

# 지역관리 기법을 이용한 smooth handoff방식의 성능 개선에 관한 연구

오규태  
(주)이젠솔루션  
e-mail:oh-kt@hanmail.net

## Performance increment of smooth handoff using gateway FA

Kyu\_Tae Oh  
Ezensolution.co.ltd

### 요 약

본 연구는 PDA, 노트북 등에 IP주소의 이동성을 지원해 주는 프로토콜인 mobile IP에서 smooth handoff의 지연 요소를 최대한 줄이기 위해 지역 관리 방식의 FA를 사용하여 성능을 향상시키는 방안 에 대해 연구하였다.

본 연구에서는 기존에 알려진 방식들의 성능을 NS-2를 이용하여 전송지연, 처리율 등의 분석을 실시하였으며 모든 FA에 버퍼를 내장한 방식과 지역관리용 FA를 이용한 방식에 대하여도 각종 성능을 측정하여 기존의 방식에 비해 어느 정도 성능 향상이 있는지 확인하였다.

본 연구를 통해 지역관리 기능을 수행하는 GFA를 핸드오프 발생 간격이 25초 이상에서는 바인딩 시간 단축에 의한 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

이와 같은 연구 결과를 실제 무선 인터넷망 구축에 활용한다면 무선 인터넷망 구축에 관한 관련 자료가 많지 않은 현 상황에서 FA와 MN의 용량과 성능을 결정하는데 보탬이 될 것으로 확신한다.

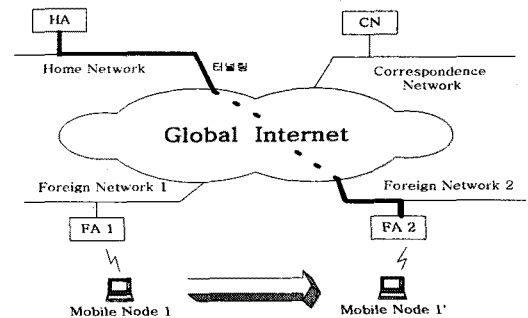
### 1. 서론

Mobile IP는 IETF가 RFC2002로 제안한 프로토콜로 이동이 잦거나 이동 근무자가 많은 경우에 IP 주소 관리의 복잡함을 해소하기 위한 프로토콜이다.<sup>[1]</sup> 이 mobile IP 프로토콜은 크게 mobile IP 에이전트(mobile IP agents)와 이동 노드(mobile nodes) 두 부분으로 구성되는데, mobile IP 에이전트는 등록된 이동 단말로 패킷을 라우트시키는 가상의 라우팅 서비스를 담당하며 home agent와 foreign agent로 구성된다. 이동 노드는 이동하는 호스트로 이동하는 네트워크의 IP를 자신의 IP로 사용할 수 있는 호스트이다. 또한 상대방 노드는 이동 노드와 통신을 하기 위한 노드로 무선 노드이거나 유선 노드이거나 상관이 없다.

### 2. Mobile IP에서의 노드의 이동

그림 1에서 보는바와 같이 이동 노드(MN)가 외부 네트워크1(FA1)에서 외부 네트워크2(FA2)로 이동하게 되면 이동노드(MN)는 외부 에이전트(FA2)가 주기적으로 보내는 광고 메시지를 받아 외부 에이전트에 등록 메시지를 보낸다. 외부 에이전트(FA)는 이동노드(MN)로부터 받은 등록 메시지를 홈 에이전트(HA)에게 보내 이동노드(MN)를 홈 에이전트(HA)에 등록한다. 홈 에이전트는 등록 메시지를 통해 이동노드의 현재 위치 정보를 갖는다. 이 위치 정보를 통해서 인터넷 호스트는 이동노드에 자료를 전

송한다.



HA (Home Agent) : 홈 에이전트  
CN (Correspondence node) : 인터넷 호스트  
FA ( Foreign Agent) : 외부 에이전트

(그림 1) 이동 노드의 PDU 전송

그림 1에서 인터넷 호스트(CN)에서 이동 노드로 자료를 전송할 경우, 인터넷 호스트에서 이동노드로 전송될 PDU는 이동노드의 현재 위치에 상관없이 이동노드가 원래 속해 있던 홈 에이전트(HA)에 전달되고, 홈 에이전트(HA)는 PDU를 해당 이동노드의 외부 에이전트로 터널링하고, 외부 에이전트는 터널링된 PDU를 전송받아 디터널링하고, 해당 이동 노드에게 PDU를 전달한다.

