

논문 2005-42TC-7-3

# 동시 Buffering 기법을 이용한 핸드오버 성능개선

( Performance Improvement of Handovers Using Buffering Mechanism )

최 승 교\*

( Sung Kyo, Choi )

## 요 약

최근 무선 인터넷의 수요가 기하급수적으로 증가함에 따라 Mobile IPv6가 제안되었으며, 이에 따른 핸드오버 지연을 줄이기 위한 빠른 핸드오버 기법이 제안되었다(IETF). 본 논문에서는 빠른 핸드오버 기법에서 발생하는 패킷의 손실 문제와 패킷의 비순서 문제를 해결하고 이로 인한 처리 지연을 줄일 수 있는 버퍼링 기법을 제안하였다. 또한 제안된 다양한 버퍼링 구조에 의한 빠른 핸드오버 기법의 성능 영향을 시뮬레이션을 통하여 분석하였다. 시뮬레이션을 통한 분석 결과, 제안된 버퍼링 기법은 패킷의 손실과 패킷의 비 순서를 해결하였고, 또한 기존 빠른 핸드오버 방식보다 버퍼링 기법은 최대 27%정도 지연을 감소하였다.

## Abstract

IETF proposed the Fast Handover mechanism to reduce the latency during which the mobile node is effectively disconnected from the Internet. However, the Fast Handover mechanism did not resolve packet loss and packet disordering problem.

In this paper, we propose buffering mechanisms to resolve above problems in the Fast Handover mechanism. Though the simulation, we showed that packet loss and disordering problem have been absolutely resolved. In addition, our proposal reduced about 27% of the delay time by the buffering mechanism.

**Keywords :** Fast Handover(빠른 핸드오버), Buffering(버퍼링), Mobile IP

## I. 서 론

인터넷 사용자들은 언제 어디서나 고품질의 인터넷 서비스를 사용하기를 바라고 있으며, 휴대용 컴퓨터나 PDA 와 같은 이동 단말기들의 성능 향상과 무선 통신 기술의 발전으로 인하여 그 사용자 수가 크게 증가하고 있다. 무선인터넷 사용자의 지금과 같은 증가 추세라면 기존의 IPv4의 주소체계로는 늘어나는 IP 주소 요구량을 충족시킬 수 없으므로 현재 차세대 인터넷 프로토콜로 주목받고 있는 IPv6를 이용하여 이동성을 제공하고 자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

IPv4의 상위버전인 IPv6가 제안됨에 따라, IPv6에 이 동성을 제공하는 프로토콜 Mobile IPv6도 제안되었다.

Mobile IPv6는 라우트 최적화와 IP의 보안 기능을 기본적으로 제공되는 특징이 있다.

Mobile IPv6에서 핸드오버를 효율적으로 처리하여 핸드오버 처리 지연 시간을 줄이기 위해 빠른 핸드오버 기법이 제안되었는데, 이 기법에서도 Mobile IP가 갖는 패킷의 손실이나 패킷의 비순서화와 같은 문제의 해결책은 포함되지 않고 있다.

본 논문에서는 빠른 핸드오버 기법에서 패킷의 손실과 비순서화 문제를 해결하고 이에 의한 처리지연을 줄이기 위해 동시 버퍼링 기법을 빠른 핸드오버 기법에 적용하고, 이에 의한 영향을 분석하고 제시한다.

## II. 관련 연구

### 1. Mobile IPv6

Mobile IPv6는 HA(Home Agent), 홈 망, COA(Care of Address)등의 Mobile IPv4의 개념을 그대로 수용하

\* 정희원, 삼척대학교 컴퓨터공학과 교수  
(Department of Computer engineering , National Samcheok University )  
접수일자: 2005년3월14일, 수정완료일: 2005년7월11일

지만 FA가 없으며, 대신에 바인딩 캐쉬, 바인딩 업데이트 목록, HA 목록을 지원한다. 노드의 바인딩을 유지하기 위한 자료 구조로 바인딩 정보가 저장되는 바인딩 캐쉬는 IPv6 네트워크의 모든 호스트와 라우터들이 가지고 있다. 바인딩 업데이트 목록은 MN(Mobile Node)에서 보낸 바인딩 업데이트에 대한 정보를 저장하며, 마지막으로 HA 목록은 동적 HA 발견 메커니즘에서 이용하는 것으로, 링크 내의 각 HA들은 라우터가 주기적으로 전송하는 라우터 광고 멀티캐스트를 수신하여 다른 HA의 정보를 HA 목록에 저장하게 된다.

