

# 마이크로 도메인에서의 효율적인 핸드오프 방안

준회원 김 응 도\*, 정회원 김 화 성\*

## An Efficient Hand-off Mechanism in Micro-Domain

Eung do Kim\* Associate Member, Hwa sung Kim\* Regular Members

### 요 약

3세대 셀룰러 시스템에서는 매크로/마이크로 간에 끊김 없는 핸드오프를 요구한다. 그러나 Mobile IP는 간단하면서 확장 가능한 매크로 이동 기술이지만, 마이크로 도메인에서의 빠스트 핸드오프를 지원하기에는 역부족이다. 많은 마이크로 이동성 프로토콜들이 빠르면서 끊김 없는 이동성을 지원함으로써 Mobile IP의 문제를 해결하기 위하여 제안되고 있으며, Cellular IP 또한 마이크로 도메인에서 끊김 없는 이동성을 지원한다. 그러나 Cellular IP의 세미 소프트 핸드오프 방안은 새로운 경로와 이전 경로사이의 도달 시간의 차이로 인하여 패킷이 유실되거나 중복되는 문제점을 야기 시킨다. 본 논문에서 제안한 핸드오프 방안은 핸드오프 동안의 패킷의 유실과 중복을 최소화하기 위하여 SCD (Suitable Cross Delay) 메커니즘을 이용하였으며 마이크로 도메인에서 끊김 없는 이동성을 지원하도록 하였다. 또한, NS-2 시뮬레이터를 이용하여 제안된 핸드오프 방안의 성능향상을 증명하였다.

**Key Words :** Micro-Mobility, Cellular IP, handoff, Suitable Cross Delay.

### ABSTRACT

The third generation cellular system requires the seamless macro/micro mobility support. Mobile IP provides a simple and scalable macro mobility solution but lacks the support for fast handoff control in micro-domain. However, A lot of micro-mobility protocols have been proposed to complement the Mobile IP capability by providing the fast, seamless, and local handoff control. Cellular IP also provides the seamless mobility support in limited geographical area. But semi-soft handoff mechanism of Cellular IP produces the packet loss and the duplication problem due to the difference of propagation delay between the new path and the old path. In this paper, we present an efficient handoff mechanism in micro-domain. The proposed handoff mechanism uses the SCD (Suitable Cross Delay) in order to minimize the packet loss and the duplication problem during the handoff. Also, the proposed mechanism is verified by the performance evaluation through the NS-2 Simulation.

### I. 서 론

차세대 정보통신망이 All-IP 망이라는 이름의 IP 기반의 망으로 발전함에 따라 IP 망에서의 이동성 지원 기술인 Mobile IP<sup>[1]</sup>의 중요성이 증가하고 있다. 현재 무선 인터넷을 위한 주요 인프라로 사용되고 있는 이동통신망의 경우 2 계층에서 이동성을

지원하기 때문에 하부 기술에 대한 의존성으로 인하여 글로벌 로밍에 어려움이 있었다. 이에 비하여 Mobile IP는 3 계층에서 이동성을 제공함으로써 하부 기술에 독립적인 이동성을 제공할 수 있기 때문에 IP 기반의 망에서 글로벌 로밍을 보다 용이하게 지원할 수 있을 것으로 예상된다.

그러나 Mobile IP는 넓은 지역의 느린 이동성 지

\* 광운대학교 전자통신공학과 네트워크컴퓨팅 연구실(winthory@yahoo.co.kr, hwkim@daisy.kw.ac.kr)

논문번호 : 040142-0408, 접수일자 : 2004년 4월 8일

※본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학IT연구센터 육성·지원사업의 연구결과로 수행되었음

원을 위해 설계되었기 때문에 빠른 속도로 이동하는 단말에 대한 실시간 서비스제공에는 어려움이 있을 수 있다. 즉, 핸드오프 시 발생할 수 있는 패킷 손실 및 지연이 VoIP와 같은 실시간 서비스에서 요구하는 성능을 만족시키지 못할 수 있다. 특히 차후 무선 인터넷에서는 이러한 실시간 멀티미디어 서비스가 핵심 서비스로 등장할 것으로 예상되므로 기존의 Mobile IP에 대한 기능 향상이 강하게 요구되고 있다.

이를 해결하기 위하여 마이크로 이동성을 지원하기 위한 Cellular IP<sup>[2-5]</sup>, HAWAII<sup>[6]</sup> M&M<sup>[7]</sup> 등 많은 마이크로 이동성 지원 프로토콜들에 대한 연구가 진행 중이며, 이는 기존 Mobile IP를 대체하려는 것이 아니라 Mobile IP의 단점을 보완하기 위한 방향으로 연구가 진행 중이다. 이런 마이크로 이동성 지원 프로토콜의 경우는 궁극적으로 핸드오프 시 패킷의 유실이나 중복을 최소화하여 실시간 서비스들이 요구하는 성능을 지원하도록 하고 있다.