이러한 기본 라우팅 이동 IP는 인터넷 호스트와 이동 노드가 같은 서브네트워크에 위치하더라도 홈 에이전트

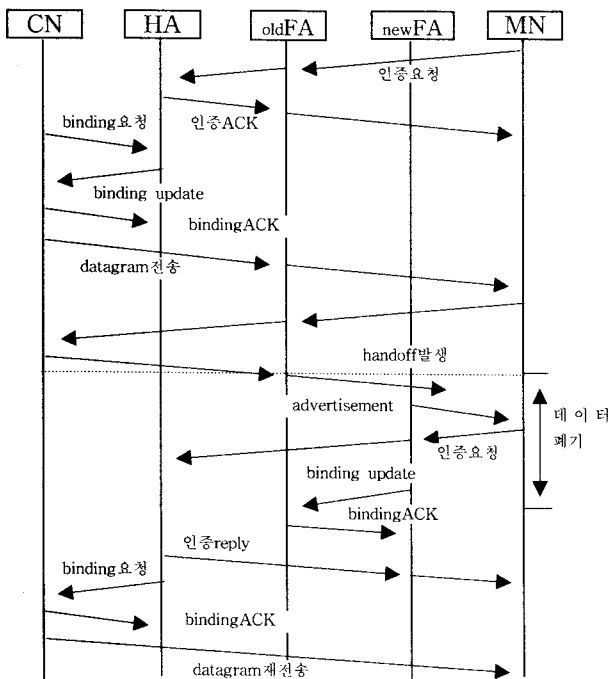
를 거쳐 자료를 전송하기 때문에 상당히 긴 전송 경로를 가지게 된다. 이로 인해 네트워크 자원의 낭비와 긴 지연시간을 갖는다. 그림 1에서 이동노드가 인터넷 호스트로 자료를 전송할 경우에는 이동 노드는 외부 에이전트(FA2)를 디폴트 라우터로 사용하고 표준 IP 라우팅을 통해 수신자에게 데이터를 전송하므로 홈 에이전트를 사용하지 않는다.

### 3. 버퍼링 방식에 따른 핸드오프 프로토콜

#### 3.1 기존의 mobile IPv6의 핸드오프 방식

Mobile IPv6에서는 빠른 핸드오프 기법을 사용하는 데 이러한 빠른 핸드오프가 가능하려면 CN의 binding cache entry 내에 MN에 대한 binding 정보를 가지고 유지 관리할 수 있어야 한다<sup>[2]</sup>.

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.



(그림 2) Mobile IPv6의 핸드오프 절차

이와같은 전송지연을 방지하기 위한 방법으로는 MN이 핸드오프시에 이전의 FA에 버퍼를 마련하여 CN에서 보낸 데이터그램을 일시 시역시켰다가 핸드오프가 완료된 후에 새로운 FA로 저장된 데이터그램을 전송하는 방법과

새로운 FA 측에 버퍼를 확보하여 핸드오프시에 CN에서 보낸 데이터그램을 이전의 FA에서 새로운 FA의 버퍼로 전송하여 두었다가 핸드오프가 완료된 후 새로운 FA로부터 MN에 전송하는 방법이 있다. 그러나 이 방법은 이전의 FA와 새로운 FA의 셀이 중첩된 경우에만 가능하고 셀이 중첩되지 않았을 경우에는 이전의 FA가 새로운 FA의 위치를 알 수 없어 기존의 방법으로 핸드오프가 이루어져야 한다. 셀이 중첩된 경우에도 새로운 FA에 MN이 이동했음을 이전의 FA에게 전달하기 위한 아주 짧은 순간은 데이터그램의 손실이 발생할 수 있다<sup>[3]</sup>.

