예가 대역폭의 효율적인 이용, 개방성, 유연성 등을 들 수 있다. 그러나 IP 기술은 이러한 장점을 가지는 반면에 차세대 이동 네트워크에 사용되기 위해서는 아직 해결하여야 할 기술적인 문제점을 가지고 있다. 현재의 IP 기술이 해결하여야 할 대표적인 문제점 중의 하나가 사용자 및 단말에 대한 이동성의 제공이다. IP 기술은 기본적으로 고정 단말을 고려하여 설계되었으며 이동 단말에 대한 지원을 가정하고 있지 않다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 제안된 기술이 Mobile IP이다. Mobile IP는 HA(Home Agent)나 FA(Foreign Agent)와 같은 이동성 에이전트를 새로이 도입함으로써 이동하는 단말에 대한 이동성을 제공한다. 이동하는 단말은 위치 변경 시 이동성 에이전트에 자신의 위치를 등록하며 이동 단말로 보내지는 데이터는 이동성 에이전트에 의해서 이동 단말의 현재 위치로 포워딩 된다. Mobile IP는 IPv4와 IPv6에 대하여 각각 MIP(Mobile IPv4)(1) 및 MIPv6(Mobile IPv6)(2)로 IETF에서 표준화가 이미 이루어졌으며 Mobile IP의 기본 기능 외에 확장 기능에 대한 표준화가 현재 진행 중이다.

그러나 Mobile IP는 현재 차세대 이동 네트워크에서 지원하여야 할 스트리밍 서비스나 VoIP와 같은 실시간 서비스 지원에는 문제점을 가진다. 즉, Mobile IP는 단말의 위치 변경 시 마다 바뀐 위치에 대한 등록을 필요

로 하며 이 등록에 소요되는 지연이 실시간 서비스 제공을 위해서는 허용할 수 있는 지연 이상이 될 수 있다. 최근 세계적으로 IP 기반의 차세대 이동 네트워크에서 실시간 서비스의 제공에 대한 필요성이 증가함에 따라 이 문제를 해결하기 위한 IP 핸드오버 기술들에 대한 표준화가 IETF를 중심으로 활발히 진행되고 있다. 특히 한국의 경우 WLAN 및 WiBro와 같은 IP 기반의 액세스망이 빠른 속도로 발전하고 있어 특히 이러한 IP 핸드오버 기술의 개발에 대한 필요성이 다른 나라에 비하여 더욱 더 시급하게 요구된다고 할 수 있다.

본 고에서는 이러한 IP 핸드오버 기술을 현재 IETF에서 이루어지고 있는 표준화 작업 내용을 중심으로 살펴본다. 특히 Mobile IP 등록 시 지연을 줄이기 위한 접근 방법 별로 각 WG에서 제안되고 관련 기술들을 구분하여 그 주요 내용을 소개한다. 또한 결론으로서 IP 핸드오버 기술에 대하여 차후의 한국의 표준화 대응방안을 대하여 논한다.

## 2. IETF 제안 표준 기술

Mobile IP에서 새로운 서브넷으로 이동 시 발생하는 지연은 크게 3가지 경우로 구분하여 생각해 볼 수 있다. 첫 번째는 이동 단말이 새로운 서브넷에 진입했음을 인식하는 이동 검출에 소요되는 지연이다. Mobile IP에서 이동 검출은 일반적으로 새로운 라우터에서의 광고 메시지를 수신함으로써 이루어진다. 이 광고 메시지의 방송 주기가 일반적으로 1초에서 수초로 규정되어 있는 것을 고려하면 이동 단말의 이동 검출에 수초가 소요될 수 있으며 이는 수백 msec 이하의 지연을 요구하는 실시간 서비스에는 받아들이기 어려운 상황일 수 있다. 두 번째는 주로 IPv6에 관련된 사항으로 IPv6에서 새로운 주소의 생성 및 이에 대한 검증에 소요되는 지연이다. IPv6에서는 상태형(stateful) 또는 비상태형(stateless)의 자동 주소 생성을 지원한다. DHCP를 이용하는 상태형에 비하여 비상태형은 좀 더 낮은 지연을 제공할 수