Cellular IP의 핸드오프 방안인 세미 소프트 핸드오프에서는 핸드오프 시 패킷 유실을 최소화하기 위하여 크로스 노드에서 받은 패킷을 이전 경로와 새로운 경로를 통해 동시에 보냄으로써 패킷 유실을 최소화하도록 하였다. 하지만, 이전 경로와 새로운 경로의 길이가 차이가 나는 경우에는 패킷 유실과 중복을 피할 수 없게 된다. 이에 본 논문에서는 핸드오프 시 크로스 지연 값을 핸드오프구간의 망 형상에 적합한 SCD (Suitable Cross Delay) 값으로 적용하여 핸드오프 구간 내 패킷 유실을 최소화하도록 하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서 Cellular IP 및 Cellular IP의 핸드오프 방안인 세미 소프트 핸드오프에 대해 알아보고, 3장에서는 세미 소프트 핸드오프를 개선하기 위하여 제안된 핸드오프 방안을 설명하며, 4장에서 실험데이터를 통해 성능 향상을 검증한다. 마지막으로 5장에서 결론을 내도록 하였다.

## II. Cellular IP

### 2.1 Semi-soft Handoff

Cellular IP에서는 그림 1과 같이 세미소프트 핸드오프(semi-soft handoff) 방안을 제시하였다.

세미소프트 핸드오프 방안은 핸드오프가 일어나기 전에 새로운 경로를 통하여 핸드오프 요청 패킷을 전송한다. 이 '세미 소프트 패킷'의 목적지 주소

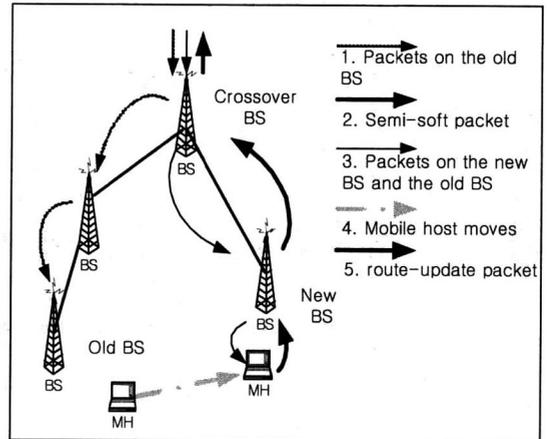


그림 1. 세미 소프트 핸드오프

는 게이트웨이 라우터이고, 소스 주소는 이동호스트의 IP주소이다. 세미 소프트 패킷은 게이트웨이 라우터 방향으로 전송되어 크로스 오버 노드를 거치게 된다. 이때 크로스 오버 노드 이하의 라우터들은 자신의 라우팅 테이블에 이동 호스트에 대한 새로운 경로 정보를 추가한다. 크로스 오버 노드 또한 '세미 소프트 패킷'을 받으면 자신의 라우팅 테이블에 이동호스트를 향하는 새로운 경로를 추가하게 되어, 크로스 오버 노드의 경우에는 이전 경로와 새로운 경로, 즉 두개의 라우팅 정보가 저장되게 된다. 그러므로 이동호스트로 전송되는 패킷들은 크로스 오버 노드에 도착하였을 때 라우팅 정보에 따라 이전 경로와 새로운 경로를 통하여 바이캐스팅 되게 된다.

이동 호스트는 새로운 경로를 통하여 '세미 소프트 요청 패킷'을 전송하고 난 후, 미리 설정한 '세미 소프트 지연(Semi Soft Delay)'이후, 실제 핸드오프를 수행하게 된다. 실제 핸드오프가 수행된 후 이동호스트는 게이트웨이 라우터 쪽으로 '라우트 업데이트 패킷'을 전송하면서, 크로스 오버 노드의 라우팅 테이블을 새로운 경로로만 향하도록 수정하게 된다.

세미소프트 핸드오프에서는 '세미소프트 지연'이후 핸드오프를 수행하게 된다. 이 지연 값은 이동호스트가 보낸 '세미소프트 패킷'이 크로스 오버 노드로 전송되면서 새 경로를 설정하는 시간과 이전 경로상의 데이터를 모두 수신하는 시간을 보장하기 위한 것으로, 크로스 오버 노드가 게이트웨이 라우터인 최악의 경우에도 적용하기 위하여, BS(Base station)에서 게이트웨이까지 RTT에 비례하는 값으로 설정하게 된다.

또한, 세미 소프트 핸드오프에서는 이 지연 값은 패킷 유실을 억제하기 위하여 이동 호스트가 두 BS 간의 중첩구간(Overlap region)에 머무르는 시간을 의미하는데, 마이크로 도메인에서는 BS간에 국한된 핸드오프가 주류를 이루기 때문에, 이런 상황에서 '세미 소프트 지연 값'으로 인한 손실은 일단 고려하지 않도록 한다. 그러나 핸드오프를 수행하는 도중, 이전 경로와 새로운 경로사이의 지연차이로 인한 손실은 고려해야 할 문제이다.

