

# 이동성 관리 방식의 Mobile IP의 smooth hand off 성능 향상에 관한 연구

오규태 김정선

한국항공대학교 항공전자공학과

## A Study for performance improvement of smooth hand off using mobility management for Mobile IP

Kyu-Tae Oh Jung-Sun Kim

HanKook Aviation University

### 요 약

본 연구에서는 mobile IP에서의 smooth hand off시 처리를 향상 시키기 위해 방안으로 FA들 중에 지역관리를 수행하는 GFA(Gateway Foreign Agent)를 두어 FA에서 HA로의 등록 절차로 인한 전송 시간을 줄이는 방법에 관하여 연구하였다. 본 연구 결과에 의해 핸드오프가 빈번하게 일어나는 무선 인터넷 환경에서는 지역관리용 GFA를 두는 방식이 FA에 버퍼를 설치하는 방식에 비해 전송 지연면에서 개선 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

이와 같은 결과를 최근 활성화 되고 있는 무선인터넷에 활용하면 향후 폭발적으로 늘어날 무선 단말기의 핸드오프에 효율적으로 대응할 수 있을 것이다.

### 1. 서 론

오늘날 인터넷은 유선망에서 무선망으로 빠르게 진화하고 있다. 본 논문에서는 무선 인터넷에 필수 요소인 smooth handoff의 성능향상을 위한 방안으로 지역 관리용 GFA를 이용하는 방법에 관하여 살펴 보았다.

현재까지 제안된 smooth handoff 방식은 old FA에 버퍼를 내장하는 방식, new FA에 버퍼를 내장하는 방식, 모든 FA에 버퍼를 내장하는 방식으로 나눌 수 있다.

본 논문에서 제안한 GFA를 이용한 방식은 전술한 smooth handoff 방식 중 가장 성능이 좋은 방식인 모든 FA에 버퍼를 내장한 방식에 적용한 것이다.

먼저, 모든 FA에 버퍼를 내장한 방식이 전술한 방식에 비해 성능이 향상됨을 모의 실험으로 확인하였고 이 방식에 지역 관리용 GFA를 둔 경우의 성능 향상도 모의 실험으로 확인하였다.

Mobile IP에서는 handoff 시에 MAC 계층과 IP 계층에서 handoff가 이루어져야 한다. 이 중 MAC 계층에서 일어나는 handoff는 무선 링크의 신뢰성을 확보하기 위한 것이고 IP 계층에서 일어나는 handoff는 MN의 투명성을 제공하기 위한 것이다.[1]

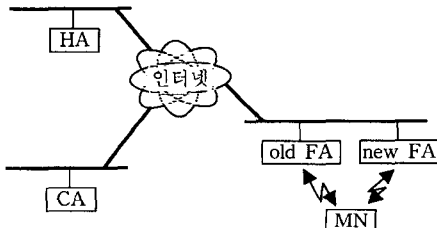


그림 1 MobileIPv6 네트워크 구조

Mobile IP에서 사용하는 address에는 home address와 COA(Card Of Address)가 있다. home address는 MN이 HA에게 처음부터 할당받은 address로 MN과 통신하고자 하는 모든 host들은 home address로 연결을 시도한다. COA는 MN이 FA로 이동시 기존에 사용하던 home address를 사용할 수 없으므로 이동한 FA로부터 FA에서만 사용할 수 있는 주소를 할당받아야 하는데 이것을 COA라 한다.

COA의 종류는 foreign agent COA와 co-located COA로 나눌 수 있으며 foreign agent COA는 FA의 주소를 COA로 사용하는 방식이고 co-located COA는 FA로부터 일시적으로 할당받은 주소이다. 주소할당은 DHCP과 같은 프로토콜을 이용한다.[2]

이렇게 두 개의 주소를 사용하여 MN의 이동성을 지원하게 되는데 MN의 home address와 COA를 연결시키는 작업을 binding이라 한다.

FA에서는 MN의 위치 파악을 위해 advertizing message를 MN에게 보내 neighbor discovery를 하며 MN은 advertizing에 의해 COA를 획득하게 된다.[3]

MN은 binding 정보를 HA로 보내면 HA는 binding update를 하여 home address와 COA를 연결시켜준다. 이때 CN이 HA로 MN과의 연결을 요청하면 HA는 COA의 주소를 CN에 응답하고 CN은 COA로 FA에 있는 MN에 연결하게 된다.

만일 CN과 MN이 통신 중 MN이 다른 FA(new FA)로 핸드오프를 하게 될 경우 new FA로부터 agent advertisement 메시지를 받아 새로운 COA를 획득한다. 이 COA를 HA에 등록하면 HA는 MN의 binding Entry를 가

지는 모든 호스트들에 binding update 메시지를 보내 MN의 위치가 변경되었음을 알린다.[4] 그렇게 되면 CN은 새로운 FA에 있는 MN과 다시 통신을 할 수 있게되는 것이다.