있지만 자동으로 생성된 주소의 유일성 검증을 위한 DAD 절차를 역시 필요로 한다. 이 DAD 절차는 최소 1 초 이상의 지연을 필요로 하며 이 역시 실시간 서비스 제공에는 과도한 지연으로 간주될 수 있다. 세 번째 지연 요소로는 **등록 또는 바인딩 갱신에 소요되는 지연**이다. Mobile IP는 새로운 CoA 주소를 생성한 후 이를 HA 또는 CN(Correspondent Node)에 대한 등록 또는 바인딩 갱신을 통해 HA/CN에서 관리되고 있는 자신에 대한 위치 정보를 갱신하여야 한다. 만일 이동 단말과 HA/ CN 간의 거리가 멀다면 이 등록 및 바인딩 갱신에 소요되는 지연도 상당한 값이 될 수 있다. 더욱이 이러한 등록 및 바인딩 절차는 등록 및 바인딩 정보가 올바른 것임을 확인하기 위한 인증 절차를 필수적으로 필요로 하게 되고 이는 등록 및 바인딩 갱신에 소요되는 지연을 더욱 더 증가시킨다.

이동 단말의 이동시 Mobile IP에서 소요되는 총 지연은 전술한 지연 요소들의 합으로 나타내질 수 있으며 만일 실시간 서비스를 고려하는 경우 이러한 지연들의 합은 반드시 해결하여야 할 문제 중의 하나라고 할 수 있다. 이러한 필요성에 따라 IP 기술에 대한 표준화를 주도하고 있는 IETF에서도 이러한 지연들을 줄이기 위한 작업들을 진행 중이다. 현재 IETF에서 진행되고 있는 관련 작업은 크게 다음의 2가지 방법이 가장 대표적이다. 첫째는 등록 및 바인딩 갱신에 소요되는 지연을 줄이기 위하여 HA 외에 지역 이동성 에이전트를 따로 도입하여 지역적인 이동성을 지역적으로 처리하려는 계층적 이동성 관리 방법이다. 두번째는 2 계층에서의 핸드오버 정보를 미리 알려주는 2 계층 트리거를 이용하여 현재 이동 단말이 연결되어 있는 라우터에서 MIPv6 등록을 미리 수행하거나 이동 할 라우터에서 사용할 CoA를 미리 생성하는 방법이다. 그 외의 방법으로는 IPv6에서 DAD 절차에 소요되는 시간을 줄이기 위한 optimistic DAD, 빠른 이동 검출을 위한 Fast Router Advertisement 방법 등이 최근 제안되고 있다. 다음에 각 방법에 대하여 현재 IETF에서 제안되거나 표준화된 문서를 기반으로 개념 및 동작을 간단히 설명한다.

## 2.1 계층적 구조를 이용한 방법

Mobile IP는 기본적으로 서브넷을 변경할 때마다 HA/ CN에 대한 등록 및 바인딩 갱신 절차를 수행하여야 한다. 이러한 절차는 적어도 이동 단말과 HA/CN 간의 1 왕복 시간(round trip time) 이상의 지연을 유발시킨다. 따라서 만일 이동 단말이 HA/CN에서 멀리 떨어진 곳에 위치한다면 이러한 등록 및 바인딩 갱신에 소

요되는 지연은 무시할 수 없는 지연이 될 수 있다. 특히 Mobile IPv6의 경우 바인딩 갱신은 이동 단말의 인증을 위한 RR (Return Routability) 절차를 추가로 필요로 하게 되며 이 RR 절차가 바인딩 갱신과 동시에 수행되는 최적의 경우를 고려한다고 할지라도 1.5 왕복 시간 지연을 추가로 필요하게 된다.

실시간 서비스 지원을 고려할 때 이러한 등록 및 바인딩 갱신으로 인한 지연은 서비스 지원에 결정적인 문제점으로 작용할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 제안된 대표적인 기술이 **Mobile IPv6의 HMIPv6 (Hierarchical Mobile IPv6)**[3]와 **Mobile IPv4의 Regional Registration 방법**[4]이다. 이 두 가지 방법은 기본적으로 동일한 접근 방법을 가지고 있다. Regional Registration 방법의 경우 다수의 FA가 하나의 GFA(Gateway FA)에 의해서 관리된다. 이 방법에서는 HA는 이동 단말의 위치를 FA 주소가 아닌 GFA 주소를 기반으로 관리하며 GFA 내부의 이동성은 HA에 숨겨진 채 GFA에 의해서만 관리된다. 이동 단말이 새로운 FA 영역에 진입하면 해당 FA에 대한 Mobile IP 등록을 수행한다. 이때 Regional Registration이 지원되는 경우 해당 FA는 GFA에 대한 추가 등록을 수행하고 GFA는 해당 FA를 대신하여 HA에 대한 등록을 수행한다. 이 경우 HA에 기록되는 이동 단말의 현 위치는 해당 FA가 아닌 GFA의 주소로 주어지며 GFA는 이동 단말과 해당 FA 간의 매핑을 유지한다. 따라서 만일 이동 단말의 이동이 동일한 GFA 내의 FA 간에 발생한 것이라면 이동 단말은 GFA에 대한 등록만을 필요로 하며 HA에 대한 등록을 필요로 하지 않는다. 그러므로 GFA 내부에서의 이동 단말의 이동은 HA에 대하여 숨겨지게 된다. 이는 등록 관련 시그널링 경로를 먼 거리에 있을 가능성이 큰 HA에서 이동 단말에 가까이 위치한 GFA로 단축시켜 주므로 등록에 소요되는 지연 및 HA로의 시그널링을 줄일 수 있게 된다.

