

초고속 휴대 인터넷 망에서 서비스 품질 보장을 위한 핸드오버 메커니즘

준회원 엄 홍 주*, 종신회원 김 화 성**

A Handover Mechanism for QoS Guarantee in WiBro

Hong-ju Yeom* Associate Member, Hwa-sung Kim** Lifelong Member

요 약

일반적인 IP 네트워크에서 이동성을 보장해 주는 대표적인 기술인 Mobile IP 에서는 핸드오버에 따른 패킷 유실의 문제를 피할 수 없다. 따라서 이러한 패킷 유실의 문제를 해결하기 위한 대안으로 Smooth Handover가 제시되었다. 하지만 Smooth Handover의 경우 핸드오버 동안의 패킷 버퍼링과 핸드오버에 따른 패킷 순서 뒤바뀔의 문제가 발생하고 결과적으로 전체 네트워크의 성능이 감소하는 결과를 초래한다.

차세대 휴대 인터넷 기술인 WiBro(High-speed Portable Internet) 시스템에서도 역시 서비스 중인 단말이 핸드오버 시 동일한 문제가 발생한다. 특히 WiBro 시스템은 휴대성과 이동성을 보장하고 IEEE 802.16 표준을 기반으로 서비스 클래스에 따른 차별적인 서비스를 제공한다. 따라서 패킷 유실 및 순서 뒤바뀔 문제를 해결하는 핸드오버 메커니즘이 휴대인터넷에서 필요 하다.

본 논문에서는 WiBro 시스템에서 패킷 유실 및 패킷 순서 뒤바뀔 문제를 해결하는 알고리즘과 핸드오버 메커니즘을 제안한다.

Key Words : WiBro, Handover, Packet loss, Out-of-sequence, QoS

ABSTRACT

When using the Mobile IP which is the representative technology to secure the mobility in general IP networks, the packet loss during the handover is inescapable. To remedy the packet loss problem, the smooth handover was introduced. However, the smooth handover causes the packets sequence disruption during the packet forwarding procedure and it may result in the degradation of the network performance.

The same problem also occurs in the WiBro (High-speed Portable Internet) system that is the next generation portable IP service system. The WiBro system, which provides the high speed data service just like xDSL and leased line in wired internet, aims to guarantee the portability, mobility, and the differentiated service based on IEEE 802.16. So, the handover mechanisms that solve the problems of packet loss and packet sequence distribution are required in the WiBro system.

In this paper, we propose the handover mechanism and the packet sequence control algorithm that provide the reliability and the differentiated service for the unicast service in the WiBro system.

* 본 연구는 대학 IT 연구센터 육성지원 사업의 연구결과로 수행되었음.

* LG전자 MC사업본부 LG Electronics Mobile Communications Company (nanta0201@nate.com)

** 광운대학교 전자통신공학과 네트워크 컴퓨팅 연구실 (hwkim@daisy.kw.ac.kr)

논문번호 : KICS2006-01-023, 접수일자 : 2006년 1월 11일, 최종논문접수일자 : 2006년 7월 12일

I. 서론

개인용 휴대 단말기 보급의 증가 추세와 더불어 무선 및 이동 환경에서 인터넷 사용에 대한 요구가 증가 하고 있다. 이러한 이유로 휴대성과 높은 데이터 전송률을 보장하는 무선 인터넷 서비스인 초고속 휴대인터넷(Wireless Broadband Internet: WiBro)이 ETRI와 국내 기업들에 의하여 개발 되었다. 특히 WiBro는 RtPS(Real time Polling Service), NrtPS(Non-real Time Polling Service), BE(Best Effort service)의 세 가지 서비스 클래스를 정의 하고 이에 따른 차별적인 서비스를 제공한다^[1]. WiBro 망에서 서비스를 받고 있는 단말은 핸드오버 시 자신이 속한 특정 서비스 클래스 수준의 품질을 보장 받아야 한다.

일반적인 IP 네트워크에서 핸드오버 동안에 발생하는 패킷 유실 문제 해결을 위하여 Smooth 핸드오버 기법이 제안 되었다^[2,3]. 하지만 Smooth 핸드오버의 결과 패킷 유실은 감소하더라도 버퍼링에 따른 패킷 순서 뒤바뀔 문제가 발생한다. 특히, TCP에서 순서가 뒤바뀐 패킷을 받은 단말은 중복되는 ACK를 송신 측에 보내고 송신 측은 이를 네트워크의 혼잡에 따른 패킷 유실 문제로 판단하고 혼잡제어 메커니즘을 수행한다^[4,5]. 결과적으로 이로 인하여 단말이 받은 서비스 품질은 악화가 된다. 따라서 이러한 패킷 순서 뒤바뀔 문제를 해결하기 위하여 크로스오버 노드에서의 버퍼링과 New-FA(New Foreign Agent)에서의 버퍼링을 사용한 핸드오버 메커니즘이 제안 되었다^[6,7].