가. Mobile IPv6의 특성

Mobile IPv6의 특성은 다음과 같다.

- ① Mobile IPv4에서의 FA가 Mobile IPv6에서는 존재하지 않는다. 따라서 Mobile IPv6에서는 MN이 직접 HA와 통신하고 HA가 MN의 현재 위치를 파악한다. 따라서 Mobile IPv4에서와 같이 FA care of address를 이용한 터널링은 없으며, HA는 MN으로 직접 터널링하고 MN에서 디터널링이 이루어지기 때문에 FA가 이용되지 않는다.
- ② Mobile IPv4에서 선택 기능인 라우트 최적화가 mobile IPv6에서는 기본 기능으로 제공된다. 그 이유는 Mobile IPv6에서는 CN(Correspondent Node)이 기본적으로 MN의 현재 COA를 알고, HA를 거치지 않고 직접 MN으로 패킷을 전송하므로 기본적으로 라우트 최적화를 지원한다.
- ③ Mobile IPv6에서는 Mobile IPv4와는 달리 보안이 필요한 모든 메시지들에 IPSec(IP Security)를 기본적으로 이용한다.
- ④ Mobile IPv4에서는 HA에서 MN으로 패킷 전송시 모두 IP 캡슐화를 해야 하는 것에 비해 Mobile IPv6는 라우팅 헤더를 이용해서 패킷을 전송하므로 캡슐화가 필요 없다. 하지만, MN으로 전송된 패킷을 HA가 가로채어 전송할 때는 IP 캡슐화를 이용한다.

나. Mobile IPv6의 기본 동작

IPv6에서 라우터는 해당 네트워크의 prefix값을 전송하고 이를 수신한 MN이 자신의 인터페이스 주소와 결합하여 IPv6주소를 만든다. MN은 이 prefix를 이용해서 자신의 인터페이스 주소와 결합하여 자신이 이용할 COA를 만든다. COA를 얻은 후, MN이 HA에 이 주소를 등록하고, 인터넷상의 노드와 통신하기 위해 네 가지의 목적지 옵션을 정의하여 이용한다.

- ① 바인딩 업데이트 옵션은 Mobile IPv4의 등록 요청 메시지에 대응되며 MN이 획득한 COA를 HA로 등록할 때 이용한다. MN은 자신의 홈 주소와 동일한 서브넷 prefix를 이용하는 라우터를 목적지로 하여 이 메시지를 보내서 자신이 HA로 이용할 라우터를 찾아서 바인딩 정보를 등록한다. 그림1 은 바인딩 업데이트 옵션필드 형식을 보여주고, 표 1은 각 필드의 내용을 보여준다.

- ② Binding acknowledgement(바인딩 승인) 옵션은

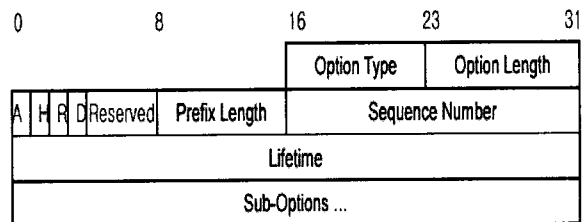


그림 1. 바인딩 업데이트 옵션 필드 형식  
Fig. 1. Binding update option field form.

표 1. 바인 업데이트 옵션의 필드  
Table 1. Binding update option field.

A	HA에게 바인딩 업데이트에 대한 승인을 요청할 때 이용
H	바인딩 업데이트 옵션을 수신한 라우터에게 HA 역할을 해 줄 것을 요구
R	바인딩 업데이트 옵션을 사용하는 송신측이 라우 터일 경우 사용
D	A, H 비트와 같이 이용되어야 하며 MN이 HA에게 자신의 바인딩 정보에 저장되어 있는 홈 주소에 대해 홈 링크에서 중복 주소 탐지를 수행해줄 것을 요청
Prefix Length	MN의 홈 주소에서 서브넷의 prefix 길이를 알림

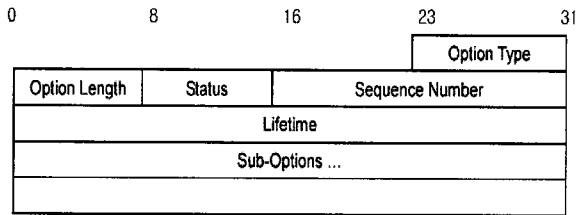


그림 2. 바인딩 승인 옵션 필드 형식  
Fig. 2. Binding acknowledge option field form.