Mobile IPv6의 경우도 유사한 접근 방식을 가진다. 그러나 Mobile IPv6의 경우는 Mobile IPv4에서의 FA와 같은 이동성 에이전트가 지원되지 않기 때문에 Mobile Anchor Point(MAP)와 같은 새로운 이동성 에이전트의 도입을 필요로 하게 된다. 그림 1은 Mobile IPv6에서 바인딩 갱신 지연을 줄이기 위해 제안된 대표적인 기술은 HMIPv6의 기본 동작을 보여준다.

그림 1에 나타난 HMIPv6의 기본 절차를 간략히 설명하며 다음과 같다. 먼저 이동 단말이 MAP이 관리하는 영역 내로 진입하면 액세스 라우터로부터 MAP 정보를 포함한 라우터 광고 메시지를 받게 된다. 이 MAP 옵션 정보는 MAP으로부터 라우터 광고에 의해서 액세스

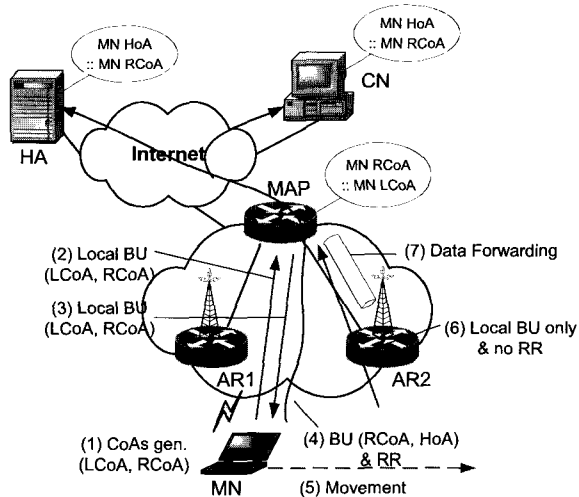


그림 1 HMIPv6의 기본 동작

라우터로 전달된다. 이 MAP 옵션을 이용하여 이동 단말은 새로운 서브넷에서 사용할 CoA를 생성한다. 이때 이동 단말은 Mobile IPv6와는 달리 두 개의 CoA를 구성하여야 한다. 두 개의 CoA 중 하나는 이동 단말이 현재 속해 있는 액세스 라우터의 프리픽스(prefix)에 기반한 Local CoA(LCoA)이며 다른 하나는 MAP의 프리픽스에 기반한 Regional CoA(RCoA)이다(1). 새로운 MAP 영역에서 이동 단말은 먼저 새로이 생성한 LCoA와 RCoA의 바인딩을 MAP에서 유지하기 위한 LBU(Local Binding Update)를 수행한다. 이 메시지를 받은 MAP은 이동 단말의 LCoA와 RCoA에 대한 매핑 테이블을 유지하며 바인딩 갱신에 대한 결과를 LBU Ack로 응답한다(2). 지역적 바인딩 갱신을 완료한 후 이동 단말은 Mobile IPv6에 규정된 RR을 포함하는 일반 바인딩 갱신 절차를 수행한다. 이때 바인딩 갱신에 사용되는 CoA는 Mobile IPv6에서의 LCoA가 아닌 RCoA가 된다(4). 이는 HA/CN이 MN의 위치를 실제 위치인 LCoA가 아닌 RCoA로 인식함을 의미하며 따라서 동일 MAP(동일 RCoA)에서는 추가적인 HA/CN에 대한 바인딩 갱신을 필요로 하지 않는다. 이후 만일 이동 단말이 동일 MAP 영역 내를 이동한다면 이동 단말은 Mobile IPv6에 규정된 일반 바인딩 갱신 절차를 필요로 하지 않고 단지 LCoA 변경에 따른 MAP에 대한 지역 바인딩 갱신만을 필요로 하게 된다(6). 따라서 바인딩 갱신에 소요되는 지연과 시그널링 부하를 줄일 수 있다. 이동 단말로 전달되는 패킷은 RCoA를 목적지 주소로 하여 보내지며 MAP이 가로채서 터널링을 통해 이동 단말의 LCoA로 전달한다(7).