기본적인 WiBro 시스템의 핸드오버 메커니즘은 Smooth 핸드오버 기법과 같이 이전 RAS(Radio Access Station) 즉, Old-RAS에서 이루어진다. 따라서 핸드오버 결과 패킷 순서 뒤바뀔 문제가 발생하고, 특히 현재의 핸드오버 메커니즘은 단말의 서비스 클래스를 고려하지 않는다^[1]. 따라서 본 연구에서는 BE, NrtPS 서비스 클래스를 위한 패킷 순서 제어 메커니즘을 포함한 Old-RAS 버퍼링 핸드오버 메커니즘을 제안하고, 더불어 RtPS 서비스 클래스를 위한 크로스오버 노드 버퍼링 기반의 ACR(Access Router) 버퍼링 핸드오버 메커니즘 및 New-FA 버퍼링 기반의 New-RAS 핸드오버 메커니즘을 제안한다. 또한 본 연구를 통하여 WiBro 시스템에서의 효율적인 멀티캐스트 서비스 적용을 위한 방안 및 서비스 품질 보장을 위한 핸드오버 메커니즘을 제안한다.

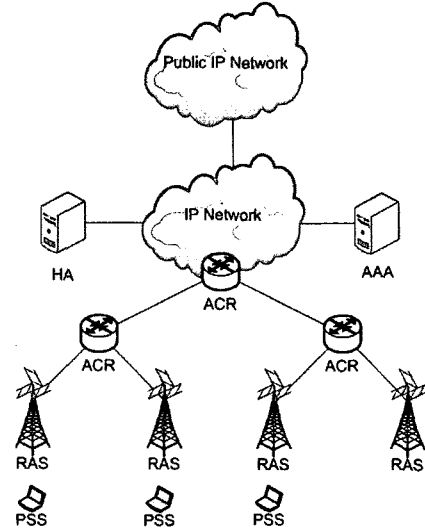


그림 1. 초고속 휴대인터넷 구조

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서 WiBro 시스템에서의 핸드오버 구조와 현재의 문제점에 대하여 살펴본다. 3장을 통하여 제안하는 핸드오버 메커니즘을 설명하고 4장에서 이를 시뮬레이션을 통하여 검증하고, 끝으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. WiBro 핸드오버 구조와 문제점

그림 2와 같이 RAS간 핸드오버 시 ACR은 핸드오버 요청에 대한 결과 및 RAS정보를 포함한 HOrsp 메시지를 Old-RAS에게 전달하게 되고, Old-RAS는 HO-RSP 메시지를 PSS에게 전송한 후 하향 패킷의 전송을 중지한다. 이때를 시점으로 Old-RAS에서는 미전송 패킷에 대한 버퍼링을 시작한다.

이후 Old-RAS는 가입자 세션에 대한 정보들을 포함하는 AClind 메시지를 ACR를 통해 New-RAS에게 전달하고, New-RAS는 이에 대한 응답으로 New-RAS정보(cell의 MAC 주소)를 포함한 AClcnf 메시지를 ACR를 통하여 Old-RAS에게 전달한다. 이때 ACR은 PSS에 대한 패킷 포워딩 정보를 갱신하고, 이후 Old-RAS와 New-RAS간의 미전송 패킷에 대한 포워딩 과정이 진행된다.

하지만 Old-RAS에서 New-RAS간의 패킷 포워딩 중에 ACR에 도착한 새로운 패킷은 New-RAS로 포워딩 될 것이고 결과적으로 New-RAS에서는 Old-RAS에서 포워딩 되어서 오는 이전 패킷과 HA에서 ACR을 통하여 도착하는 패킷의 순서가 바