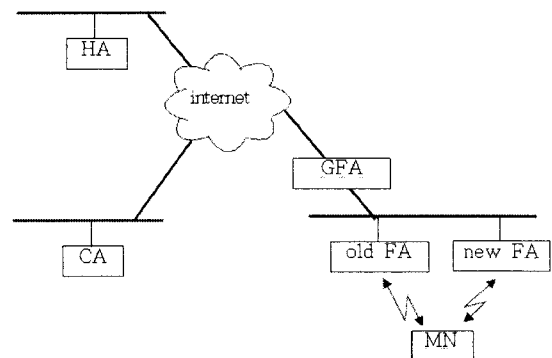
또 한가지 방법은 이전의 FA와 새로운 FA에 모두 버퍼를 확보하여 셀이 중첩된 경우 새로운 FA에 있는 버퍼에 데이터그램을 저장하고 셀이 중첩되지 않았거나 중첩된 경우라도 MN이 새로운 FA로 이동했음을 이전의 FA에게 알리기 전의 경우에는 이전의 FA에 있는 버퍼에 데이터그램을 저장하여 두었다가 핸드오프가 완료된 후에 새로운 FA로 저장된 데이터그램을 전송하여 전송지연을 최소화시키는 방안이 있다.

#### 3.2 지역관리용 FA를 이용한 방식

기존의 mobile IP에서는 MN이 이동할 때마다 HA와의 바인딩 정보 등록작업을 수행해야 했다. 그러나 MN의 이동이 빈번한 경우 바인딩을 위한 프로세싱 비용이 증가하여 전체 무선 네트워크 성능면에서는 비효율적이었으며 HA로 바인딩하는 도중에 수신된 데이터는 폐기되거나 지연되어 수신되는 현상이 발생할 수도 있다.

이러한 문제를 개선하기 위해 그림 3과 같이 FA를 계층적으로 구성하여 계층 내에서의 MN의 이동은 해당 지역 관리용 GFA(gateway FA)가 관리하도록 함으로써 HA로의 빈번한 binding update를 줄이는 방법이 IETF에서 제안되었다<sup>[4]</sup>.

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



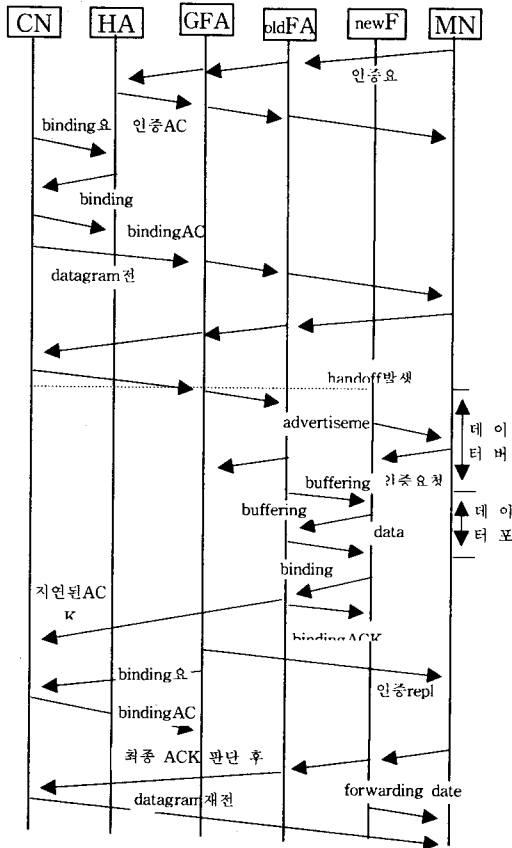
(그림 3) 지역관리 방식의 mobile IPv6 네트워크 구조

즉, MN이 FA로 이동하면 COA를 담은 binding 정보를 GFA를 통해 HA로 전달하게 된다. GFA는 자신의 도

메인 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.



(그림 4) GFA를 이용한 핸드오프 방식

#### 4. smooth handoff의 성능 분석

##### 4.1 시뮬레이터 소개

본 연구에서는 핸드오프 프로토콜에 따른 전송 지연 시간을 측정하기 위해 Network Simulator(NS-2.1b7a)을 사용하여 시뮬레이션 하였다.