### 2.2 2 계층 트리거를 이용한 사전 처리 방법

Mobile IP는 하부 계층에 독립적으로 설계되었다.

따라서 Mobile IP 등록은 2 계층의 핸드오버가 완료된 후에야 이루어질 수 있다. 이는 응용에 주어지는 지연이 2 계층 핸드오버와 3 계층 핸드오버의 순수한 합으로 나타남을 의미한다. 만일 2 계층에서의 핸드오버 정보가 3 계층으로 적절히 제공되며 3 계층에서 이를 이용할 수 있다면 두 지연은 합을 상당히 줄일 수 있을 것이다. 즉 2 계층에서의 핸드오버 상태 정보를 이용하여 3 계층에서의 핸드오버 처리를 미리 수행하거나, 또는 액세스 라우터 간의 패킷 포워딩을 위한 터널을 미리 생성하여 패킷 손실을 방지할 수 있다.

현재 이러한 방법으로 IETF에서 제안된 대표적인 방법이 Mobile IPv6에서의 FMIPv6(Fast handover support for Mobile IPv6)(5), Mobile IPv4에서의 LLH(Low latency handover in Mobile IPv4)(6)이다. 두 방법은 모두 이동 검출의 시간을 줄이고 CoA 구성 및 등록 작업을 2 계층 핸드오버 이전에 미리 수행하기 위하여 2 계층에서의 핸드오버 정보를 알려주는 2계층 트리거의 존재를 가정한다. 표 1은 두 방법에서 고려하고 있는 트리거의 종류를 나타내고 있다.

표 1 2 계층 트리거의 종류

2계층 트리거	수신자	언제?	파라미터
Mobile Trigger	MN	Sufficiently before L2 HO	NAR IP Addr. ID
Source Trigger	PAR	Sufficiently before L2 HO	NAR IP Addr. ID MN IP Addr. ID
Target Trigger	NAR	Sufficiently before L2 HO	PAR IP Addr. ID MN IP Addr. ID
Link-Down	PAR	When radio link between MN & PAR is lost	MN IP Addr. ID
Link-UP	MN or NAR	When radio link between MN & NAR is established	At MN: NAR IP or L2 addr.

Note: PAR: Previous Access Router, NAR: New Access Router, ID: Identification

표 1에서 기술된 2 계층 트리거는 크게 두 가지 종류로 나눌 수 있다. 첫 번째는 2 계층 핸드오버의 시작을 미리 알려주는 사전 트리거이다. 표 1의 Mobile, Source, Target 트리거가 여기에 속한다. Mobile 트리거의 경우 이 사전 핸드오버 정보가 이동 단말로 알려지는 경우의 트리거를 나타내며, Source, Target 트리거는 각각 현재 연결된 라우터, 다음에 연결될 라우터로 2 계층 트리거 정보가 전달되는 경우의 트리거를 의미한다. 또 한 종류의 트리거는 2 계층 링크의 끊김과 연결을 나타내는 트리거이다. 표 1의 Link-Down 트리거는 2 계층 핸드오버로 인하여 현재 라우터와의 링크가 끊어졌음을 나타내며, Link-Up 트리거는 새로운 라우터와의 연결이 재설정 되었음을 나타내는 트리거이다. 다음

에 기술된 FMIPv6와 LLH는 모두 표 1과 같은 트리거가 2 계층에서 제공됨을 가정하여 작성되었다.

Mobile IPv4에서의 LLH는 크게 3 가지 세부 방법을 가진다. 첫 번째는 사전 핸드오버 방법이며, 두 번째는 사후 핸드오버 방법, 마지막으로 결합 핸드오버 방법이다. 사전 핸드오버 방법의 경우 이동 단말이 2 계층 핸드오버가 발생한다는 트리거를 받게 되면 현재 연결된 라우터에게 이동할 새로운 라우터에 대한 정보를 요청하며 이 정보에 기반하여 현재 라우터에 연결된 상태에서 새로운 라우터에 대한 등록을 미리 수행하게 된다. 2 계층 핸드오버 이전에 Mobile IP 등록을 미리 수행하였으므로 이동 단말이 새로운 라우터에 연결되게 되면 즉각 데이터를 송수신할 수 있게 된다.