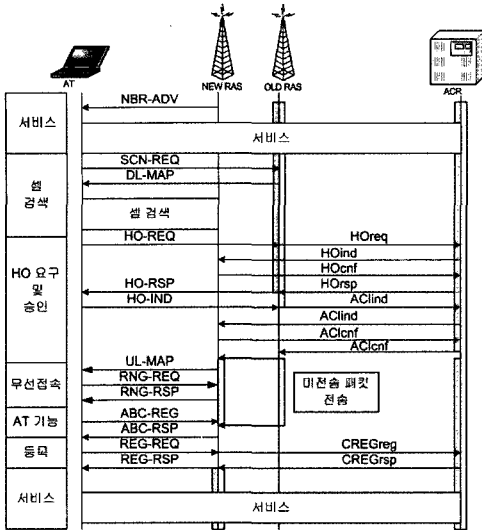


그림 2. RAS간의 핸드오버 [WiBro 규격]

뀌게 될 것이다. 또한 Old-RAS에 버퍼링 된 미전송 패킷은 ACR를 거쳐 New-RAS에 전달되어야 하기 때문에 Old-RAS와 ACR사이의 거리에 따른 추가적인 지연현상이 발생한다. RAS간 핸드오버 시 수신되는 패킷은 다음 두 가지로 구분 할 수 있다. Old-Stream은 ACR의 PSS 패킷 포워딩 정보 갱신 이전, 즉 버퍼링 되어 Old-RAS에서 New-RAS로 포워딩 되는 패킷으로 정의한다. New-Stream은 ACR의 PSS 패킷 포워딩 정보 갱신 이후 ACR에 새로 도착하여 New-RAS로 포워딩 되는 PSS를 향하는 패킷으로 정의 한다. 따라서 핸드오버 과정에서 이 Old-Stream과 New-Stream은 동일한 ACR의 동일 인터페이스를 통하여 New-RAS로 전달되고, New-RAS에서 패킷 순서 뒤바뀔 문제가 발생한다. 그림 2는 RAS간의 핸드오버 절차이다.

III. 서비스 품질 보장을 위한 핸드오버 메커니즘

3.1 Old-RAS 버퍼링 핸드오버 메커니즘과 순서 제어 메커니즘

New-RAS에서의 패킷 순서 뒤바뀔 문제를 해결하기 위하여 New-RAS는 Old-Stream과 New-Stream을 구별 할 수 있어야 한다. 따라서 본 연구에서는 Old-Stream의 시작과 끝을 나타내는 "START" 메시지와 "LAST" 메시지를 이용한다. 이를 위하여 ACR는 Old-RAS에게 패킷 버퍼링 시작 알림과 동시에 START 메시지를 보내고, 패킷 버퍼링을 알림과 동시에 LAST 메시지를 보내어 각각의 메시지를

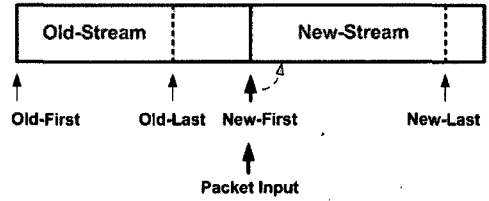


그림 3. 제안하는 메커니즘의 기본개념

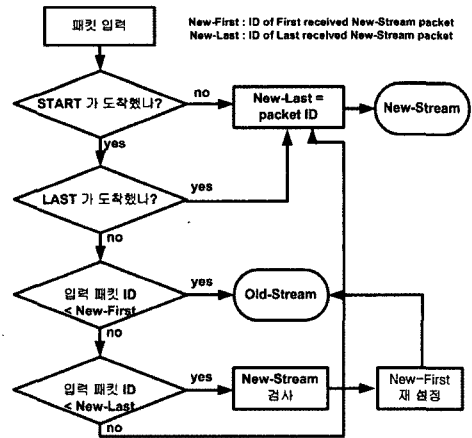


그림 4. New-RAS에서의 패킷 순서 제어 메커니즘

버퍼의 시작과 끝에 위치시킨다. 하지만 Old-RAS에서 New-RAS로 패킷이 포워딩 되더라도 LAST 메시지가 도착하기 이전의 New-Stream과 Old-Stream은 New-RAS에서 서로 섞이고 구별 할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 IP 패킷의 헤더의 ID (Identification) 필드를 이용한 패킷 순서 제어 메커니즘을 제안한다.

그림 3은 제안하는 순서 제어 메커니즘의 기본개념을 보여 준다. 제안하는 메커니즘에서 New-RAS는 새롭게 전송된 패킷이 Old-Stream과 New-Stream을 구별하기 위해 새롭게 전송된 Packet ID와 New-First값을 비교하여 결정한다. 제안하는 메커니즘에서의 New-First와 New-Last는 처음 입력되는 연속 되는 패킷의 ID를 비교 하여 작은 것을 New-First, 큰 것을 New-Last로 초기화 한다. 이후 New-Last 값은 새롭게 New-Stream으로 분류되는 패킷의 ID를 가리킨다.