시뮬레이션에 이용한 환경은 다음과 같다.

CPU : 펜티엄4 2.4GHz

RAM : 512M

운영체제 : 리눅스(와우리눅스 6.2)

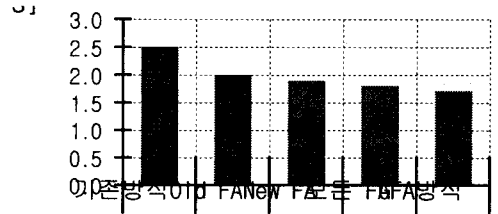
시뮬레이션 소프트웨어 : Ns-2 version 2.1b7a

##### 4.2 GFA를 이용한 핸드오프 프로토콜의 성능 평가

본 절에서는 기존의 핸드오프 방식에서는 개선할 수 없

었던 FA와 HA사이의 바인딩 시간 단축을 통한 smooth 핸드오프 개선에 관한 성능을 평가하였다.

일단 모든 FA에 버퍼를 장착하는 방식을 기본적으로 취한 후에 FA를 계층적으로 구성하여 계층 내에서의 MN의 이동은 해당 지역 관리용 GFA가 관리하도록 함으로써 HA로의 빈번한 binding update를 줄이는 방법으로 MN이 새로운 FA로 이동하면 COA를 담은 binding 정보를 GFA로만 보내고 GFA가 바로 CN과 HA에게 바인딩 정보를 전송하기 때문에 원격지에 있는 HA가 CN으로 MN의 변경된 주소를 전송하는 시간적인 낭비를 막을 수 있어 궁극적인 핸드오프 향상효과를 얻기 위한 것이다.

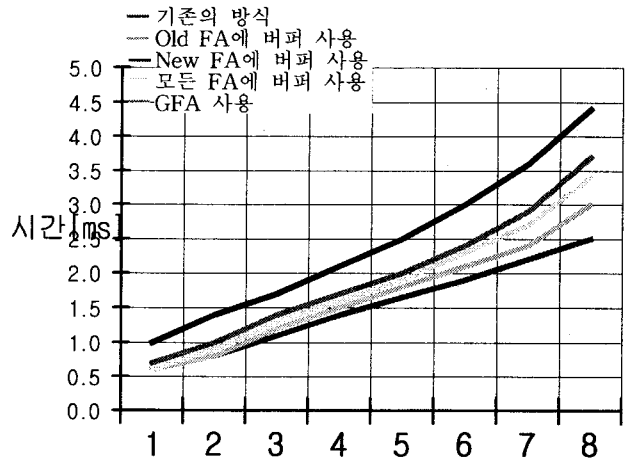


#### Smooth handoff 방식

(그림 5) 각 방식 별 핸드오프 지연시간

그림 5는 핸드오프의 발생 횟수가 5회가 발생했을 때 지금까지 살펴본 모든 핸드오프 방식의 전송지연시간을 비교한 모의실험결과이다. 본 실험을 통해 FA에 버퍼를 사용하지 않는 방식에 비해 버퍼를 사용하는 방식들이 핸드오프 지연시간이 단축되는 효과가 있음을 확인할 수 있었고 특히 지역관리용 GFA를 이용한 방식이 다른 방식에 비해 보다 지연시간이 단축되는 효과가 있음도 확인할 수 있었다.

그림 6에서 smooth handoff의 횟수에 따른 각 방식별 특성을 비교하였다.



