

# CoA 설정 시간 단축을 통한 빠른 핸드오버 제공 메카니즘

최지형\* 이동철\*\* 김동일\*

\*동의대학교 \*\*한국정보통신기술협회(TTA)

qcjhnsji@deu.ac.kr

## Fast Handover Provision Mechanism through Reduction of CoA Configuration Time

Ji-hyoung Choi\* Dong-chul Lee\*\* Dong-il Kim\*

\*Dong-eui University \*\*Telecommunication Technology Association(TTA)

### 요 약

최근 이동 통신 기술의 발달과 이동 단말의 보급률이 증가하면서, 사용자들은 휴대 및 이동 시에 빠르고 끊김없는 서비스를 요구하게 되었다. 이러한 요구 사항을 충족시키기 위해 IETF에서는 FMIPv6(Fast Handoff for Mobile IPv6)를 제안하였다. FMIPv6의 핸드오버 과정은 크게 이동 감지, 새로운 CoA 설정, 바인딩 갱신 과정으로 나뉜다. 하지만, 각각의 과정에서 지연이 생기고, CoA 설정 과정의 DAD(Duplicate Address Detection) 실행 시 큰 지연이 생긴다. 본 논문에서는 DAD 절차를 생략하고 AR(Access Router)에 이동 단말의 CoA에 관련된 정보를 저장하여 핸드오버 시 지연을 줄이는 방안을 제안한다.

### ABSTRACT

Recently the diffusion of the advancement of mobile communication technique and mobile terminal increased, The users were demanded seamless services when carrying and moving. It proposed the FMIPv6 (Fast Handoff for Mobile IPv6) from the IETF like this meeting this requirement. The handover procedure of the FMIPv6 causes to defecate with movement detection, new CoA configuration and binding update. But, the delay occurs from each process, when the DAD(Duplicate Address Detection) of the CoA executing, the big delay occurs. This paper proposes a scheme of delay reduction, it omits DAD process and stores in the AR(Access Router) relates in the CoA of the mobile terminal information.

### 키워드

FMIPv6, Movement Detection, CoA Configuration, Binding Update, DAD

### 1. 서론

이동 장치의 발전과 더불어 인터넷의 급격한 성장과 발전에 따라, 이동 호스트 (MN)의 로밍 지원에 대한 사용자의 요구가 증가하고 있다. 이런 사용자의 요구에 발맞추어 IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 이동 호스트의 위치 관리 및 로밍 서비스를 제공하기 위해 Mobile IPv6[1] 프로토콜을 제안하였다. Mobile IPv6에서는 노드의 위치 관리 및 이동성을 지원하기 위해서 HA(Home Agent)를 홈 네트워크에 정의하고 있다. MN은 핸드오버를 수행할 때마다 해당 네트워크에서 설정한 CoA(Care of

Address)를 HA에게 알림으로써, MN(Mobile Node)의 위치 정보를 갱신하게 된다. 이런 위치 정보를 바탕으로 HA는 MN에게 향하는 데이터를 가로채어 캡슐화 및 터널링을 통해 MN에게 전달하게 된다. MN은 HA로부터 터널링 된 데이터를 받았을 경우, 그 데이터를 보낸 CN(Correspond Node)에게 자신의 위치 정보를 갱신한다. CN은 이 위치정보를 바탕으로 다음 데이터 전송 시에는 HA를 거치지 않고 MN에게 직접 데이터를 전달함으로써, 최적화된 경로를 통해 MN과 통신을 하게 된다. 이러한 Mobile IPv6는 MN의 위치 정보를 바탕으로 MN의 핸드오버를 지원하고 있으