사후 등록 방법의 경우는 사전 등록 방법과는 접근 방법에서 차이를 가진다. 사전 등록 방법이 2 계층 트리거를 이용하여 미리 Mobile IP 등록을 수행하고자 하는 것에 비하여 사후 등록 방법의 경우는 Mobile IP의 등록을 등록이 가능한 시간이 마련될 때까지 미룬다. 즉, 이동 단말은 새로운 라우터와 연결을 설정하였어도 이전 라우터에서 사용하던 CoA를 그대로 이용한다. 상대 단말은 이동 단말의 이동을 알지 못하며 이동 단말로 전달되는 데이터도 그대로 이동 단말의 이전 라우터로 전달된다. 사후 등록 방법에서 이전 라우터는 2 계층에서 사전 트리거를 받는 경우 새 라우터와의 양방향 터널을 미리 설정하며 새로운 라우터는 이동 단말에 대한 호스트 기반 라우팅 테이블을 설정한다. 이 양방향 터널은 이전 라우터로 전달된 패킷을 새로운 라우터로 포워딩하고, 또한 이전 라우터를 통해 상대 단말로 패킷을 송신하기 위하여 사용된다. 양방향 터널을 통해 이전 라우터로부터 포워딩된 패킷은 새 라우터에 설정된 라우팅 테이블을 이용하여 최종적으로 이동 단말로 전달된다. 만일 새로운 라우터에 연결된 후 등록에 필요한 시간 이전에 또 다른 새로운 라우터로 이동하는 경우 이전 라우터와 현재 라우터 간의 양방향 터널은 이전 라우터와 새로이 이동한 라우터 간의 양방향 터널로 재설정되며 이를 삼자간(three party) 사후 핸드오버라고 부른다. 이 경우 사후 등록 방법을 처음 시작한 이전 라우터는 재설정되는 양방향 터널에서 앵커(anchor) 라우터로 동작한다.

결합 방법의 경우 전술한 사전, 사후 두 가지 방법이 모두 사용된다. 핸드오버가 시작되면 두 가지 방법을 위한 시그널링이 병렬로 수행된다. 만일 사전 등록 방법이 성공적으로 끝난다면 사전 등록 방법으로 핸드오버가 이루어지게 되며 사전 등록 방법이 완료되기 이전에 2 계층 핸드오버가 완료되는 경우는 사후 핸드오버 방법의 의해서 핸드오버가 이루어지게 된다.

Mobile IPv4에서의 LLH와 유사한 방법으로 Mobile IPv6에서의 FMIPv6가 있다. FMIPv6는 2 계층 핸드오버 타이밍에 따라 predict 핸드오버 방법과 reactive 핸드오버 방법으로 나누어진다. 그러나 두 가지 방법의 기본적인 동작은 동일하다. 그림 2는 FMIPv6의 predict 핸드오버 절차를 보여준다.