아래 그림 2과 같이 이전 경로에 비해 새로운 경로가 더 짧은 경우 이동 호스트는 이전 경로를 통하여 1번 패킷을 받은 후 또한 2,3번 패킷을 수신해야 하는데, 새로운 경로가 더 짧기 때문에 새로운 경로를 통한 4,5번 패킷이 먼저 수신되게 되고 이때 패킷 동기화로 인하여 이 패킷들은 모두 유실되게 된다.

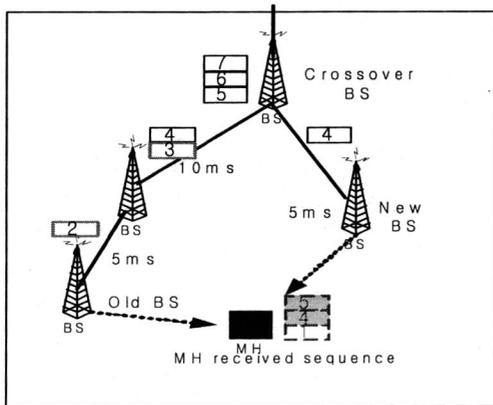


그림 2. 새로운 경로가 이전 경로보다 짧은 경우

반면 그림 3과 같은 상황에서는 이전 경로를 통하여 2,3 패킷을 받고 또 새로운 경로를 통하여 동일하게 2,3번 패킷을 받기 때문에 패킷 중복이 발생하게 된다. 이를 해결하기 위하여 크로스 오버 노드에서 패킷 지연(Cross Delay)을 추가하였다. 이 크로스 지연은 모바일 호스트가 이전 경로로 향하던 패킷을 수신할 수 있도록 새로운 경로를 통해 전달되는 패킷의 경우 크로스 오버 노드에서 일정 시간 동안을 지연하도록 하는 지연 값을 의미한다.

그러나 새로운 경로에 크로스 지연 값을 더했는데도 이전 경로보다 짧은 경우에는 동일하게 패킷 유실이 발생하게 된다. 그렇다고 크로스 지연 값을 높게 잡으면 그림 3과 같은 상황에서는 더 많은 중복 패킷이 발생하기 때문에 핸드오프 상황에 맞게 적절한 크로스 지연 값을 설정해야 할 필요가 있다.

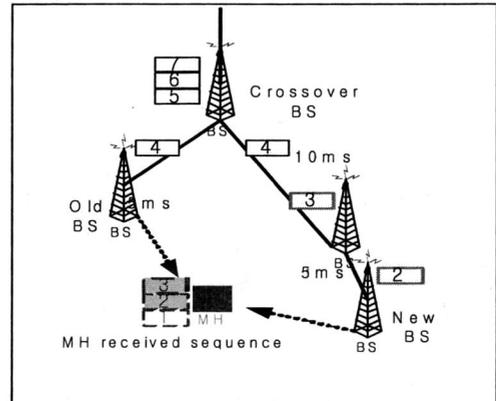


그림 3. 새로운 경로가 이전 경로보다 긴 경우

### III. SCD (Suitable Cross Delay) Mechanism

#### 3.1 SCD 핸드오프

본 논문에서는 핸드오프시 이전 경로와 새로운 경로상의 지연차이로 인하여 발생하는 패킷 유실을 최소화하기 위하여 SCD (Suitable Cross Delay)값을 적용한 방안을 제시하도록 한다.

핸드오프 시에 패킷 유실과 중복을 최소화하기 위한 크로스 지연 값은 layer 2 핸드오프 시간에 이전 경로와 새로운 경로사이의 전송지연 차이를 더한 값으로 설정해야 한다. 세미 소프트 핸드오프에서는 이 크로스 지연 값을 정적으로 정한 값을 사용하기 때문에 핸드오프 상황에 맞는 크로스 지연 값을 적용할 수 없었다.

본 논문에서는 그림 4에서와 같이 핸드오프가 일어날 때에 이동 호스트는 이전 경로와 새로운 경로 양쪽을 통하여 세미 소프트 패킷을 전송하게 하였다. 이때 먼저 도착한 세미 소프트 패킷 (Init-SS packet)은 핸드오프가 시행되었음을 알림과 동시에 크로스 오버 노드에서는 그 후의 패킷들을 버퍼링하게 되고 그 다음에 도착되는 세미 소프트 패킷 (Complete-SS packet)은 그동안 버퍼링 되어 있던 패킷들을 새로운 경로를 통하여 이동 호스트에 전송하게 된다. 이럼으로 세미 소프트 핸드오프에서의 부적절한 크로스 지연으로 인한 패킷 유실을 억제할 수 있게 된다.