나, MN이 핸드오버하는 동안에 데이터를 받지도 보내지도 못하는 시간이 존재하게 된다. 이 기간을 핸드오버 지연 시간이라 한다. 이러한 지연 시간을 줄이기 위해 많은 연구들이 진행되고 있는데, 그 연구 중 대표적인 프로토콜로는 FMIPv6(Fast Handover for Mobile IPv6)[2]와 HMIPv6(Hierarchical Mobile IPv6)[3] 를 들 수 있다. HMIPv6는 계층적 구조를 이용하여 효율적인 이동성을 지원하고, FMIPv6는 MN이 핸드오버 후에 수행해야 할 동작을 현재 네트워크의 AR(Access Router)의 도움을 통해 핸드오버 전에 미리 수행함으로써, 핸드오버 지연시간을 줄이고자 제안된 프로토콜이다. FMIPv6에서는 MN이 핸드오버할 AR의 2계층 정보를 바탕으로 3계층 정보를 현재 AR로부터 얻어옴으로써, 핸드오버 후에 수행해야 할 DAD(Duplicate Address Detection) [4] 과정을 현재 AR의 도움으로 미리 수행하게 된다. MN은 이러한 과정을 통해 핸드오버 후에 미리 생성한 CoA를 바로 사용할 수 있게 됨으로써, 핸드오버 시 발생하는 지연 시간을 줄일 수 있게 된다.

본 논문은 DAD 과정을 생략하면서 지연을 줄이는 방안을 제안하고자 한다. 구성은, 11절에서 관련 연구에 대해서 설명하고 3절에서는 지연을 줄이기 위한 제안 사항을 설명하고, 마지막으로 4절에서 결론을 맺는다.

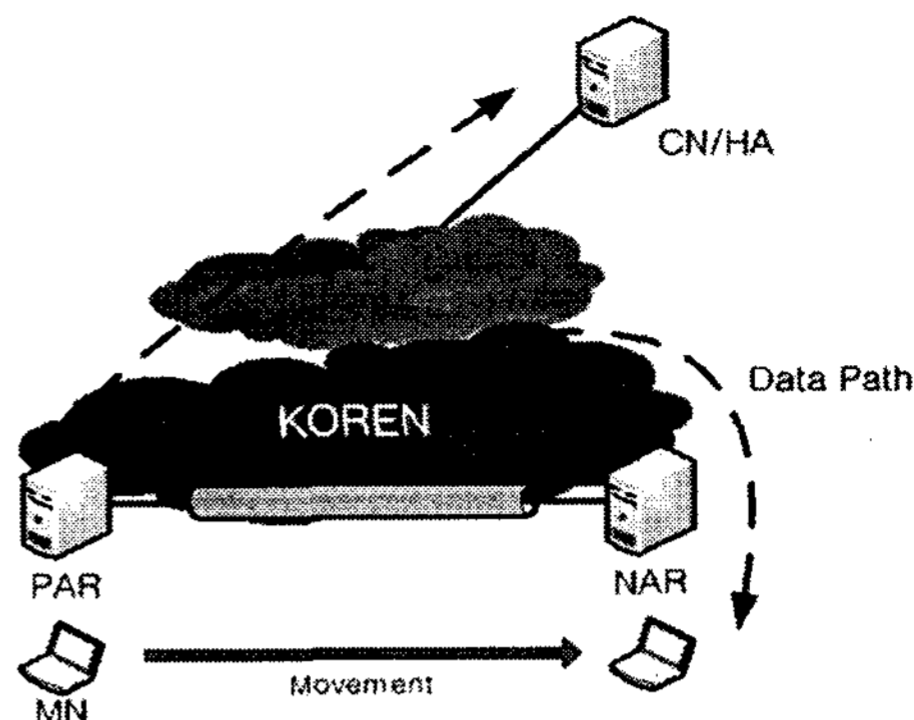
## 11. 관련 연구

### 1. Fast Handover for Mobile IPv6 (FMIPv6)

FMIPv6는 핸드오버 시의 지연을 최소화하기 위하여 2계층에서의 핸드오버 예상 정보를 바탕으로 2계층 핸드오버가 완료되기 전에 3계층 핸드오버의 일부를 수행하거나 또는 양방향 터널을 이용하여 3계층 등록을 미리 함으로써 실시간 서비스를 지원하는 기술이다.

Mobile IPv6는 핸드오버 시 새로운 CoA(Care of Address) 주소를 생성하고 이에 대한 등록이 완료되기 전까지 이동 감지, IP 주소 설정, 위치 등록과 같은 필연적인 지연 요소를 가지게 된다. 이러한 지연들로 인해 실시간 서비스가 불가능할지도 모른다. FMIPv6는 이러한 지연을 줄이기 위한 기술로서 새로운 링크 검출 시 즉각적인 데이터 송신을 가능케 하며 새로운 링크에 부착되는 즉시 이동 단말로 패킷이 전달될 수 있도록 하는 것을 목표로 하고 있다.