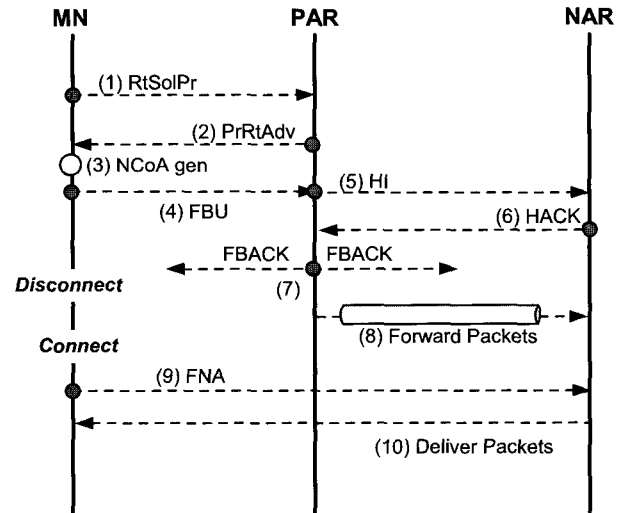


그림 2 Mobile IPv6에서 Predict 핸드오버의 절차

그림 2에 기술된 FMIPv6의 기본 절차는 다음과 같다. 이동 단말이 현재 라우터(PAR)에서 새로운 라우터(NAR)로 이동하는 경우 2 계층 트리거를 통하여 NAR의 링크 계층 정보를 제공받는다. 이 경우 이동 단말은 이 링크 계층 정보를 이용하여 NAR에 대한 IP 계층 정보를 요청하는 RtSolPr(Router Solicitation for Proxy)를 PAR로 보낸다(1). 이 요청 메시지를 받은 PAR은 PrRtAdv(Proxy Router Advertisement) 메시지를 통하여 NAR의 IP 계층 정보를 MN으로 알려준다(2). 즉, 이 방법에서는 기본적으로 AR들은 서로 간의 정보를 공유하고 있다고 가정된다. NAR의 IP 계층 정보를 수신한 MN은 이 정보를 이용하여 NAR에서 사용할 새로운 CoA인 NCoA(New CoA)를 미리 구성하여(3) 이를 FBU(Fast Binding Update) 메시지를 통해 PAR로 사전 바인딩 갱신을 요청한다(4). FBU를 받은 PAR은 새로 생성된 NCoA의 NAR에서의 유일성을 검증하고 2 계층 핸드오버가 완료되기 전까지 NAR로의 포워딩 경로를 확보하기 위한 NAR과 양방향 터널을 형성하기 위하여 HI(Handover Initiate) 메시지를 NAR로 보낸다(5). PAR은 NCoA에 대한 유일성 검증 결과와 양방향 터널에 대한 설정 정보를 HACK 메시지를 통해 PAR로 알려준다(6). HACK 메시지를 받은 PAR은 이 결과를 MN에게 FBACK를 통하여 알려주

며(7) MN으로 오는 패킷을 NAR로 포워딩한다(8). MN은 2 계층 핸드오버가 완료되었다는 정보를 트리거 등을 통해 알게 되면 NAR로부터의 라우터 광고를 기다리지 않고 FNA(Fast Neighbor Advertisement)를 통해 자신이 연결되었음을 NAR에 알린다(9). 이 FNA를 받은 PAR은 자신에게 버퍼링되어 있던 패킷을 MN으로 전달한다(10).

### 2.3 기타 제안 방법

전술한 2가지 형태의 핸드오버 기술 외에도 Mobile IP(특히, Mobile IPv6) 핸드오버 시의 지연을 줄이기 위한 여러 가지 방법들이 제안되고 있다. 그 중 대표적인 것이 oDAD(optimistic DAD)(7)와 FRA(Fast RA)(8)이다. 다음에 두 가지 기술에 대하여 간단히 소개한다.

DAD(Duplicated Address Detection)는 IPv6의 고유한 주소 생성 방법에 때문에 필요한 절차이다. IPv6는 IPv4와는 달리 이동 단말이 새로운 서브넷에서 에이전트의 도움 없이 스스로 CoA를 구성할 수 있다. 즉, 자신의 링크 계층 주소와 라우터 광고 메시지에서 수신한 서브넷의 프리픽스 정보를 이용하여 주소를 자동 생성할 수 있다. 그러나 이 주소는 그 유일성이 보장되지 않기 때문에 유일성 보장을 위하여 DAD와 같은 추가적인 절차를 필요로 한다. 기본적인 DAD 절차는 생성된 Link local and/or Global 주소로 NS (Neighbor Solicitation)를 보내 만일 1초 동안 응답이 없으면 그 주소가 사용 가능한 것으로 판단하는 것이다. 이 경우 link local 주소의 한 경우에 대해서만 DAD를 수행하는 경우에도 최소 1초의 시간을 필요로 하게 되며 이는 핸드오버 시의 지연을 증가시키는 요소로 작용하게 된다.

oDAD의 기본 개념은 실제로 DAD가 실패한 확률이 Pcollision  $\approx 5.4 \cdot 10^{-12}$ 로 매우 낮으므로 현재와 같은 충돌을 기다리는 부정적인 방법이 아닌 충돌이 없을 것이라고 가정하여 새로운 주소를 임시 주소(tentative address)로 미리 사용하는 긍정적인 방법을 사용함으로써 DAD로 인한 지연을 줄이자는 것이다.

oDAD의 기본 동작은 다음과 같다. 먼저 이동 단말은 자동 주소를 생성한 후에 이 주소를 DAD 완료 이전까지 임시 주소로 사용한다. DAD가 완료되면 이 주소는 사용 불가능한 주소거나 또는 유효한 주소로 결정된다. 임시 주소를 사용하는 동안 네트워크 내의 잘못된 설정을 막기 위하여 DAD 완료 이전에는 다른 노드들의 NC(Neighbor Cache)를 갱신하지 않는다. 이를 위하여 NS 메시지에 대하여 override flag를 clear,