세미 소프트 핸드오프의 경우, 이동 호스트로 향하는 패킷들은 크로스 오버 노드에서 'bi-casting'을 통하여 이전 경로와 새로운 경로로 보내게 되는데, 제안된 논문에서는 먼저 도착한 세미 소프트 패킷 (Init-SS packet)이 이전 경로를 통한 패킷일 경

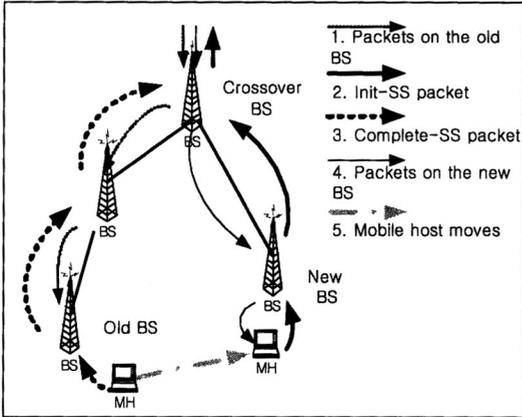


그림 4. SCD 핸드오프 방안

우에는 크로스 오버 노드에서 기존의 라우팅 경로를 그대로 유지하도록 하고, 먼저 도착한 세미 소프트 패킷 (Init-SS packet)이 새로운 경로를 통한 패킷일 경우에는 새로운 라우팅 경로로 기존의 라우팅 경로를 대체하도록 한다. 이럼으로 크로스 오버 노드에서 양쪽 경로를 통하여 전달하기 위한 패킷 복사를 하지 않아도 되며, 양쪽으로 패킷을 전달하는 것이 아니기 때문에 중복 패킷이 발생하지 않게 된다.

기존 세미 소프트 핸드오프에서는 가장 효율적인 성능을 위한 크로스 오버 노드에서의 지연을 8-패킷으로 보고 있다.<sup>[6]</sup> 그러나 지연 값을 증가시킴으로 인한 중복 패킷의 발생이 증가되는 것은 불가피하게 되는데 이는 크로스 오버 노드에 있어 부하가 될 수 있으며 네트워크의 트래픽 오버헤드 증가 및 무선 네트워크 자원의 활용 측면에서도 효율적이지 못하다. 이렇게 때문에 패킷 유실을 억제하기 위하여 패킷 중복을 야기 시키는 것도 문제가 될 수 있다. 본 논문에서는 이런 패킷 유실과 중복을 해결하기 위해 핸드오프동안의 망 형상에 적합한 SCD (Suitable Cross Delay)지연 값을 이용하였다.

3.2 SCD 패킷 포맷

아래 그림 5은 Cellular IP의 라우팅 업데이트 패킷의 포맷을 나타내고 있다.

본 논문에서는 기존의 '세미 소프트 패킷'을 그대로 사용하도록 하였다. 세미 소프트 핸드오프에서는 핸드오프 요청 패킷이 크로스오버 노드에 도착했을 때 그림 5에서 세미 소프트 요청 플래그 S를 '1'로 세팅하였다가 이후 라우팅 업데이트 패킷이 크로스 오버 노드에 도착하였을 때 이 플래그를 '0'으로 하도록 하였다. 그러나 본 논문에서는 먼저 도착한 세

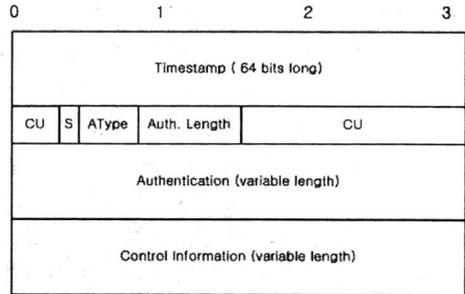


그림 5. 라우팅 업데이트 패킷 포맷

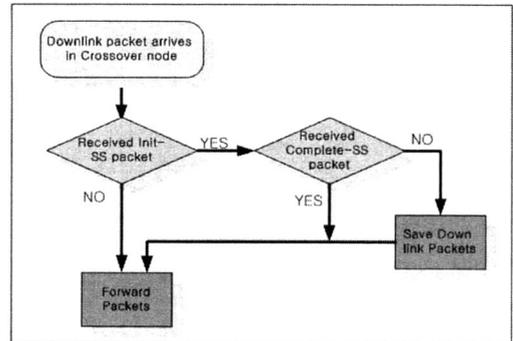


그림 6. 크로스 오버 노드의 버퍼링 정책

미 소프트 패킷 (Init-SS packet)을 수신하면 플래그를 '1'로 세팅하고 나중에 도착한 세미 소프트 패킷 (Complete-SS packet)을 수신하였을 때 플래그를 '0'으로 세팅하도록 하였다. 핸드오프가 일어나는 시기를 줄이고자 하였다.

세미 소프트 패킷을 수신하는 크로스 오버 노드에서는 그림 6에서와 같은 버퍼링 정책을 수행하도록 하였다. 먼저 도착한 세미 소프트 패킷 (Init-SS packet)을 수신하면 '세미 소프트 플래그 S'를 1로 세팅하게 되는데, 이 후 크로스 오버 노드를 지나는 패킷의 경우는 나중에 도착한 세미 소프트 패킷 (Complete-SS packet)이 크로스 오버 노드에 도착하기 전까지 크로스 오버 노드에서 버퍼링 되게 된다. 그리고 이 후에 도착한 세미 소프트 패킷 (Complete-SS packet)은 크로스 오버 노드의 라우팅 테이블을 새로운 경로로 대체한 후 크로스 오버 노드에 버퍼링 되어 있던 패킷들을 새로운 경로를 통하여 전송하게 된다.