Mobile IPv4의 등록 응답에 대응되며, 만약 수신한 바인딩 업데이트 옵션에서 승인을 요구할 경우에 HA는 반드시 바인딩 업데이트의 처리 결과에 대한 승인을 MN의 COA로 보내야 한다. 그림 2 은 바인딩 승인 옵션 필드 형식을 보여준다.

- ③ Binding request(바인딩 요청) 옵션은 MN에게 현재 MN의 바인딩 정보를 포함한 바인딩 업데이트를 보낼 것을 요청할 때 이용된다. 보통 이 옵션은 CN이 현재 MN 바인딩 정보의 수명이 거의 완료되었을 경우에 사용된다.
- ④ Home address(홈 주소) 옵션은 외부 네트워크에서 COA를 통해 CN과 통신하는 MN이 IPv6 패킷 전송시 소스 주소로 COA를 이용하지만, 패킷의 수신자에게 자신의 홈 주소를 알리기 위해 사용한다. 패킷을 수신한 CN은 패킷의 소스 주소의 COA와 홈 주소 옵션 필드에 포함된 홈 주소를 참고하여 처리하므로 COA는 CN에 투명하게 이용될 수 있다.

Mobile IPv6에서는 현재 위치한 네트워크에서 이용할 COA를 얻은 MN은 이 주소를 Mobile IPv4에서의 등록요청 메시지와 같이 HA로 바인딩 업데이트 목적지 옵션을 포함한 패킷을 보내서 HA에 자신의 바인딩을 등록한다. 바인딩 업데이트를 처리한 HA는 바인딩 승인을 MN으로 전송하여, 바인딩 업데이트가 제대로 처리되었음을 알린다. 그림 3 은 COA를 획득하고 홈에 등록하는 절차를 보여준다.

HA에 자신의 바인딩 정보인 COA를 등록한 MN은 IPv6헤더의 소스 주소를 COA로 하는 패킷을 CN으로 전송할 수 있다. 이때 MN은 자신의 주소를 옵션헤더로 포함시켜 전송하여 패킷을 수신한 CN이 이를 알 수 있도록 한다. 패킷을 수신한 CN은 COA를 이용하는 소스

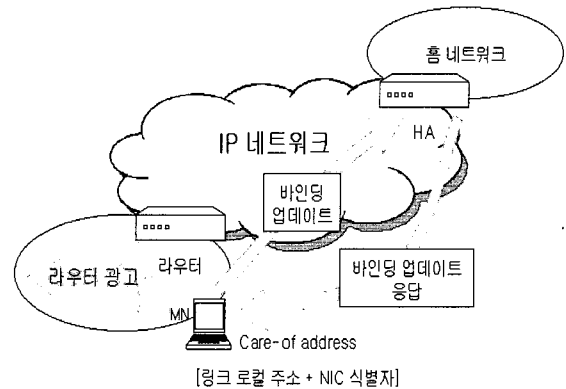


그림 3. Mobile IPv6 COA 획득과 홈에 등록하는 절차  
Fig. 3. Formality that acquire Mobile IPv6 COA and register in Home.

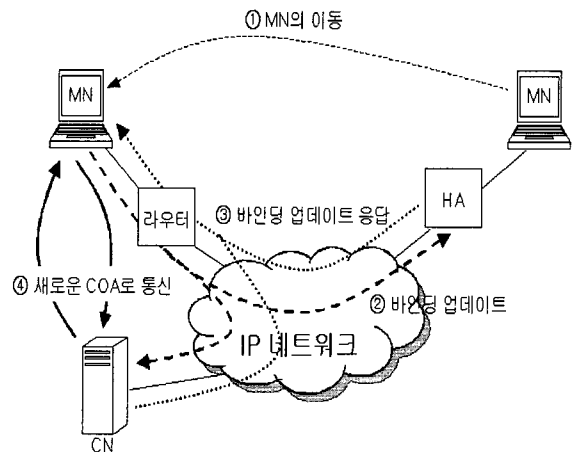


그림 4. Mobile IPv6에서 MN의 이동 후에 처리 과정  
Fig. 4. After transfer from Mobile IPv6 to MN processing process.

주소와 옵션으로 포함된 홈 주소를 이용하여 MN의 바인딩 정보를 등록하게 된다. 그러나 COA는 수명을 갖기 때문에 만약 MN과 CN이 통신하는 동안에 바인딩 정보 중 COA의 수명이 거의 완료되어 간다면, CN은 MN으로 새로운 바인딩 정보를 보낼 것을 요청하는 바인딩 요청 메시지를 보낸다. 그림 4는 MN이 이동되면서 CN과 통신하는 것을 보여준다.