그림 4는 제안하는 순서 제어 메커니즘의 동작을 나타낸다. 그림에서와 같이 START 메시지 이전과 LAST 메시지 이후에 New-RAS로 전송되는 PSS의 패킷은 New-Stream으로 구분된다. 만약 초기 연속되는 입력 패킷이 New-Stream의 패킷이 들어와 New-First와 New-Last가 설정되었고, 이후 New-First

와 New-Last 사이의 패킷 ID 값을 가지는 패킷이 입력된 경우 New-RAS는 New-Stream중 New-First를 제외 하고 가장 작은 패킷 ID로 New-First를 재 설정 한다.

3.2 ACR 버퍼링 핸드오버 메커니즘

핸드오버 시 미전송 패킷에 대한 버퍼링 방법으로 cross-over 노드에서 버퍼링을 하는 방식은 패킷 포워딩 시 패킷 순서의 뒤바뀜 문제를 해결하고 지연현상을 줄이는 이점을 제공한다.

RAS간의 핸드오버 시 HOrsp 메시지가 ACR에서 Old-RAS에 전달된 후 하향 패킷에 대한 버퍼링이 시작된다. 따라서 Old-RAS와 New-RAS의 cross-over 노드 역할을 하는 ACR에서 버퍼링은 HOrsp 메시지를 Old-RAS에게 보내는 시점에 시작 하고 PSS에 대한 패킷 포워딩 정보를 갱신하는 ACIncf 메시지가 ACR에 도착 하는 시점에 New-RAS로의 패킷 포워딩이 발생한다.

이후 ACR에 새로 들어오는 PSS를 향하는 패킷은 버퍼링 된 미전송 패킷이 다 포워딩 된 후에 전송이 가능하고 결과적으로 New-RAS에 도착하는 패킷 사이에서 Out-Of-Sequence 패킷은 발생 하지 않는다.

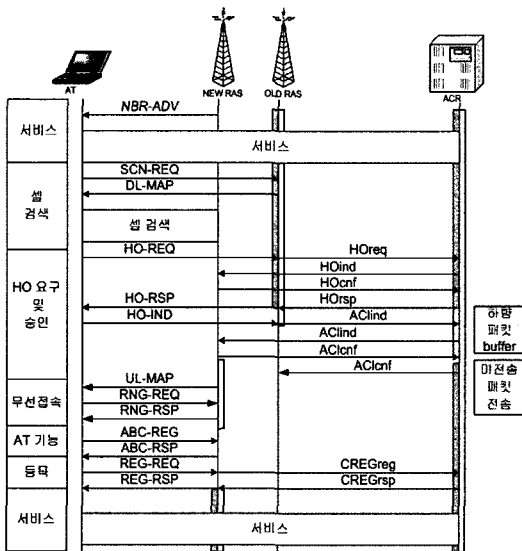


그림 5. ACR버퍼링을 이용한 RAS간의 핸드오버

3.3 New RAS 버퍼링 핸드오버

PSS는 이웃하는 RAS들로부터 신호의 강도를 측정하여 이를 이용하여 핸드오버 할 New-RAS를 예

상 할 수 있다. 이러한 사실에 근거 하여 본 연구에서는 New-RAS에서의 버퍼링 메커니즘을 적용한다. 특히, WiBro 시스템의 핸드오버에 New-RAS 버퍼링을 적용하기 위하여 패킷 포워딩을 위한 RAS간의 Context 정보는 핸드오버 초기화 이전에 완료 되어야 한다. 이러한 이유로 본 연구에서는 추 가적인 메시지를 정의 한다.

그림 6에서와 같이 핸드오버 요청을 받은 Old-RAS는 ACR로 가는 HOreq_Ext 메시지에 PSS의 가입자 세션에 대한 정보를 같이 포함 시켜 ACR에 게 전달하고, ACR는 HOreq_Ext 메시지를 기반으로 핸드오버 할 목적지 셀과 핸드오버 종류를 결정 한다. 이후 ACR는 HOind_Ext 메시지에 Old-RAS로부터 받은 가입자 세션에 대한 정보를 포함 시켜 New-RAS에게 전달하고, New-RAS는 HOCnf_Ext 메시지에 핸드오버 요청에 대한 결과와 패킷 포워딩을 위한 자신의 정보를 포함하여 ACR에게 보내 고 이 메시지를 받은 ACR는 패킷 포워딩 정보를 갱신하고 Old-RAS에게 핸드오버 요청결과를 알리는 HOrsp_Ext 에 ACIncf메시지 내용을 포함시켜 핸드 오버 요청 결과 통보 및 Old-RAS에서의 가입 자에 대한 Context 정보를 삭제 한다.