IV. 성능측정 및 비교

4.1 시뮬레이션 환경

시뮬레이션은 NS-2 네트워크 시뮬레이터를 사용하였고, Cellular IP의 CIMS (The Columbia IP

Micromobility Suite)을 이용하였다<sup>[10]</sup>. 토폴로지는 그림 7에 보이는 바와 같이 구성하였으며 이동 호스트는 BS1에서 BS5로, 다시 BS5에서 BS1으로 이동하도록 하였다.

각각의 링크들이 가지는 대역폭은 10Mb이고 지연 시간은 그림 7에 표시하였다. 이동호스트의 이동 속성은 20m/s이고 중첩 구간은 30m로 설정하였다. 링크계층 핸드오프 지연시간은 10ms이고 세미소프트 지연 값은 40ms, 세미소프트 핸드오프의 경우 크로스 지연 값은 20ms로 설정하였다

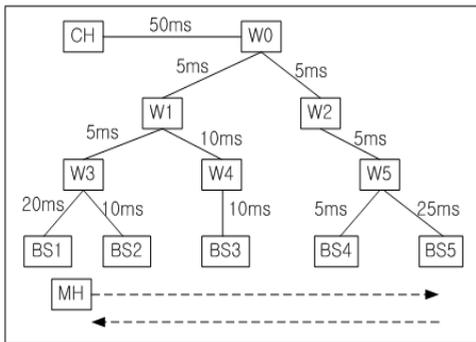


그림 7. 시뮬레이션 환경

기존의 Cellular IP 상황과는 약간 다르게 각각의 링크들이 가지는 지연시간을 강제적으로 상이하게 설정하여 토폴로지 차이로 인한 링크 지연시간 상황을 가정하였으며, W0, W1, W3, W5는 각각 크로스 오버 노드로써의 역할을 담당하게 된다

#### 4.2 UDP 성능 측정

그림 7의 토폴로지에서는 CH는 5ms마다 패킷을 전송하는 가운데 4번의 핸드오프를 수행하며 일어난 패킷 유실을 아래 그림 8에서 확인할 수 있다. 그림 8에서 X축은 핸드오프 시간이 되었고 Y축은 패킷 유실을 의미한다

비교 대상으로는 가장 기본적으로 cross\_delay를 전혀 적용하지 않은 세미 소프트 핸드오프 방안 (semi-soft handoff)과 cross\_delay를 적용한 세미 소프트 핸드오프 방안 'semi-soft (cross\_delay)'을 본 논문에서 제안한 핸드오프 방안 (proposed handoff scheme)과 비교하였다

그림 8에서 우리는 세미 소프트 (semi-soft)방안을 제외한 나머지 방안에서는 이동 호스트가 '세미 소프트 지연' 후 핸드오프를 수행 했을 때 가장 적은 패킷 유실을 발생하는 것을 볼 수 있다 여기서 세미 소프트는 크로스 지연 값을 적용하지 않았다

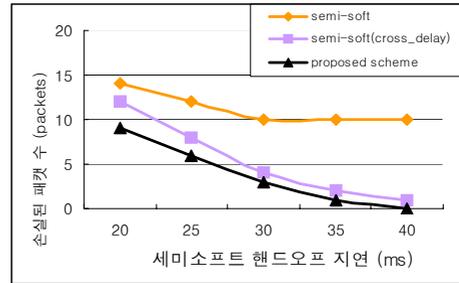


그림 8. UDP 패킷 유실

그러므로 핸드오프시 이전 경로와 새로운 경로간의 지연차이로 인한 패킷 유실이 발생하기 때문에 '세미 소프트 지연' 후에 핸드오프가 일어나도 패킷 유실이 발생하게 된다. 그러나 이동 호스트가 정해진 세미 소프트 지연 후 핸드오프를 수행해야 한다는 보장은 없다.

우리는 핸드오프 수행시간을 20에서 40사이의 값으로 설정하고 각각에 대하여 이동 호스트의 패킷 유실을 확인하였다. 세미 소프트 지연 값이 작을 경우에는 이전 경로로 향하던 패킷들은 대부분 유실되는 것을 확인할 수 있는데 제안된 핸드오프 방안은 빠른 시점에서 핸드오프 요청 메시지를 수신하여 이전 경로로 향하는 패킷을 줄임으로 세미 소프트 지연 값이 작을 경우에도 패킷 유실을 최소화 하였다.