### III. Mobile IPv6의 핸드오버

Mobile IP에서 MN이 현재의 서브넷에서 새로운 서브넷으로 이동하는 동작을 핸드오버(handover)라고 한다. 새로운 서브넷에서 송수신이 가능하게 하기 위해, MN은 새로운 주소(COA)를 부여받고, 이것을 HA(또는

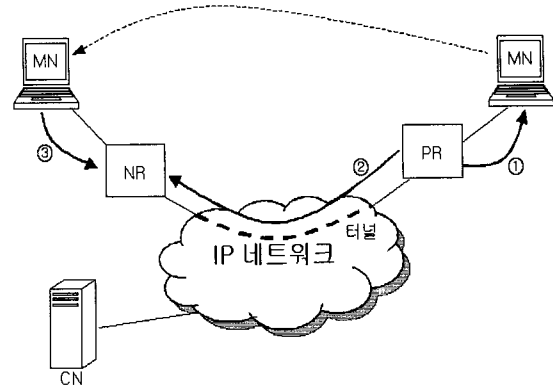
CN)에게 등록해야 하는데, 이 과정이 수행되는 동안 일시적으로 통신이 중단되어 패킷이 손실되거나 또는 패킷들의 비순차적 전송이 일어날 수 있다. 따라서 MN이 핸드오버시에 가능한 빨리 패킷을 송수신할 수 있도록 처리과정에서 발생하는 지연을 줄이고, 패킷의 손실을 없애고, 발생할 수 있는 패킷의 비순서화 문제점을 해결해야 한다.

1. 빠른 핸드오버 기법

핸드오버시 처리할 과정은 MN이 새로운 COA를 얻고 이를 등록하는 것이다. 새로운 COA를 얻는 과정에서 발생하는 지연의 원인은 이웃 발견(Neighbor discovery), 라우터 광고와 라우터 요청, 중복 주소 발견(Duplicate Address Detection : DAD) 등에 있다. 이러한 지연을 줄이기 위해 빠른 핸드오버라는 기법이 제시되었다.

그림 5 를 보면 ND메시지를 처리하는 시간까지는 같으나 최적화된 핸드오버 기법에서는 ND메시지에 새로운 라우터에 대한 정보를 포함하여 MN으로 전송함으로써 MN은 미리 새로운 COA를 얻고, 바인딩 업데이트 메시지를 전송하므로 핸드오버의 지연을 줄일 수 있다.

이 방법에서는 핸드오버를 처리하기 위해 다음의 메시지들이 사용된다. 첫째는 이전 라우터가 MN에게 전송하는 NDR (Neighbor discovery redirection) 메시지이다. 이 메시지를 통해 이전 라우터(MN이 이동하기 전에 링크되어 있는 라우터)가 새로운 라우터(MN이 이



- MN이 새로운 라우터로 이동하면,
- ① NDR을 MN에 전송한다.
- ② 새로운 라우터에게 ND프록시 역할을 하도록 요청한다. 이전 라우터에서 새로운 COA로 전송하는 길을 설정한다.
- ③ 새로운 라우터의 ND캐쉬 내에 MN엔트리를 입증하는 메시지를 전송한다. ND캐쉬에서 엔트리가 확인되면 바인딩 업데이트를 받을 수 있다.

그림 6. 빠른 핸드오버 기법  
Fig. 6. Fast Handover Mechanism.

동 후에 링크되어 있는 라우터)의 주소뿐만 아니라, 새로운 COA를 형성하기 위해 필요한 정보를 MN에게 전송한다.

두 번째는 이전의 라우터가 새로운 라우터에게 보내는 ICMP 핸드오버 메시지인데, 이 메시지를 통해 새로운 라우터는 MN의 새로운 COA를 설정하고, 새로운 COA를 위한 ND 프록시의 역할을 하도록 요청한다. 이 메시지는 MN의 이전 COA를 포함하며, 이전의 라우터에서 MN의 새로운 COA로 전송하는 경로를 설정한다. 마지막 메시지는 MN이 새로운 연결을 형성한 후에 전송하는 바인딩 업데이트이다. 바인딩 업데이트가 캡슐화된 이 메시지에 의해서 ND 캐쉬 엔트리가 확인되면 바인딩 업데이트를 바로 받을 수 있다. 그림 6은 빠른 핸드오버 기법을 보여준다.