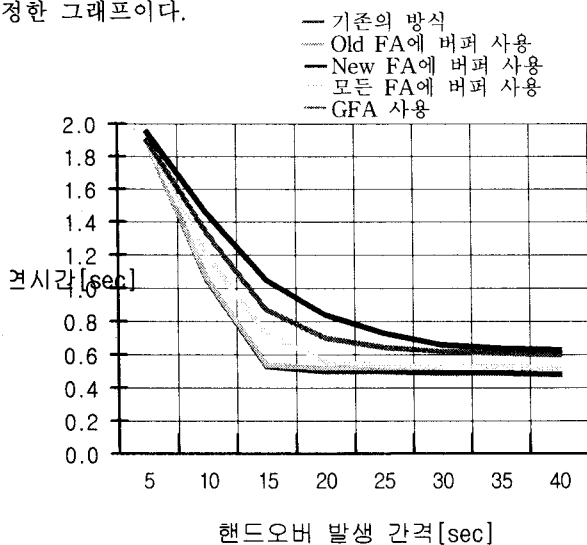
#### Smooth handoff 횟수

(그림 6) 핸드오프 발생횟수에 대한 각 방식별비교

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. 특히 핸드오프가 7회가량 발생했을 경우에는 잦은 핸드오프로 인한 바인딩 지연으로 모든 FA에 버퍼를 장착한 방식의 전송지연이 상대적으로 많이 발생하지만 GFA방식은 핸드오프 발생 회수에는 거의 관계없이 일정한 전송지연시간 상승률을 보이고 있다.

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

그림 7은 핸드오프 발생 간격에 따른 전송지연시간을 측정한 그래프이다.



(그림 7) 핸드오프 발생 간격에 따른 전송지연시간

GFA 방식도 기본적으로는 모든 FA에 버퍼를 장착한 방식을 사용하는 것이기 때문에 모든 FA에 버퍼를 장착한 방식과 거의 비슷한 전송지연을 나타내지만 핸드오프 발생 간격이 25초 이상에서는 바인딩 시간 단축에 의한 효과가 있음을 확인할 수 있다. 결국 GFA를 이용하는 방식이 모든 FA에 버퍼를 적용한 방식에 비해 약간의 전송지연시간상의 잇점이 있음을 알 수 있다.

GFA 방식은 기본적으로 바인딩만을 위한 별도의 FA를 사용하는 방식이므로 전체 망구축비용이 더 소요되는 문제점이 있다. 그러므로 핸드오프 발생 횟수가 많은 망에서는 별도의 FA 설치로 약간의 전송지연 단축이라는 효과를 볼 수는 있다.

## 5. 결론

최근 PDA, 노트북 등 이동 단말기들의 등장으로 무선 인터넷은 결코 낮설지 않은 용어가 되고 있다. 이러한 무선 인터넷을 가능하게 하는 기술이 바로 IP주소의 이동성을 지원해 주는 프로토콜인 mobile IP이다. 그러나 MN이

FA로 이동하여 데이터그램을 전송받던 중 다른 FA로 이동하는 경우 별도의 smooth handoff 알고리즘을 사용하지 않는다면 handoff 도중에 수신 중이던 패킷은 손실되거나 재전송으로 인한 지연이 발생할 수 밖에 없다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 IETF에서는 이전 FA에 버퍼를 내장하는 방식과 새로운 FA에 버퍼를 내장하는 방식을 제시하였으면 최근까지 몇 가지의 방안들이 제시되고 있었다.

본 논문에서는 기존에 알려진 방식들의 성능을 NS-2를 이용하여 전송지연, 처리율 등의 분석을 실시하였으며 모든 FA에 버퍼를 내장한 방식과 지역관리용 FA를 이용한 방식에 대하여도 각종 성능을 측정하여 기존의 방식에 비해 어느 정도 성능 향상이 있는지 확인하였다.

본 연구를 통해 지역관리 기능을 수행하는 GFA를 핸드오프 발생 간격이 25초 이상에서는 바인딩 시간 단축에 의한 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

이와 같은 연구 결과를 실제 무선 인터넷망 구축에 활용한다면 무선 인터넷망 구축에 관한 관련 자료가 많지 않은 현 상황에서 FA와 MN의 용량과 성능을 결정하는데 보탬이 될 것으로 확신한다.

## 참고문헌

- [1] Raab, Stefan, "Mobile IP Technology And Applications", Macmillan Technical Pub, 2005.
- [2] Nader F. Mir, "Computer and Communication Networks", Prentice Hall, 2006
- [3] Hyo-Seon Kim, Hyun-Wook Jin, and Chuck Yoo, "A handoff Protocol for Eliminating Packet Loss over Wireless Networks", Proceedings of 14th International Conference on Information Networking, 2000.
- [4] E. Gustafsson, et al., Mobile IP Regional Tunnel Management, Internet Draft, IETF, Aug. 1999.