그림 8에서 세미 소프트 (semi-soft)를 보면 '세미 소프트 지연' 시간이 20ms일 경우와 30ms일 경우의 차이는 4개의 유실차이일 뿐이다. 그렇지만 40ms의 세미 소프트(크로스 지연 값을 적용하지 않음)와 40ms의 세미 소프트(크로스 지연 값을 적용함)을 비교했을 때 9개의 패킷유실 차이가 남을 볼 수 있다. 이를 통하여 우리는 BS간의 핸드오프가 주류를 이루는 마이크로 도메인에서 전체적으로 일정 크기의 '핸드오프 지연' 시간을 적용했을 경우 세미 소프트 지연 값에 의한 손실보다는 이전 경로와 새로운 경로의 차이로 인한 크로스 지연 값에 의하여 많이 좌우됨을 알 수 있다. 우리는 제안된 핸드오프 방안이 기존의 핸드오프 방안에 비해 적절한 크로스 지연 값을 적용함으로 적은 패킷 유실을 발생하는 것을 확인할 수 있다. 그림 8에서 크로스 지연 값을 적용하지 않은 세미 소프트 핸드오프의 경우 핸드오프에 걸리는 시간이 증가하는데도 동일하게 패킷 유실이 발생하는 것을 확인할 수 있는데, 이것은 이전 경로와 새로운 경로사이의 지연 차이로 인하여 발생하는 유실 때문이다

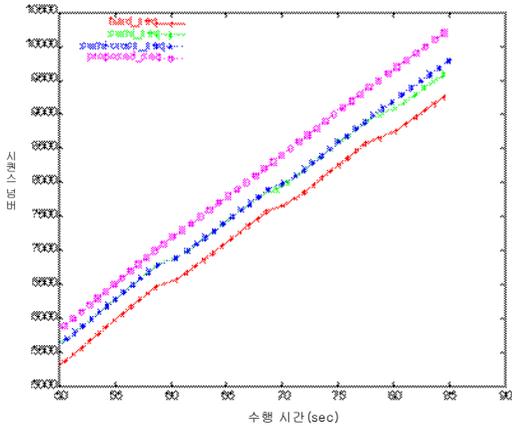


그림 9. TCP 시퀀스 넘버 비교

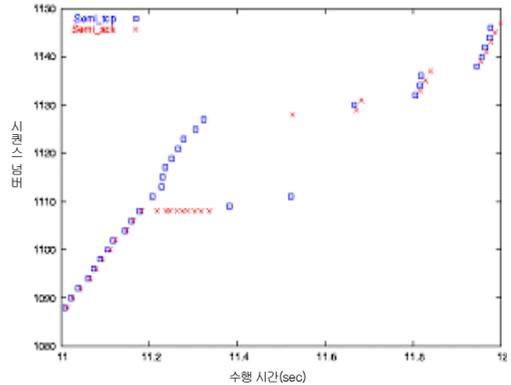
4.2 TCP 성능 측정

그림 9에서 우리는 하드 핸드오프에 비하여 세미 소프트 핸드오프가 더 많은 패킷을 수신하였고 세미 소프트 핸드오프에 비하여 본 논문에서 제안한 방안이 더 많은 패킷을 수신한 것을 확인할 수 있다. 그림 9에서 Sequence number를 많이 수신한다는 것은 송신 단에서 적은 중복 ACK를 수신함으로써 재전송이 적게 일어남을 나타냄으로, 이를 통하여 제안한 방안이 다른 방안들에 비하여 뛰어난 것을 볼 수 있다. 세미 소프트 핸드오프가 제안한 방안에 비하여 성능이 떨어지는 이유는 크로스오버 노드에서 적절한 지연 값을 적용하지 못하기 때문이다

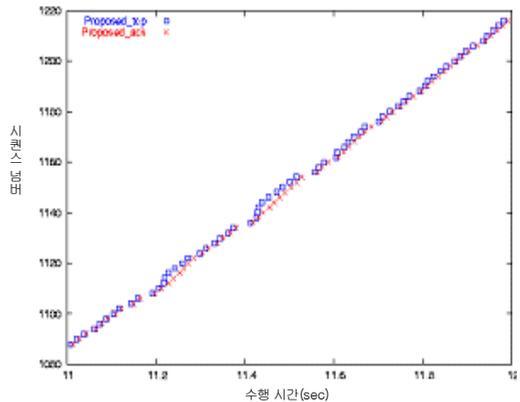
실험은 하드 (hard), 세미 (semi), 세미 크로스 (semi-cross), 제안된 방안 (proposed)의 4가지를 비교하였다. semi, semi-cross 는 세미 소프트 핸드오프에 크로스 지연 값을 적용하지 않은 것이 세미 (semi)이고, 적용한 것이 세미 크로스 (semi-cross)이다.

각각의 핸드오프 방안들이 수신한 최대 sequence number는 하드 핸드오프부터 차례로 9337, 9675, 9764, 10272이다. 이에서 우리는 제안한 방안이 가장 높은 패킷 수신율을 보이는 것을 확인할 수 있다. 그림 9에서 크로스 지연 값을 적용한 것과 하지 않은 것을 비교해 보면 특정 구간에서는 오히려 크로스 지연 값을 적용하지 않은 것이 더 좋은 성능을 보이고 있다. 이는 적절하지 못한 크로스 지연 값은 오히려 성능 저하 요인이 된다는 것을 볼 수 있다. 그림은 보다 명료한 확인을 위하여 총 85초간의 시뮬레이션 중의 50~85까지의 그림만을 나타내었다.