빠른 핸드오버 기법은 핸드오버의 처리 지연을 상당히 감소시킬 수 있으나 패킷의 손실 문제는 해결할 수 없다. 핸드오버 후에 새로운 링크를 구성하고 바인딩 업데이트를 승인 받기까지의 시간이 많이 줄어들기는 하지만 그 시간에 MN이 수신 받아야 할 패킷이 이전 라우터에서 새로운 라우터로 전송되면 새로운 라우터는 그 패킷을 MN으로 전달을 못하고 버리게 되면 패킷이 손실될 것이다. 이로 인해 재전송이 발생한다면, 그만큼 지연은 증가되게 된다. 따라서 패킷의 손실을 제거할 수 있는 기법이 요구된다.

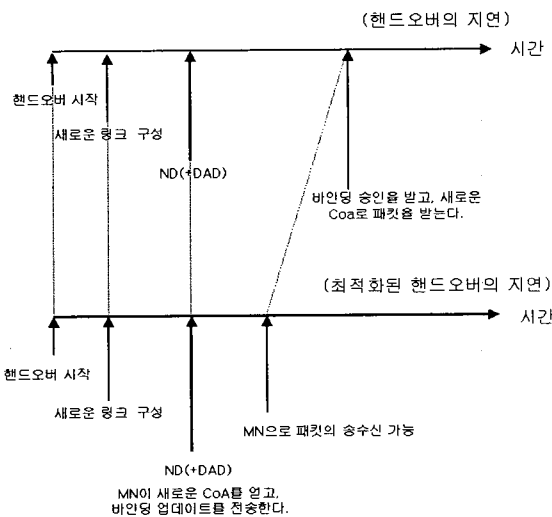


그림 5. 최적화된 핸드오버의 지연  
Fig. 5. Delay of optimized Handover.

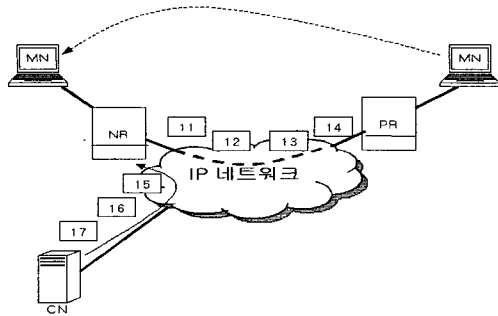


그림 7. 패킷의 비순서화  
Fig. 7. Disordering of packet.

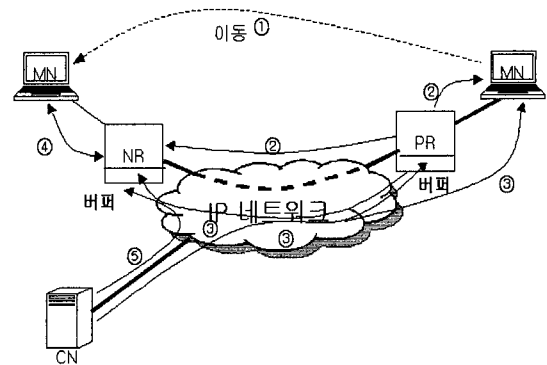
### 2. 핸드오버시 패킷의 비순서화

핸드오버로 인해 MN으로 전달되는 패킷의 순서가 어긋날 수 있다. 핸드오버가 발생하면 MN은 바인딩 업데이트 메시지를 통해 자신의 위치를 알리는데, 이 메시지를 수신하기까지 패킷을 송신한다. 이전의 라우터가 이 패킷을 받아서 새로운 위치의 MN에 전달하고, CN은 그 사이에 그 다음 순서의 패킷을 새로운 라우터로 계속 보내게 되면, 이전 라우터에서 전송하는 패킷이 핸드오버 이후에 CN에서 전송하는 패킷보다 늦게 도착할 수 있다. 이렇게 됨으로써 패킷의 순서는 바뀔 수 있다. 이러한 비순서화 현상은 MN으로 하여금 비순서화된 응답메시지를 생성하게 만들고, 이러한 응답메시지의 수가 세 개 이상이 되는 경우 송신자인 CN은 패킷의 손실로 판단하여 재전송을 수행하게 된다. 이렇게 되면 결국 불필요한 재전송으로 인하여 중단간 통신의 성능을 저하시키는 요인이 된다. 따라서 이러한 가능성을 제거하는 기법이 필요하다. 그림 7은 패킷의 비순서화를 보여준다.