Mobile IP에서 핸드오프 발생시 CN은 HA에 새로운 COA가 등록될때까지는 새로운 FA에 있는 MN과는 통신이 불가능하며 핸드오프가 이루어 지는 동안 HA에 COA가 등록되기 전까지는 전에 있던 FA(old FA)와 접속을 시도하며 그때 old FA에 보내진 모든 데이터그램은 버려지게 되며 이로 인해 전송지연이 발생하게 된다.

본 논문에서는 이러한 핸드오프시에 발생하는 전송지연을 최소화시키는 방안으로 FA를 관리하는 GFA를 이용한 방안에 대한 성능을 비교 분석하고 이를 바탕으로 mobile IP에서 가장 효율적인 smooth handoff방안을 찾아내고자 한다.

### II. 모든 FA에 버퍼를 내장하는 방식의 핸드오프 프로토콜

Mobile IPv6에서는 빠른 핸드오프 기법을 사용하는데 이러한 빠른 핸드오프가 가능하려면 CN의 binding cache entry 내에 MN에 대한 binding 정보를 가지고 유지 관리할 수 있어야 한다.

MN의 이동으로 인해 핸드오프가 발생할 때 새로운 FA에서의 COA가 HA에 전달되지 않았을 때 CN은 MN이 현재 이전의 FA에 있다고 간주하여 이전 FA로 데이터그램을

보내게 되는데 이때 보내진 데이터그램은 이전 FA에서 폐기된다. 핸드오프가 완료된 후 HA가 binding update를 완료하면 CN은 이전 FA에서 폐기된 데이터그램을 다시 새로운 FA에 있는 MN에게 전송하게 되므로 트래픽의 낭비를 초래하여 결과적으로 전송지연이 발생하게 된다.

이를 방지하기 위한 방법으로 old FA에 buffer를 내장하는 방식과 new FA에 buffer를 내장하는 방식을 들 수 있는데 이 방식들은 모두 전송지연을 줄일 수는 있지만 각각 단점을 가지고 있다.

본 단락에서 제안하는 방식은 이 방식들을 보완하기 위한 방식으로 MN이 new FA에서 바로 old FA로 돌아가는 경우 new FA에 버퍼링된 데이터그램은 무시하고 old FA에 버퍼링 된 데이터그램을 MN에게 전송할 수 있는 장점이 있다.

핸드오프 중, old FA에서 MN으로 가는 데이터그램을 수신하면 자신의 buffer에도 저장하면서 동시에 new FA의 buffer에도 데이터그램을 전달한다.

이 방식은 old FA나 new FA에 모두 buffer를 내장하고 있어야 하므로 FA의 비용이 상승한다는 단점이 있다. 그러나 buffer의 용량이 매우 적고 하나의 FA가 관리하는 MN의 수가 일반적으로 7대 이내의 수준이므로 버퍼링되는 데이터그램의 양이 많지 않아 큰 buffer를 사용하지 않아도 되므로 비용 상승 요소는 발생하지 않는다.

이 방식은 주로 MN의 이동이 빈번한 경우에 사용하면 효과적이다.

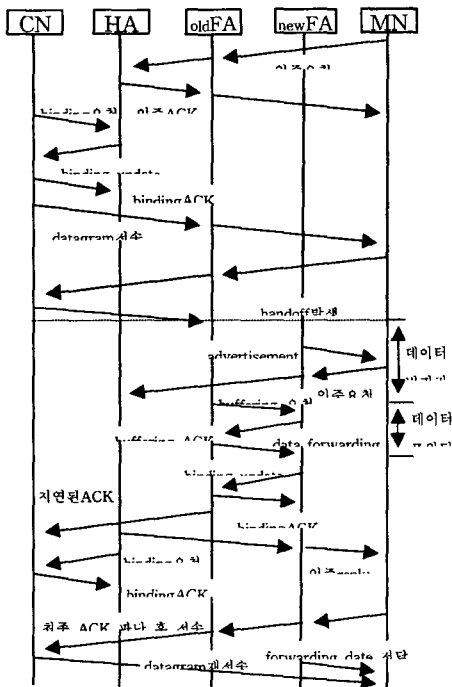


그림 2 모든 FA에 버퍼를 내장한 핸드오프 방식

### III. GFA를 이용한 방식의 핸드오프 프로토콜

기존의 mobile IP에서는 MN이 이동할 때마다 HA와의 바인딩 정보 등록을 수행해야 했다. 그러나 MN이 이동이 빈번한 경우 binding을 위한 프로세싱 비용이 증가하여 전체 무선 네트워크 성능면에서는 비효율적이었다.