다음으로 우리는 그림 10과 11에서 핸드오프 구



(a) Semi soft



(b) Proposed

그림 10. 새로운 경로가 이전 경로보다 짧은 경우

간별 성능을 확인하도록 하였다. 그림 10은 BS1에서 BS2로 이동하는 동안이며, 새로운 경로가 이전 경로에 비하여 짧은 상황이다. 또한 그림 11은 BS4에서 BS5로 이동하는 동안이며, 새로운 경로가 이전 경로에 비하여 긴 상황을 나타내고 있다.

세미 소프트 핸드오프는 새로운 경로가 이전 경로에 비해 짧은 경우(그림 10)에, 이동 호스트는 이전 경로를 통하여 1107번 패킷을 수신하기도 전에 새로운 경로를 통하여 1108번 패킷을 먼저 수신하게 되고, 이 패킷은 유실됨을 볼 수 있다. 이는 세미 소프트의 경우 적절한 크로스 지연 값을 지원하지 못하기 때문에 이와 같은 유실이 발생함을 볼 수 있다. 이에 비하여 제안된 방안의 경우는 핸드오프 시 적절한 크로스 지연 값을 지원함으로써 패킷 유실 없이 이동호스트로 패킷이 전송됨을 확인할 수 있다.

반면, 새로운 경로가 이전 경로에 비하여 긴 경우(그림 11)에는, 이동 호스트는 이전 경로를 통하여

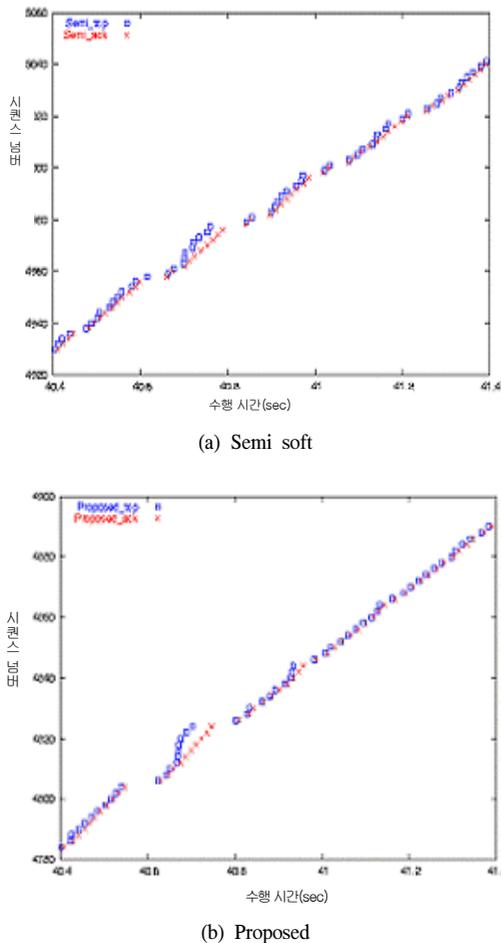


그림 11. 새로운 경로가 이전 경로보다 긴 경우

수신한 패킷을 새로운 경로를 통하여 다시금 수신하게 되어 중복 패킷을 발생하게 된다 제안한 핸드오프 방안에서는 핸드오프시 이전 경로를 통하여 패킷을 전송하지 않기 때문에 이런 패킷 중복을 억제할 수 있다. 하지만, 이전 경로와 새로운 경로의 차이가 크면 클수록 세미 소프트 핸드오프 방안에 비하여 좀 더 패킷 지연이 일어나는 것은 확인할 수 있다.

이는 경로차이만큼을 크로스 오버 노드에서 수신한 패킷들을 버퍼링해야 하기 때문에 좀 더 지연되는 것이다. 그러나 위의 그림 12의 TCP 쓰루풋 그림에서 확인할 수 있듯이 TCP 쓰루풋에 직접적인 영향을 미치지 않기 때문에 허용될 수 있다

다음의 그림 12의 경우는 160sec 시뮬레이션 시간 동안 총 20번의 핸드오프 동안에 각각의 핸드오프 기법에 나타난 TCP의 쓰루풋을 측정한 그림이다.

그림 12에서 우리는 핸드오프수가 증가하면 할수록 핸드오프 동안 발생하는 패킷 유실에 의하여 TCP 쓰루풋은 감소하게 되는 것을 확인할 수 있다 그러나 본 논문에서 제안한 방안의 경우 핸드오프 동안 유실되는 패킷의 수가 적기 때문에 그 감소율이 기존의 핸드오프 방안에 비하여 완만함을 확인할 수 있다.