### 3. 이전 라우터와 새로운 라우터의 동시 버퍼링

앞 절에서는 이전 라우터의 버퍼링은 패킷의 비순서화가 발생할 수 있고, 새로운 라우터의 버퍼링은 MN의 빈번한 이동시에는 효율이 떨어진다고 제시되었다. 이 두 문제를 모두 해결하기 위해 새로운 라우터와 이전 라우터에서 모두 버퍼링을 하는 방법이 사용될 수 있다.

이 기법은 앞의 새로운 라우터에 버퍼를 두는 기법에 이전 라우터에 버퍼링 하는 것만 추가되고, 다른 과정은 동일하다. 다만, MN이 즉시 이전 라우터로 다시 이동을 했을 경우에는 새로운 라우터에 버퍼링된 패킷은 모두 무시하고 이전 라우터에 버퍼링된 패킷을 MN에



- ① MN의 이동
- ② NDR 메시지/ICMP 핸드오버 메시지
- ③ PR에서 패킷을 수신, PR에서 버퍼링하면서 동시에 NR로 전달하여 NR도 전달받은 패킷을 버퍼링
- ④ 바인딩 업데이트/바인딩 응답
- ⑤ CN에서 패킷이 오면 버퍼를 체크하여 버퍼에 패킷이 남아있으면 버퍼 뒤에 버퍼링

그림 8. 이전 라우터와 새로운 라우터에서의 버퍼링 기법  
Fig. 8. Buffering mechanism of previously router and new router.

게 전송한다. 그림 8은 이 기법의 과정을 보여주고 있다. 이전 라우터와 새로운 라우터의 버퍼에 모두 패킷을 버퍼링 함으로써 MN이 빈번하게 이동했을 때 발생하는 지연을 줄일 수 있다. 하지만 이 기법은 두 라우터에 모두 버퍼를 두고 관리해야 하는 비용과 통신량이 증가한다.

## IV. 성능 분석

본 장에서는 시뮬레이션을 통해 앞장에서 제안된 구조의 성능 개선도를 분석하여 제시한다. 시뮬레이션은 JAVA를 사용하여 구현하였으며, 앞장에서 제안한 4가지 기법에 대해 핸드오버로 인한 패킷의 지연시간과 패킷의 손실율, 패킷의 비순서화 비율, 이전 라우터와 새로운 라우터 사이의 증가된 통신량 등을 분석하였다.

### 1. 시뮬레이션 환경 및 모델

분석을 위한 시뮬레이션은 JAVA를 사용하여 구현하였다. JAVA는 객체지향언어이기 때문에 각 노드들과 각 사건들 그리고 각 라우터들을 객체로서 정의할 수 있고, 스레드 처리와 네트워크 프로그램이 쉽기 때문에 JAVA를 사용하였다. 시뮬레이션은 기본적으로 빠른

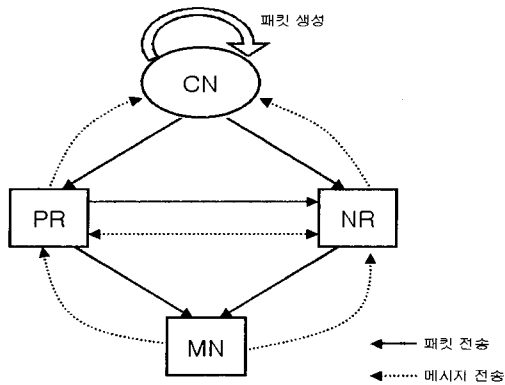


그림 9. 시뮬레이션을 위한 기본 모델  
Fig. 9. Basis model for simulation.

핸드오버 기법을 기본 모델로 하여, CN과 MN 그리고 이전 라우터와 새로운 라우터 등은 각각 객체로 동작한다. 시뮬레이션에서 기본이 되는 빠른 핸드오버 기법의 모델은 그림 9와 같다. 이 모델에서 이전 라우터와 새로운 라우터의 객체를 통하여 버퍼링 기법을 구현할 수 있다. 여기서 CN은 패킷을 생성하여 등록된 COA로 전송하고, MN은 핸드오버 사건을 발생시키며, CN으로부터 전송된 패킷을 수신하여 핸드오버 지연 시간을 구하고 패킷의 손실과 순서 등을 검사한다.

시뮬레이션에서 고려된 기본 가정은 다음과 같다. 첫째, CN에서 이전 라우터로 패킷을 전송하는 시간과 새로운 라우터로 패킷을 전송하는 시간은 같다고 가정한다. 둘째, 라우터에서 MN으로 패킷을 전송하는 시간은 무시한다. 셋째, CN에서 라우터로 패킷을 전송할 때, 패킷의 손실은 없다고 가정한다. 넷째, 패킷의 크기는 모두 같다고 가정한다.