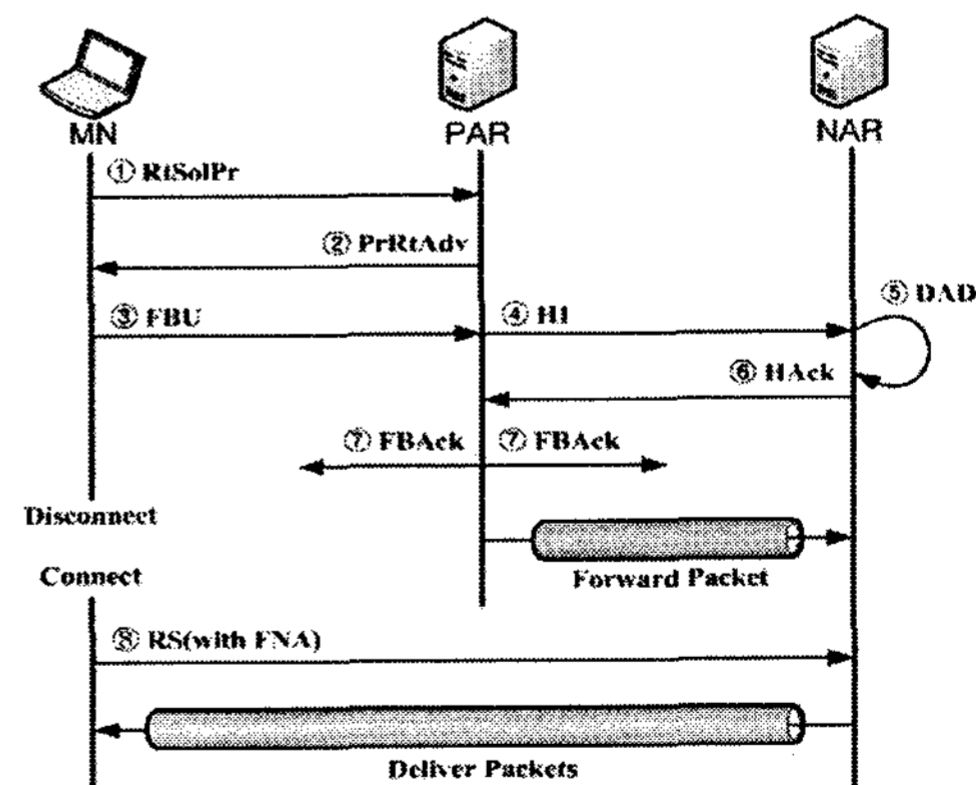
다음 그림은 FMIPv6의 기본 구조이다. FMIPv6에서 이동 단말이 PAR에서 NAR로 이동하는 경우 이동 단말 또는 PAR은 2 계층 핸드오버가 완료되기 이전에 NAR의 2 계층 정보를 미리 얻을 수 있다고 가정된다.



[그림-4] FMIPv6의 기본 구조

이동 단말이 NAR의 2 계층 정보를 미리 얻으면 NAR에 대한 IP 계층 정보를 PAR에 요청하며 PAR은 미리 가지고 있는 NAR 정보를 이용하여 NAR에 사용될 새로운 CoA를 미리 구성하여 이동 단말에 알려주어 이동 단말이 새로운 링크에 부착되는 즉시 바인딩 갱신을 수행할 수 있도록 해준다. 또한 새로운 CoA에 대한 바인딩 갱신이 이루어지기 전까지의 패킷 손실을 막기 위하여 NAR과의 사이에 양방향 터널을 설정한다.

다음 그림은 FMIPv6의 동작 과정이다. 먼저 이동 단말이 NAR로의 이동을 감지하면 PAR로 NAR에 대한 정보를 요청하는 RtSolPr(Router Solicitation For Proxy Advertisement) 메시지를 보낸다.