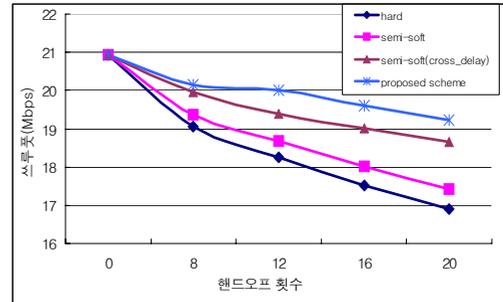


그림 12. TCP 쓰루풋 비교

## V. 결론

본 논문에서는 마이크로 도메인에서 실시간 서비스를 지원하기 위한 핸드오프 방안을 제시하였다 이와 같은 실시간 서비스들은 이동 호스트가 빠르게 이동하더라도 적은 패킷 유실을 발생해야 한다 기존의 세미 소프트 핸드오프에서는 크로스 오버 노드에서의 바이 캐스팅을 통해 핸드오프를 지원하였다. 이를 위해 이동 호스트는 세미 소프트 지연 값 동안 두 BS사이의 중첩 구간에서 머물러야 하고 크로스 지연 값 동안 새로운 경로를 통해 전달되는 패킷의 경우 크로스 오버 노드에서 머물러야 한다 세미 소프트 핸드오프의 경우 패킷 유실을 억제하기 위하여 이런 지연 값들을 임의적으로 설정하고 있다. 그러나 스트리밍 서비스와 같이 실시간을 요구하는 데이터들의 경우 부적절한 지연 값은 성능 저하를 초래하게 된다

이에 본 논문에서는 패킷 유실을 최소화하기 위하여 경로상의 지연차이 동안을 크로스 오버 노드에서 버퍼링한 후 새로운 노드로 이동하도록 하였기 때문에, 기존의 세미 소프트 핸드오프에 비해 크로스 지연 값으로 인한 패킷 유실을 억제할 수 있으면서 중복 패킷을 방지할 수 있음을 확인하였다 또한 이동 호스트가 빠르게 이동하는 경우 세미 소프트 핸드오프에 비해 좀 더 적은 패킷 유실을 발생하는 것을 확인할 수 있다

이럼으로 빠른 이동 호스트들에게 실시간 서비스를 원활하게 지원할 수 있는 핸드오프 방안이라 할 수 있을 것이다. 추후에 QoS부분을 추가하여 실시간 트래픽에 QoS를 보장하는 방안을 모색해야 하겠다.

참 고 문 헌

[1] C. Perkins, editor, "IP Mobility Support", Internet RFC 2002, Work in Progress, October 1996.

[2] A. T. Campbell, J. Gomez, C-Y. Wan, S. Kim, Z.Turanyi, A. Valko, "Cellular IP", IETF Internet Draft <draft-ietf-mobileip-cellularip-00.txt>, December 1999, Work in Progress.

[3] A. T. Campbell, S. Kim, J. Gomez, C-Y. Wan, Z.Turanyi, A. Valko, "Cellular IP Performance", IETF Internet Draft <draft-gomez-cellularip perf-00.txt>, October 1999, Work in Progress.

[4] Z. D. Shelby, D. Gatzounas, A. T. Campbell, C-Y.Wan, "Cellular IPv6", Internet Draft, draft-shelbyseamoby-cellularipv6-00.txt, November 2000.

[5] Andrew T. Campbell, Javier Gomez, Sanghyo Kim, Zoltan Turanyi, Chieh-Yih Wan, and Andras G. Valko, "Design, Implementation, and Evaluation of Cellular IP", IEEE Personal Communications, Special Issue on IP-based Mobile Telecommunications Networks, pp. 42-49, August 2000.

[6] R. Ramjee, T. La Porta, S. Thuel, K. Varadhan, L.Salgarelli, "IP micro-mobility support using HAWAII", IETF Internet Draft <draft-ietfmobileip-hawaii-00.txt>, June 1999, Work in Progress.

[7] A. Helmy, M. Jaseemuddin, G. Bhaskara, "Efficient Micro-mobility using Intra-domain Multicast-based Mechanism(M&M)", ACM SIGCOMM Computer Communications Review CCR, October 2002.

[8] A.T.Campbell, J Gomez,S. Kim, Turanyi, Z., Wan, CY. and A, Valko " Comparison of IP Micro-Mobility Protocols", IEEE Wireless

Communications Magazine, Vol. 9, No. 1, February 2002.

[9] 김경아, 김종권, 박재윤 "Cellular IP 핸드오프 성능개선", "정보처리학회논문지", Vol 9-C, No 1, 2002년 2월.

[10] CIMS : The Columbia IP Micro-mobility Suite NS Source Code Distribution for Cellular IP , HAWAII and Hierar Mobile IP, April 2001.

김 응 도(Eung do Kim)

준회원



2002년 2월 광운대학교 전자공학부 졸업  
 2004년 2월 광운대학교 전자통신공학과 석사  
 2004년 3월~현재 LG 전자 이동통신연구소 연구원  
 <관심분야> 무선이동통신, IP 이동성 관리, UMTS

김 화 성(Hwa sung Kim)

정회원



1981년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업  
 1983년 2월 고려대학교 전자공학과 석사  
 1996년 Lehigh Univ. 전산학 박사  
 1984년 3월~2000년 2월 ETRI

책임 연구원  
 2000년 3월~현재 광운대학교 전자공학부 교수  
 <관심분야> NGN 미들웨어 환경, QoS-aware 미들웨어, 그리드컴퓨팅