SLLAO의 미포함 등의 변경을 필요로 한다. 만일 이 동안 MN이 다른 노드와 통신을 하려는 경우 라우터의 ICMP redirection을 이용하여 통신을 하게 된다.

oDAD는 DAD가 성공하는 경우 지연을 최소화할 수 있으며 실패의 경우에도 네트워크에서의 잘못된 설정을 최소화할 수 있고 기존 라우터와도 호환성을 유지할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 oDAD를 지원하기 위해서는 IPv6 Neighbor Discovery [9], Stateless Address Auto-configuration [10]의 수정이 필요하며 충돌의 가능성이 낮은 환경에서만 사용 가능하다는 제한 점이 있다.

FRA(Fast Router Advertisement)는 라우터 요청 시 즉각적으로 라우터 광고 메시지가 이루어지지 못하여 생길 수 있는 지연을 줄이기 위하여 제안된 방법이다. Neighbor Discovery[9]에서는 NS 수신 시 라우터 들은 0~0.5초의 임의의 지연을 가지고 라우터 광고 메시지를 보내도록 규정하고 있다. 이는 라우터들이 동시에 라우터 광고를 보냄으로써 생길 수 있는 충돌을 방지하기 위한 것이다. 그러나 이러한 규정으로 인하여 링크가 재설정된 후 호스트로부터 라우터 광고 요청 메시지를 받은 라우터들은 즉각 라우터 광고를 보내지 못하며 이로 인하여 핸드오버 지연을 증가시키는 문제점이 있다.

FRA는 이러한 지연을 줄이기 위하여 호스트로부터 라우터 광고 요청을 받은 링크 상의 라우터들 중 어느 하나는 랜덤 지연을 가지지 않고 즉각적으로 라우터 광고를 유니캐스트 형식으로 보낼 수 있도록 규정하고 있다. 이를 위하여 FRA를 지원하는 라우터는 FRA를 위한 카운터를 가진다. 라우터는 마지막으로 요청 없이 수행된 라우터 광고 이후 FRA 회수를 카운터한다. 사전에 설정된 카운터 최대값보다 작은 경우 라우터는 라우터 광고 요청을 받는 경우 즉각 라우터 광고를 보내며 이 최대값을 초과하는 경우 FRA를 수행하지 않는다. 카운터의 최대값은 기본적으로 10으로 설정되며 FRA 이후 주기적인 멀티캐스트 라우터 광고를 수행하는 경우 0로 초기화된다.

### 3. 타 표준기관에서의 관련 표준화

최근 IETF 외에도 IP 핸드오버와 관련된 표준화 작업들이 진행되고 있다. 그 대표적인 기관이 IEEE 802.21이다. IEEE 802.21에서는 매체에 독립적인 핸드오버(Media Independent Handover: MIHO)를 지원하기 위한 표준을 개발 중이며(11) 그 첫 번째 목표로 IEEE 802.xx 시스템 간 또는 IEEE 802.xx 시스템

템과 셀룰러 망 간의 핸드오버를 지원하기 위한 2.5 계층 표준화 작업을 진행 중이다.

이 2.5 계층 작업은 2 계층 이하의 계층들과 3 계층 이상의 계층들 간의 통신을 위한 2.5 계층의 구조를 규정하며 2.5 계층 간의 시그널링 및 2.5 계층과 각 계층 간의 인터페이스를 위한 프리미티브(primitives)들을 규정하고 있다. 이 프리미티브들은 이미 IETF에서 규정된 모든 종류의 2 계층 트리거를 포함하고 있다.

WiBro와 같은 IP 기반 액세스 망에서 실제로 IP 핸드오버 기능을 구현하는 경우 IEEE 802.21에서 표준화 중인 2.5 계층 구조와 상하위 계층과의 정보 교환을 위한 각종 프리미티브들이 표준 프리미티브로 실제 적용될 수 있을 것으로 예상된다.