2. 성능 분석 및 결과

각 기법에 대하여 20,000번의 핸드오버가 발생하도록 하였고, 각 결과는 평균값으로 제시되었다. 결과에서 비교되는 여러 기법은 다음과 같다. 기존방법은 버퍼링 기법이나 동시 전송 기법을 적용하지 않은 빠른 핸드오버 기법이고, 기법1은 이전 라우터의 버퍼링 기법, 기법2는 새로운 라우터의 버퍼링 기법, 기법3은 이전 라우터와 새로운 라우터의 동시 버퍼링 기법, 기법4는 동시 전송 기법이 적용된 경우를 의미한다.

그림 10은 핸드오버 처리의 지연시간의 분석이다. 기존방법은 패킷의 손실로 인한 재전송 시간이 발생하여 그만큼 지연시간이 증가하고, 기법1, 기법2, 기법3은 버

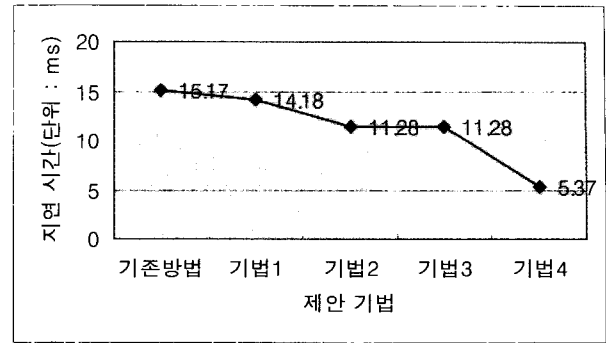


그림 10. 핸드오버 지연  
Fig. 10. Handover Delay.

표 2. 비순서화된 패킷의 비율  
Table 2. Packet ratio of disordering.

(단위 : %)

전송 지연시간	기법		
	기존방법	기법1	기법2, 기법3, 기법4
10(ms)	7.31	5.42	0
20(ms)	7.65	5.75	0
30(ms)	7.97	6.10	0
40(ms)	8.24	6.45	0
50(ms)	8.62	6.77	0

퍼링 처리시간이 지연시간에 더해진다. 여기서 기법1의 지연시간이 기법2와 기법3보다 큰 이유는 이전 라우터에 버퍼링된 패킷을 새로운 라우터를 통해 MN에게 전송하는 시간이 더해지기 때문이다. 기법 4는 버퍼링 시간이 전혀 필요하지 않으므로 가장 적은 지연을 보인다. CN과 라우터사이의 전송지연 시간에 의한 영향은 미비하게 나타난다.

핸드오버 처리과정에서 발생한 패킷의 손실율의 분석 결과, 기존방법은 전송 지연 시간에 따라 최대 8.43%의 손실율이 나타났다. 하지만 버퍼링 기법과 동시 전송 기법을 사용한 기법1, 기법2, 기법3, 기법4에서는 패킷의 손실이 전혀 발생하지 않았다.

표 2는 MN까지의 전송된 패킷들 중에서 비순서화된 패킷의 비율을 분석하였다. 즉, 핸드오버 처리과정에서의 비순서화된 패킷의 비율을 구한 것이다. 이전 라우터의 버퍼링 기법(기법1)은 패킷 손실은 방지하지만, 패킷의 순서문제를 완전히 해결할 수 없음을 볼 수 있고, 기법2, 기법3, 기법4는 패킷의 순서문제를 해결할 수 있다.

그림 11은 이전 라우터와 새로운 라우터 사이의 통신

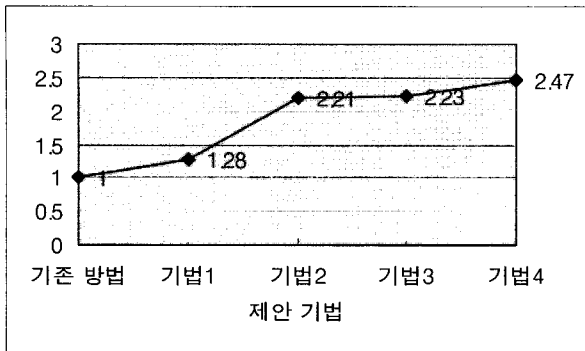


그림 11. 패킷의 통신량  
Fig. 11. Data traffic of Packet.