이후 PSS로 향하는 패킷은 ACR에서 New-RAS로 빠르게 포워딩 되고 New-RAS에서 순차적으로 버퍼링 된다. 따라서 이 결과 패킷 버퍼링에 따른 패킷 순서 뒤바뀜 문제는 발생하지 않는다.

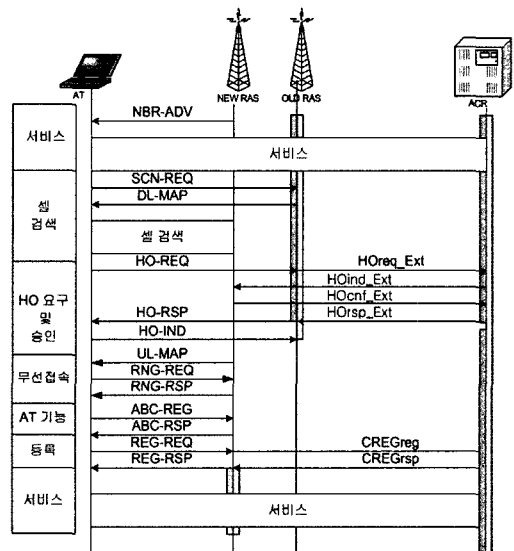


그림 6. New-RAS 버퍼링을 이용한 RAS간 핸드오버

IV. 성능 측정 및 비교

이동 단말인 PSS는 RAS1을 출발하여 RAS3의 방향으로 RAS2를 지나 일정한 속도로 이동을 하고 이때 핸드오버 과정을 수행한다.

따라서 PSS가 제안하는 핸드오버 메커니즘에서 PSS가 RAS2에서 RAS3로 핸드오버 할 때, Old-RAS 버퍼링 핸드오버 일 경우 RAS2에서 버퍼링이 이루어지고 RAS3에서 순서제어 메커니즘이 동작한다. 또한 ACR 버퍼링 핸드오버일 경우 ACR2에서 패킷 버퍼링이 일어나고, New-RAS 버퍼링 핸드오버 일 경우 RAS3에서 패킷 버퍼링이 일어난다.

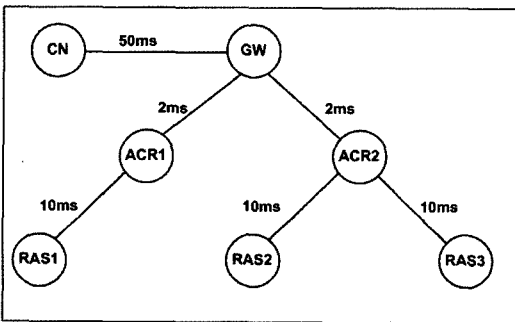


그림 7. 시뮬레이션 토폴로지

4.1 UDP 성능 측정

본 절에서는 UDP 트래픽을 사용하였을 경우 IP 패킷의 패킷 ID의 변화를 보여준다. UDP는 신뢰성이 없는 프로토콜이다. 이러한 이유로 패킷 유실이나 순서 뒤바뀐 문제에 반응을 하지 않는다. 따라서 패킷 유실과 순서 뒤바뀐 문제가 발생했을 경우 상위 계층 어플리케이션에서 그 만큼의 서비스 품질 감소가 발생한다.

그림 8은 핸드오버 시 버퍼링을 하지 않았을 경우, Old-RAS 버퍼링을 했을 경우, Old-RAS에서의 버퍼링과 New-RAS에서의 패킷 순서 제어 메커니즘을 적용 했을 경우의 PSS가 수신하는 패킷 ID 변화를 보여 준다.

결과에서 알 수 있듯이 버퍼링을 하지 않았을 경우 핸드오버 동안에 많은 패킷이 유실됨을 확인할 수 있었고, Old-RAS에서의 패킷 버퍼링을 적용 했을 경우 패킷 유실은 없어지지만, 버퍼링에 따른 Out-Of-Sequence 패킷이 발생함을 확인할 수 있다.