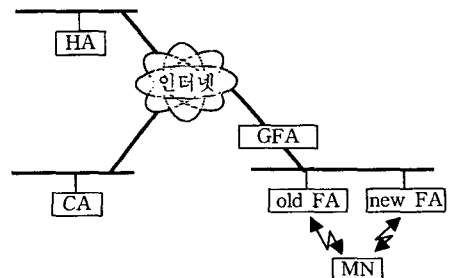


그림 3 MobileIPv6 네트워크 구조

이러한 문제를 개선하기 위해 FA를 계층적으로 구성하여 계층 내에서의 MN의 이동은 해당 지역 관리용 GFA가 관리하도록 함으로써 HA로의 빈번한 binding update를 줄이는 방법이 IETF에서 제안되었다.

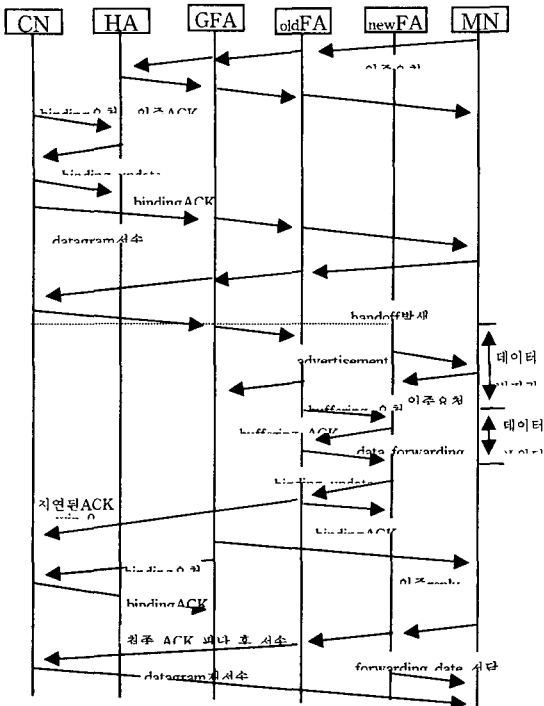


그림 4 GFA를 이용한 핸드오프 방식

MN이 HA를 이동하여 새롭게 binding update를 필요로 하는 경우, HA와 FA 사이의 데이터 전송은 GFA를 경유하여 이루어진다.

즉, MN이 FA로 이동하면 COA를 담은 binding 정보를 GFA를 통해 HA로 전달하게 된다. GFA는 자신의 도메인 내에 존재하는 FA들에 어떤 MN이 존재하는지에 대한 정보를 관리하고 HA로부터 전송된 패킷을 해당 FA로 중계하는 역할을 한다.

MN이 또 다른 FA로 이동하는 경우 GFA 내에서의 이동인 경우 MN의 binding 메시지는 HA가 아닌 GFA에게만 전송된다.

이 방법을 사용하는 경우 HA로의 등록은 MN에 최초로 binding 할 경우와 외부의 GFA 영역으로 이동할 경우에만 이루어진다. 그러므로 MN의 이동이 빈번한 경우에도 HA로의 등록 회수가 적어 네트워크의 처리 속도를 향상시킬 수 있다.

#### IV. GFA를 이용한 핸드오버 프로토콜의 성능 평가

위에서 제시한 핸드오버 프로토콜에 따른 전송 지연 시간을 측정하기 위해 Network Simulator(NS-2.1b7a)을 사용하여 시뮬레이션하였다. 시뮬레이션에 사용된 파라미터는 표1과 같다.

파라미터	specification
무선구간 전송속도	100kbps
유선구간 전송속도	10Mbps
Agent의 advertizing 전송간격	1초
패킷 사이즈	1kbyte
데이터전송용 오버헤드	60Octats
이동성관련 오버헤드	28Octats
핸드오프 시간 간격	5초~50초
Agent의 buffer 용량	1Mbyte

표 2 시뮬레이션에 사용된 파라미터

그림 5는 핸드오프의 발생 횟수가 5회가 발생했을 때 각종 Smooth handoff 방식에 따른 지연시간을 비교한 것이다. 이 실험을 통해 FA에 버퍼를 사용하지 않는 방식에 비해 버퍼를 사용하는 방식이 핸드오프의 지연시간이 단축됨을 확인 할 수 있다. 특히 GFA를 이용한 방식은 다른 방식에 비해 뛰어난 성능을 보임을 알 수 있다.