[그림-2] FMIPv6의 동작 과정

이때 RtSolPr 메시지에는 NAR에 대한 링크 계층 ID가 포함된다. RtSolPr 메시지를 받은 PAR은 미리 가지고 있던 NAR에 대한 정보를 이용하여 NCoA(New CoA)를 구성하며 이를 PrRtAdv(Proxy Router Advertisement) 메시지를 통해 이동 단말로 전달한다. 이때 PAR과 NAR은 서로 통신할 수 있으며 서로에 대한 정보를 공유

하고 있다고 가정된다. 만일 이동 단말이 아닌 PAR이 이동 단말의 이동을 감지한다면 PAR은 RtSolPR 없이 NAR에 대한 정보를 담은 PrRtAdv 메시지를 이동 단말에 전달한다 (Network Initiated). PrRtAdv 메시지를 받은 이동 단말은 이전 CoA와 NAR에 대한 바인딩을 요청하는 FBU(Fast Binding Update) 메시지를 PAR로 보낸다. PAR이 FBU를 받게 되면 NAR과의 양방향 터널의 설정을 위하여 NAR로 HI(Handover Initiate) 메시지를 보낸다. HI 메시지는 또한 새로 구성된 CoA에 대한 검증을 NAR에 요구한다. NAR은 HACK(Handover Acknowledgment) 메시지를 응답함으로써 양방향 터널을 구성하며 새로운 CoA에 대한 확인을 한다. PAR은 NCoA에 대한 확인을 FBACK(Fast Binding Acknowledgment)를 통하여 이동 단말로 전달하며 이동 단말의 이전 CoA로 전달되는 패킷을 인터셉트하여 양방향 터널을 통하여 NAR로 포워딩 한다. NAR에서 이동 단말에 대한 새로운 링크가 형성되면 이동 단말은 자신의 존재를 알리는 FNA(Fast Neighbor Advertisement)를 라우터 요청 메시지에 담아 전달한다. 만일 이동 단말이 FBACK을 받지 못하였다면 라우터 요청 메시지를 통해 이동 단말은 새로운 CoA에 대한 확인을 NAR에 요청하며 NAR은 NAACK(Neighbor Advertisement Acknowledgment) 옵션을 가지는 라우터 광고를 통하여 새로운 CoA를 확인한다. 이후 NAR은 이동 단말로 데이터를 전달하며 이동 단말은 새로운 CoA를 이용하여 Mobile IPv6에 규정된 바인딩 갱신 과정을 수행한다.

## 2. 핸드오버 시 지연 요소

Mobile IP는 실제 데이터를 전송하는 Simple IP망과는 달리 패킷 전송방식을 사용한다. 또한, 접속 위치가 바뀐다 하더라도 서비스를 지속적으로 받을 수 있도록 세션을 유지하기 위해 고정 IP를 할당 받아 사용한다. 이 정보를 저장하기 위해 HA를 사용하는데 이는 HA에 매 패킷 세션을 시작할 때마다 등록 과정이 필요하며, 이 때 지연과 같은 문제점이 발생한다. 먼저 HA와 현재 MN의 거리가 멀다면 등록하는데 상당한 시간이 걸리게 되며, 이러한 지연이 실제 상황에서는 서비스가 불가능할 정도로 큰 지연이 나타날 수도 있다. 또한, Mobile IP에서 MN은 도메인이 달라지더라도 IP가 변하지 말아야 하기 때문에 Seamless한 서비스를 위해 실제로는 세션 유지 목적인 HoA(Home Address)와 속해있는 네트워크 도메인에 따라서 변하는 CoA의 IP의 주소를 가진다. 여기서 CoA는 새로운 도메인에 갈 때마다 HA에 등록하게 되는데 이러한 절차로 인해 단말의 위치가 항상 HA에 저장된다.

이러한 과정들이 지연을 만들게 되었고, 실제적인 서비스가 불가능할 가능성을 인지하여 IETF MIPSHOP WG에서는 FMIPv6를 이용하여, 빠른

핸드오버를 보장하고자 한다.

Mobile IPv6는 핸드오버 시 새로운 CoA를 생성하고, 이에 대한 등록이 완료되기 전까지는 다음과 같은 지연 요소를 가진다.

- 이동 감지
- 새로운 CoA 주소 설정
- 바인딩 갱신

MIPv6는 이러한 지연을 줄이기 위해 새로운 링크 검출 시 즉각적인 데이터 송신이 가능하도록 하며, 새로운 링크에 부착되는 즉시 이동 단말로 패킷이 전달될 수 있도록 하는 것을 목표로 하고 있다.