그림 9, 그림 10, 그림 11은 Old-RAS 버퍼링과 New-RAS에서의 순서제어 메커니즘을 적용하였을

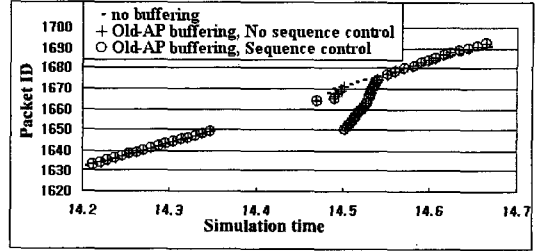


그림 8. 버퍼링을 하지 않을 경우, Old-RAS 버퍼링, New-RAS에서의 순서 제어 메커니즘을 적용한 Old-RAS 버퍼링 경우의 패킷 ID 비교

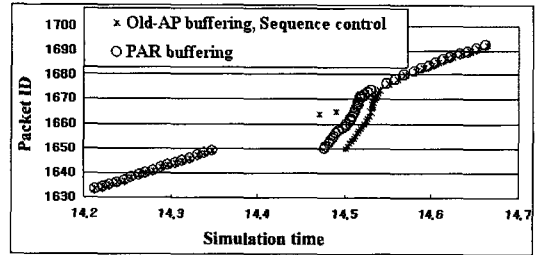


그림 9. New-RAS에서의 순서 제어 메커니즘을 적용한 Old-RAS 버퍼링과 ACR 버퍼링의 경우 패킷 ID 비교

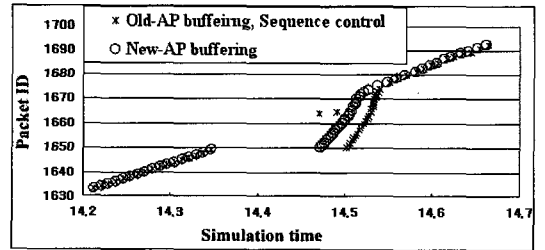


그림 10. New-RAS에서의 순서 제어 메커니즘을 적용한 Old-RAS 버퍼링 New-RAS 버퍼링의 경우 패킷 ID 비교

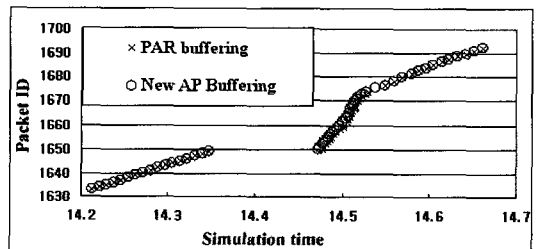


그림 11. ACR 버퍼링과 New-RAS 버퍼링의 경우 패킷 ID 비교

경우와 ACR에서의 버퍼링을 적용하였을 경우와 New-RAS에서의 버퍼링을 적용 하였을 경우에 대한 PSS가 수신하는 패킷 ID의 변화를 각각 보여준다. 결과에서 확인할 수 있듯이 ACR 버퍼링과 New-RAS 버퍼링의 경우 모두 패킷 유실 문제와

Out-Of-Sequence 패킷 문제가 해결됨을 확인 할 수 있고, Old-RAS 버퍼링에 비하여 더 빠르게 패킷을 수신함을 확인 할 수 있다. 또한 ACR 버퍼링에 비하여 New-RAS 버퍼링을 적용 하였을 경우 미세한 차이로 패킷을 더 빠르게 수신함을 그림 11에서 확인 할 수 있다.

4.2 TCP 성능 측정

본 절에서는 TCP 트래픽을 사용 하였을 경우 패킷의 시퀀스 넘버 변화를 살펴본다. TCP는 신뢰성 있는 프로토콜이다. 따라서 패킷 유실과 패킷 순서 뒤바뀔 문제에 반응을 하고 여러 복구 작업을 수행 한다.