#### 4. 결론 및 표준화 대응 방안

본 문서에서는 IP 계층에서 실시간 서비스 지원을 위한 핸드오버를 지원하기 위한 표준기술 들을 IETF에서 현재 제안되고 있는 기술들을 중심으로 살펴 보았다. 기존의 유무선 통신망에서 이동성 관리는 셀룰러 시스템과 같이 PHY/MAC과 밀접한 관련을 가지도록 설계되거나 인터넷 망과 같이 느린 이동성 만을 제공하는 형태로 개발되었다. 그러나 이러한 기존의 이동성 관리 기술은 IP 기술을 기반으로 하는 네트워크에서 실시간 서비스를 포함하는 IP 멀티미디어를 지원하여야 하는 차세대 네트워크에서의 요구사항을 만족시키지 못하는 한계가 있다. 특히 지금과 같이 인터넷 서비스에 대한 수요가 폭발적으로 증가하고 있고 서로 다른 무선 기술 간의 버티칼(vertical) 핸드오버에 대한 필요성이 대두되고 있는 시점에서 IP 계층에서의 핸드오버 지원에 대한 중요성이 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 요구에 따라 IETF에서도 차세대 네트워크에서의 요구사항을 만족시킬 수 있도록 Mobile IP의 성능을 개선시키려는 작업이 활발히 진행되고 있다.

IP 기반의 액세스 망에서 스트리밍 서비스나 VoIP와 같은 실시간 서비스를 지원하기 위해서는 본 고에서 기술된 IP 핸드오버 기술의 적용이 필수적이다. 특히 우리나라와 같이 무선랜 및 WiBro와 같은 IP 기반 액세스 망이 다른 나라에 앞서 빠르게 상용화 되고 있는 상황을 볼 때 이러한 IP 핸드오버 기술에 대한 기술 개발 및 국내/국제 표준화가 매우 시급하다고 할 수 있다. 그러나 현재 우리나라에서 관련 분야의 표준화는 개발과 표준화가 서로 분리되어 진행되고 있으며, 산업체와 학계, 연구 기관이 서로 개별적으로 기술 개발 및 표준화를 추진하고 있는 실정이다. 따라서 기술 개발과 표준화를 통합적으로 추진하고 산학연 공동 연구를 통해 시너지를 창

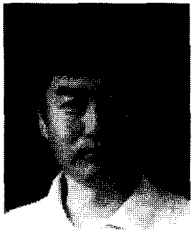
출할 수 있는 조직화된 대응이 매우 필요하다고 할 수 있다. 이에 대한 방안으로 현재 우리나라에는 TTA의 지원을 받는 다양한 포럼들이 운영되고 있다는 사항을 고려할 필요가 있다. 이러한 포럼들이 본 고에서 기술된 IP 핸드오버 기술의 국내 의견 수렴 및 국내/국제 표준화 공동 대응의 장으로 활용될 수 있을 것으로 생각되며 이를 위한 국가 차원에서의 지원이 필요할 것으로 생각된다.

#### 참고문헌

- [1] "IP mobility support for Mobile IPv4," IETF RFC3344, August 2002.
- [2] "Mobility support in IPv6," IETF RFC3775, June 2004.
- [3] H. Soliman et al., "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management(HMIPv6)," IETF draft draft-ietf-mipshop-hmipv6-04.txt, December, 2004.
- [4] E. Gustafsson et al., "Mobile IPv4 Regional Registration," IETF draft draft-ietf-mip4-reg-tunnel-00.txt, November, 2004.
- [5] R. Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6," IETF draft draft-ietf-mipshop-fast-mipv6-03.txt, October 2004.
- [6] K. El Malki, "Low Latency Handoffs in Mobile IPv4," IETF draft draft-ietf-mobileip-lowlatency-handoffs-v4-09.txt, June 2004.
- [7] N. Moore, "Optimistic Duplicate Address Detection for IPv6," IETF draft draft-ietf-ipv6-optimistic-dad-05.txt, February 2005.
- [8] M. Khalil et al., "Fast Router advertisement," IETF draft draft-mkhalil-ipv6-fastra-06.txt, February 2005.
- [9] "Neighbor Discovery for IPv6," IETF RFC 2461, December 1998.
- [10] "IPv6 stateless address autoconfiguration", IETF RFC2462, December 1998.
- [11] "IEEE P802.21 Media Independent Handover Service Draft Technical Requirements", July 2004.

---

정 희 영



충남대학교 정보통신공학(박사)  
한국무선인터넷표준화포럼 망분과 의장  
ITU-T SG19 Editor  
한국전자통신연구원 표준연구센터 선임연구  
원  
관심분야: 차세대 유무선 통합망에서의 이  
동성 관리, IP Mobility  
E-mail : hyjung@etri.re.kr

---

• Korean Database Conference 2005(KDBC2005) •

- 일 자 : 2005년 5월 20~21일
- 장 소 : 고려대학교(서울)
- 주 최 : 데이터베이스연구회
- 내 용 : 논문발표 등
- 상세안내 : <http://www.sigdb.or.kr/>