량을 분석하였다. 제시된 값은 MN으로 전송에 의한 통신량만을 분석한 것이며, 다른 전송에 따른 네트워크에 의한 영향은 고려하지 않았다. 기존방법에서의 통신량을 1로 하였을 경우에, 각 기법들에 의한 상대적인 통신량을 표시하였다. 기법1은 이전 라우터의 버퍼링 되어 있는 패킷을 MN으로 전달하므로 통신량이 약간 증가하였다. 기법2와 기법3은 핸드오버 도중에 이전 라우터가 패킷을 MN과 버퍼링을 위해 새로운 라우터에게 전송하는데, 중복되는 부분이 있으므로 통신량이 증가한다. 기법4는 이전 라우터가 MN과 새로운 라우터로 동시 전송을 하므로 기존방법에 비해 패킷의 통신량이 대폭 증가한다.

### V. 결 론

최근 무선 인터넷에 수요가 증가함에 따라 효율적인 통신을 위해 Mobile IP가 제시되었다. Mobile IP에서는 핸드오버 처리에 따른 지연 문제가 일어나므로, 핸드오버 시간을 줄이기 위한 빠른 핸드오버 기법이 제안되었다. 빠른 핸드오버 기법은 그 핸드오버로 인한 패킷의 손실문제, 패킷의 비순서 문제의 해결책은 포함하지 않는다. 본 논문에서는 패킷의 손실과 비순서화 문제를 해결하기 위해 이전 라우터와 새로운 라우터에서 버퍼링 하는 기법을 빠른 핸드오버 기법에 적용하였다.

시뮬레이션을 실행한 결과, 버퍼링 기법이 패킷의 손실을 방지할 수 있었고, 패킷의 비순서 문제도 해결할 수 있으며, 또한 핸드오버로 인한 지연시간 역시 크게 감소되며, 라우터 사이의 통신량이 증가되는 문제가 있음을 보였다.

이전 라우터의 버퍼링은 구조가 간단하며 패킷의 손

실을 없앨 수 있었지만, 패킷의 비순서 문제를 해결할 수 없었다. 새로운 라우터의 버퍼링은 패킷의 손실뿐만 아니라 패킷의 비순서문제도 해결하였지만, 이전 라우터와 새로운 라우터 사이의 통신량이 다소 증가되는 단점이 있다. 본 논문에서 분석된 결과에 따른 각 기법들의 특성을 고려하여, 실제 통신 환경에 적절한 버퍼링 기법을 적용함으로써 Mobile IP의 성능 개선이 가능할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 신희숙, 서영주, 안성욱, "이동네트워크 환경에서의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜", 정보과학회논문지, 제 27 권, 제 4 호, pp.418-428, 2000.
- [2] 허성진 외 4인, "이동 인터넷 환경에서 핸드오버시 패킷 비순서화로 인한 성능 저하 문제의 개선방안", 정보과학회논문지, 제 25 권, 제 12 호, pp.1424-1430, 1998.
- [3] C. Cox, "Wireless Personal Communications: What is it?," IEEE Personal Communications, pp.20-35, April, 1995.
- [4] C. E. Perkins, "IP Mobility Support," Internet RFC 2002, October, 1996.
- [5] D. Johnson and C. Perkins, "Mobility Support in IPv6," draft-ietf-mobileip-ipv6-12.txt, February, 2000.
- [6] G. Forman and J. Zahorjan, "The Challenges of Mobile Computing," IEEE Computer, pp.38-47, April, 1994.
- [7] G. Krishnamurthi, R. Chalmers and C. Perkins, "Buffer Management for Smooth Handovers in Mobile IPv6," draft-krishnamurthi-mobileip-buffer6-01.txt, March, 2001.
- [8] Jabbari and G. Colombo, "Network Issues for Wireless Communications," IEEE Communications Magazine, pp.88-98, January, 1995.
- [9] K. El-Malki and H. Soliman, "Fast Handoff in MIPv6," draft-elmalki-handoffsv6-01.txt, November, 2000.
- [10] R. Koodli and C. Perkins, "Fast Handovers in Mobile IPv6," draft-koodli-mobileip-fastv6-02.txt, March, 2001.
- [11] S. Deering and R. Hinden, "Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification," RFC 2460, December, 1998.

## — 저 자 소 개 —



최 승 교(정회원)

1982년 단국대학교 전기공학과 학사 졸업.

1992년 단국대학교 대학원 전산통계학과 석사 졸업.

2001년 단국대학교 대학원 전산통계학과 박사 졸업.

1994년~현재 삼척대학교 컴퓨터공학과 교수

<주관심분야 : 컴퓨터구조, 성능평가, 시뮬레이션, 컴퓨터통신>