그림 12는 핸드오버 시 버퍼링을 하지 않았을 경우, Old-RAS 버퍼링을 했을 경우, Old-RAS에서의 버퍼링과 New-RAS에서의 패킷 순서 제어 메커니즘을 적용 했을 경우의 PSS가 수신하는 TCP 패킷의 시퀀스 넘버의 변화를 보여 준다. 그림 12에서 볼 수 있듯이, 핸드오버 동안에 패킷 버퍼링을 하지 않았을 경우 동일 시간에 가장 많은 TCP 패킷을 수신함을 확인 할 수 있고, Old-RAS에서의 버퍼링만을 적용 한 것 보다 New-RAS에서의 순서제어 메커니즘을 함께 적용한 경우가 마찬가지로 동일 시간에 가장 많은 TCP 패킷을 수신함을 확인 할 수 있다. 이는 TCP가 패킷 유실과 순서 Out-Of-Sequence 패킷에 반응하여 여러 복구 과정을 수행 하기 때문이다. 그림 13과 그림 14는 Old-RAS 버퍼링과 New-RAS에서의 순서제어 메커니즘을 적용 하였을 경우와 ACR 에서의 버퍼링을 적용하였을 경우와 New-RAS에서의 버퍼링을 적용 하였을 경우에 대한 PSS가 수신하는 TCP 패킷의 시퀀스 넘버 변화를 각각 보여준다.

결과에서 확인 할 수 있듯이 New-RAS에서의 패킷 순서 제어 메커니즘을 적용한 Old-RAS를 사용한 경우보다, ACR 버퍼링이나 New-RAS 버퍼링이 동일 시간에 더 많은 패킷을 더 빠르게 수신함을 확인 할 수 있다. 따라서 RtPS 서비스일 경우 Old-RAS 버퍼링 보다 ACR나 New-RAS 버퍼링을 사용한 핸드오버 메커니즘이 더욱 적합하다.

표 1은 각각의 버퍼링 메커니즘 적용 시 다르게 나타나는 서비스 단절 시간, 즉 서비스 재 개시까지 소비 되는 시간과 순서 제어 메커니즘 적용에 따른 추가적인 딜레이를 나타낸다. 서비스 단절 시간 항목에서 알 수 있듯이 패킷 버퍼링을 적용하지 않은 경우에 비하여 패킷 버퍼링을 적용한 경우가 핸드

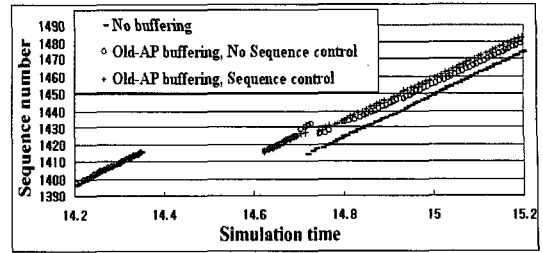


그림 12. 버퍼링을 하지 않을 경우, Old-RAS 버퍼링, New-RAS에서의 순서 제어 메커니즘을 적용한 Old-RAS 버퍼링의 경우 시퀀스 번호 비교

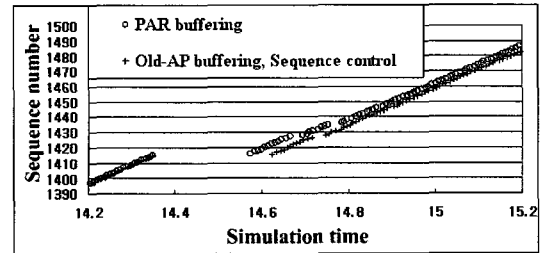


그림 13. New-RAS에서의 순서 제어 메커니즘을 적용한 Old-RAS 버퍼링과 ACR 버퍼링의 경우 시퀀스 번호 비교

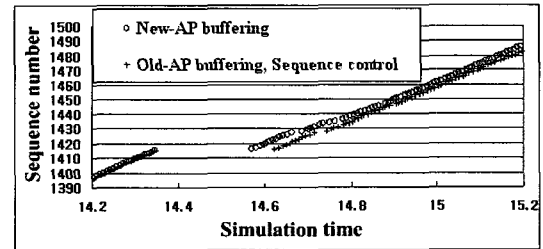


그림 14. New-RAS에서의 순서 제어 메커니즘을 적용한 Old-RAS 버퍼링과 New-RAS 버퍼링의 경우 시퀀스 번호 비교

표 1. 핸드오버 종류에 따른 서비스 단절 시간과 순서 제어 지연

핸드 오버 종류	버퍼링 안함	Old-RAS 버퍼링	Old-RAS 버퍼링 (순서제어)	ACR 버퍼링	New-RAS 버퍼링
서비스 재시작 딜레이	0.3678141	0.275217	0.2755321	0.2255322	0.22303
순서제어 딜레이	-	-	0.029345	0.026234	0.025456