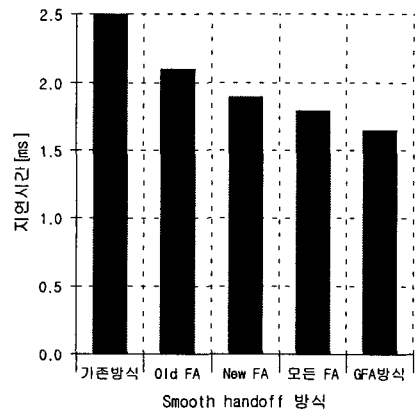


그림 5 각 방식 별 핸드오프 지연시간

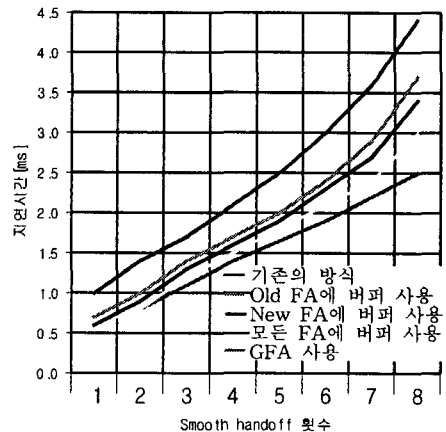


그림 7 핸드오프 발생횟수에 대한 각 방식별비교

그림 6에서 smooth handoff의 횟수에 따른 각 방식별 특

성을 비교하였다. 이 경우에는 핸드오프 발생 횟수가 3회 이내일 때는 모든 FA에 버퍼를 사용한 방식과 GFA를 사용한 방식의 차이가 많이 발생하지 않으나 핸드오프 발생횟수가 증가함에 따라 HA와의 접속에 걸리는 시간이 단축되는 효과가 나타남을 확인 할 수 있다.

이상의 결과는 핸드오프가 빈번히 일어나는 네트워크에서 는 GFA를 적용하는 것이 효과적임을 의미하는 것이다.

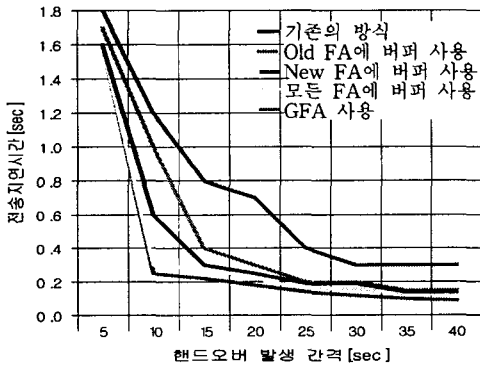


그림 7 핸드오프 발생 간격에 따른 전송지연시간

그림 7은 핸드오프 발생 간격에 따른 전송지연시간을 측정한 그래프이다. 위의 그래프에서 보는 바와 같이 주황색의 GFA를 이용하는 방식이 황색의 모든 FA에 버퍼를 적용한 방식에 비해 보다 전송지연시간이 짧게 걸림을 알 수 있다. 이는 핸드오프 시에 근처에 있는 HA와의 바인딩 업데이트 메시지의 송수신 없이 인근에 있는 GFA와만 바인딩 정보를 송수신 하기 때문이다.

## V. 결론

최근 무선 인터넷의 사용과 mobile 단말기의 사용이 증가함에 따라 smooth handoff의 발생횟수가 증가하고 있다. 그러나 기존에 발표된 smooth handoff 방식이 두 대의 FA 사이에서 이동하는 정도의 핸드오프에 중점을 두어 연구가 되어 다수의 FA로의 핸드오프가 발생한 경우에 대해서는 유연한 대처가 어려운 단점이 있었다.

본 논문에서는 smooth handoff가 빈번히 일어나는 mobile 네트워크에서 Gateway FA를 이용하면 smooth handoff 시에 발생하는 처리지연을 최소화시킬 수 있음을 모의 실험을 통해 통해 살펴보았다.

실험의 결과 핸드오프가 3회 이상 발생한 경우는 GFA를 이용하는 경우가 기존에 발표된 방식에 비해 전송지연이 적어짐을 확인할 수 있었다.

그러나 핸드오프가 3회 이하로 발생하는 경우는 모든 FA에 버퍼를 사용하는 방식과 별 차이점이 없고 네트워크에 별도의 GFA를 설치해야 하므로 네트워크 비용이 증가하는 단점이 있었다.

그러므로 본 연구의 결과는 핸드오프가 빈번히 일어나는 지역에 한해 제한적으로 사용될 수 있으며 사용시 패킷 전송 지연 효과를 극대화 할 수 있게 될 것이다.

## V. 참고문헌

- [1] Charles E. Perkins, Mobile IP-Design Principles and Practices, Addison Wesley, 1998.
- [2] IETF Network Work Group, "IP Encapsulation within IP," RFC 2003 Oct, 1996.
- [3] R. Koodli and C. Perkins, "Fast Handovers in Mobile IPv6," draft-koodli-moblieip-fastv6-02.txt, march. 2001.
- [4] Johnson, David B., Perkins, Charles E., Route Optimizeation in Mobile IP, draft-IETF-mobileIP-optim-07.txt, November, 1997.
- [5] Eva Gustafsson et, al., "Mobile IP Regional Registration," IETF draft, Mar. 2000.