### a) 이동 감지

3계층에서 이동 감지는 다음과 같은 메커니즘을 이용해서 구현할 수 있다.

- 현재 AR의 접근 가능성
- 현재 CoA의 유효성
- 새로운 AR의 발견

Old AR의 접근 가능성을 확인하기 위하여 동일한 서브넷 아래에서는 NS(Neighbor Solicitation)/NA(Neighbor Advertisement)를 사용하여 Old AR을 검색을 하여 Old AR의 검색이 성공 시에는 같은 도메인이므로 기존의 CoA를 사용하도록 한다. 검색이 실패한다면 다른 도메인으로 이동을 의미하므로 CoA를 생성, 바인딩 갱신의 절차가 필요하다. 마찬가지로 다른 방법 역시 CoA를 검색을 하여 기존과 같은 결과를 확인하게 된다면 같은 도메인으로 판단한다.

### b) 새로운 CoA 주소 설정

이동 감지 과정을 통해서 3계층으로 이동했다고 판단을 한다면 CoA의 과정을 거쳐서 새로운 CoA를 생성해야 한다. CoA를 생성하고 DAD과정을 통해서 같은 도메인 내에 CoA가 중복되는지 확인해야 한다.

DAD는 네트워크로 새로운 CoA를 가진 MN에 메시지를 보낸다. 이 때, 응답을 기다리는 시간을 1000ms로 정해져 있으므로, 해당 시간 안에 응답이 없다면 주소가 사용하지 않는 것으로 판단하고 이 주소로 CoA할당을 하는 식으로 유일성을 판단한다. CoA과정은 AR과 MN의 Prefix 정보를 조합하여 만드는 Stateless 방식이다. 그렇기 때문에 주소가 겹칠 확률은 상당히 낮지만, DAD과정을 생략할 수는 없다. 주소 유일성을 위해 DAD과정은 검증받은 주소를 미리 AR에서 저장하여, 요청 시 바로 할당하는 방식을 제안하고 있다.

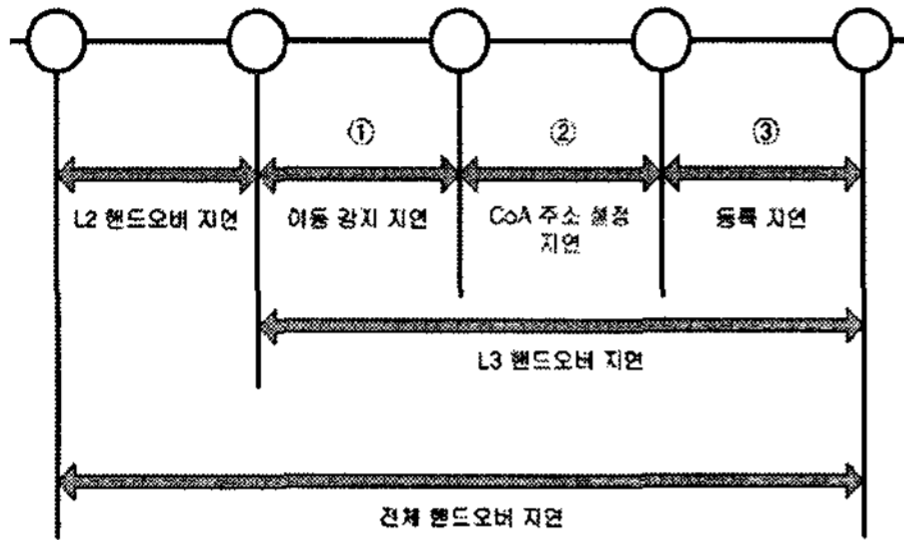
### c) 바인딩 갱신

위의 단계가 모두 성공적으로 끝나면, 이동 단말은 HA에게 CoA를 등록하고 CN에 새로운 CoA

를 등록한다. 본 단계는 다른 단계에 비해 상대적으로 지연이 적으며, 실제로 IETF에서도 BU의 지연은 크게 문제 시 하지 않고 있다.