오버 후 빠르게 패킷을 수신 할 수 있음을 확인 할 수 있고, 그 중 New-RAS 버퍼링 핸드오버의 가장 빠르게 패킷을 받을 수 있음을 확인 할 수 있다. 이는 버퍼링 위치에 따라 패킷 포워딩 요청 메시지가 전달되는 딜레이와 패킷 포워딩 딜레이가 각각의 경우에 다르기 때문이다. 또한 순서 제어를 위한 추가적인 딜레이 관점에서 제안하는 Old-RAS 버퍼

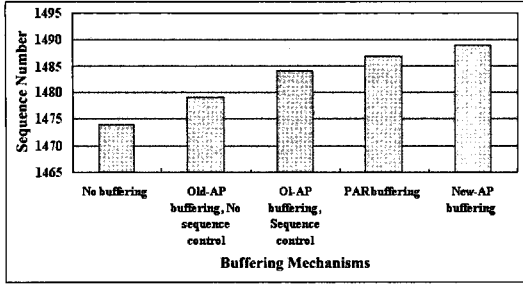


그림 15. 핸드오버 완료 후 시퀀스 넘버 비교

링을 이용한 핸드오버 메커니즘은 ACR 버퍼링 핸드오버와 New-RAS 버퍼링 핸드오버에 비하여 더 많은 추가적인 시간이 소비 되는 것을 확인 할 수 있다.

그림 15는 핸드오버 완료 후 다음 핸드오버 이전 시간에 확인한 TCP 시퀀스 넘버이다. 그림에서 확인 할 수 있듯이 패킷 버퍼링을 하지 않은 경우에 비하여 한 경우가, 그 중 New-RAS 버퍼링 핸드오버의 경우가 1489로 핸드오버 완료 후 최종적으로 가장 많은 TCP 패킷을 수신함을 확인 할 수 있다.

V. 결론

휴대인터넷에서의 가장 큰 문제점 중 하나는 단말의 핸드오버에 따른 서비스 품질의 악화이다. 이러한 서비스 품질 악화는 핸드오버 동안에 발생 할 수 있는 패킷 유실과 이 문제를 해결하기 위하여 패킷 버퍼링 기법을 적용 할 때 발생 할 수 있는 패킷 순서 뒤바뀔 문제, 두 가지 모두에 의하여 발생 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 휴대 인터넷 구조에서 핸드오버 시 서비스 품질을 보장 할 수 있는 핸드오버 메커니즘을 제안하고 설명하였다.

실험 결과를 통하여 Old-RAS에서 버퍼링하는 경우보다 ACR 버퍼링 핸드오버 메커니즘과 New-RAS 버퍼링 핸드오버 메커니즘이 패킷유실과 패킷 순서 뒤바뀔 문제에 있어서 좋은 성능을 나타내는 것을 확인 할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] "The HPI Handover Specification", ETRI 2003.
 [2] C. Perkins, "IP mobility support, Internet RFC 2002, Oct. 1996.

[3] C. Perkins and K.Y. Wang, "Optimized Smooth Handoffs in Mobile IP", Computers and Communications, July 1999.
 [4] V. Jacobson, "Congestion avoidance and control", Proceeding SIGCOMM'88, Stanford, August 1988.
 [5] M. Allman V. Paxson, and W. Stevens, "TCP congestion control", RFC-2581, April 1999.
 [6] D. Tandjaoui, N. Badache, A. Bouabdallah, H. Bettahar, H. Seba, INC-2-2002 "Towards a smooth Handoff for TCP and real time applications in wireless network", INC2002 proceedings (International Network Conference), UK, July 2002.
 [7] D. Tandjaoui, N. Badache, H. Bettahar, A. Bouabdallah, H. Seba "Performance enhancement of smooth Handoff in mobile IP by reducing packets disorder" ISCC2003 proceedings (8th IEEE Symposium on Computers and Communications) Kemer-Turkey ISCC2003.

염 홍 주 (Hong-ju Yeom)

준회원



2004년 2월 광운대학교 전자공학부 졸업
 2006년 2월 광운대학교 전자통신공학과 석사 졸업
 2006년 7월~현재 LG 전자 MC 사업본부 재직 중
 <관심분야> 무선이동통신, 멀티

캐스트, MoIPv6

김 화 성 (Hwa-sung Kim)

종신회원



1981년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1983년 2월 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1996년 Lehigh Univ. 전산학 박사
 1984년 3월~2000년 2월 ETRI

책임 연구원

2000년 3월~현재 광운대학교 전자통신공학과 부교수
 <관심분야> NGN 미들웨어 환경, QoS-aware 미들웨어