### III. 제안 사항

L2 핸드오버 시작 L2 핸드오버 완료 MN 이동 감지 새 CoA 주소 설정 L3 핸드오버 완료



[그림-3] 핸드오버 시 발생하는 지연 요소

위의 그림에 Mobile IPv6에서 발생할 수 있는 지연을 도식화 해놓았다. ①의 경우에는 이동 감지에 해당하며, 약 250ms의 지연이 발생하며, ②의 경우에는 CoA를 등록하는 과정인데, 이 때 생성된 CoA가 도메인 내에서 유일한 주소인지 확인하게 된다. DAD를 사용함으로써 약 1000ms의 지연이 발생한다. ③의 경우에는 10ms로 적은 지연이 발생하는데, 이는 HA와 MN사이의 hop수에 비례한다.

일반적인 IEEE 802.11 망에서는 1000ms는 그다지 큰 문제가 되지 않지만, CDMA망이나 Multimedia data 등의 서비스에는 치명적인 영향을 줄 수 있다.

본 논문에서는 상대적으로 Delay 값이 큰 ②의 CoA 주소 설정에서 DAD를 수행하지 않고, 현재 속해 있는 MN의 CoA를 NAR의 테이블에 저장하는 방식을 사용하도록 하여, 주소의 중복을 해결하는 방안을 제안한다. 기존의 방법은 AR이 유니캐스트로 네트워크에 메시지를 보내고 응답을 기다리는 이유로 인해 지연이 발생한다.

아래 표는 AR에 저장할 제안하는 방식의 테이블이다. 이 파라미터들을 AR에 저장함으로써 DAD 과정으로 인한 지연을 줄이고자 한다. 원래 NAR이 HI 메시지 수신함으로 PAR과 양방향 터널링을 만들고 단말의 NCoA에 대한 확인을 하지만 DAD 과정을 생략하고 제안한 파라미터를 NAR에 저장한다.

L2 ID	MN의 L2 ID
NCoA	MN에 할당된 CoA
Update_Time	CoA의 마지막 업데이트 시간

[표-1] 제안한 파라미터

원래 NAR이 HI 메시지 수신으로 PAR과 양방향 터널링을 만들고 단말의 NCoA에 대한 확인을 하지만 DAD 과정을 생략하고 제안한 파라미터를 NAR에 저장한다. 그리고 Update\_Time 파라미터를 이용해 긴 주기로 MN의 주소 사용 여부를 확인하고 MN의 상태가 특정 시간 이상 휴면 상태일 경우 유니캐스트로 MN의 생존 여부를 확인한다.

### IV. 결론

본 논문에서는 Mobile IPv6에서 핸드오버 시 발생하는 이동 감지, 새로운 CoA 주소 설정, 바인딩 갱신의 3가지 대표적 지연 중에서 새로운 CoA 주소 설정 절차의 DAD를 사용하지 않음으로써 지연을 줄이는 방안을 제안했다.

만약, MN이 예상치 못한 상황으로 인해 통신이 끊어졌을 때, AR은 이에 대해 인식하지 못하고 주소가 낭비가 되는 상황이 올 수가 있다. 그래서 AR은 긴 주기를 가지고 MN의 상황을 판단하여 응답이 없으면 주소를 테이블에서 삭제하는 방법을 사용한다.

제안한 방안은 기존의 핸드오버 절차는 변하지 않는다. 하지만 AR에 저장 공간을 따로 생성해야 하는 단점이 존재한다.

향후 시뮬레이션을 통해 검증하는 과정이 필요하다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 한국정보사회진흥원(NIA) KOREN망 지원 사업으로 수행되었음

### 참고 문헌

- [1] D. Johnson and C. Perkins, "Mobility Support in IPv6," IETF RFC 3775, 2004
- [2] R. Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6," IETF RFC 4068, July 2005
- [3] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El Malki and L. Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management (HMIPv6)," IETF RFC 4140, Aug. 2005
- [4] S. Thomson and T. Narten, "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration," RFC 2462, December 1998.
- [5] S. Deering and R. Hinden, "Internet Protocol version 6 (IPv6) Specification," IETF RFC 2461, 1998
- [6] G. Daley, B. Pentland, and R. Nelson, "Effects of Fast Router Advertisement on Mobile IPv6 Handovers," in proc. 8th IEEE Int. Symp. Comput. Commun., pp. 557-562, 2003