

# 이동망에서 트리거를 이용한 향상된 핸드오프 메커니즘 및 자원예약 방안

준회원 이돈수\*, 정회원 민상원\*

## An Improved Handoff and Resource Reservation Scheme Using Triggers in Wireless Networks

Don-Su Lee\* Associate Member, Sang-won Min\* Regular Member

요약

본 논문에서는 현재의 Mobile IPv6 메커니즘을 개선한 방식으로 이동단말의 정보 공유를 통한 주소 중복 검사 생략과 2 계층에서의 이벤트를 이용한 예상된 핸드오프 기법 그리고 패킷 지연을 줄이기 위해 터널링 기법을 이용하는 방법과 효과적인 자원예약을 위해 2 계층에서의 이벤트를 이용한 anticipated-reservation 메커니즘을 제안한다. 제안한 핸드오프 메커니즘은 기존의 방식에 비해 핸드오프 시 데이터 수신 지연을 줄이고 터널링 되는 시간을 단축함으로써 라우터 간의 데이터 트래픽 양을 줄인다. 또한 anticipated-reservation 메커니즘은 자원예약을 수행하기 위해 자원을 미리 예약한다. 제안한 이동통신망에서의 핸드오프 메커니즘은 시뮬레이션을 통해 성능을 검증하였고 anticipated-reservation 메커니즘은 새로운 에이전트의 도입과 메시지 흐름을 이용하여 타당성을 입증하였다.

**Key Words** : Handoff, Reservation, Wireless and Mobile Network, L2 Trigger

### ABSTRACT

In this paper, we propose an effective handoff mechanism using events at the layer 2 and a tunnel-based mechanism that is performed by sharing information of a mobile node and anticipated-based handoff. Also, we propose a novel anticipated-reservation mechanism using the events triggered at layer 2 to make easy a resource reservation procedure. Comparing with the existing mobile IPv6 handoff mechanism, our proposed handoff mechanism can reduce an amount of handoff latency and traffic volume between access routers where handoff is performed. In the anticipated-reservation mechanism, the amount of signaling traffics between an mobile node and the correspondent nodes can be reduced and then the allocation of resource can be accomplished. We present the performance of our proposed handoff mechanism in the wireless network environment by ns-2 simulation. Although the anticipated-reservation mechanism including a proxy agent is explained without performance evaluation, we can validate the operation of our proposed model only by the procedure of message flow.

\* 광운대학교 전자통신공학과 통신프로토콜공학연구소 (donsu.lee@dongbu.com, min@kw.ac.kr)  
논문번호 : KICS2006-12-496, 접수일자 : 2006년 12월 15일, 최종논문접수일자 : 2007년 5월 9일

## I. 서론

차세대 정보통신망이 all IP 망이라는 이름의 IP (Internet Protocol) 기반의 망으로 발전함에 따라 IP 망에서의 이동성 지원 기술인 MIP (Mobile IP)의 중요성이 증가하고 있다<sup>[1]</sup>. 현재 무선 인터넷을 위한 주요 인프라로 사용되고 있는 이동통신망의 경우 2계층(layer)에서 이동성을 지원하기 때문에 하부 기술에 대한 의존성으로 인하여 글로벌 로밍에 어려움이 있었다. 이에 비하여 MIP는 3계층에서 이동성을 제공함으로써 하부 기술에 독립적인 이동성을 제공할 수 있기 때문에 IP 기반 네트워크에서 글로벌 로밍을 보다 효과적으로 지원할 수 있다<sup>[2][3]</sup>. 그러나 MIP 핸드오프 시 발생할 수 있는 패킷 손실 및 지연이 VoIP (Voice over IP)와 같은 실시간 서비스에서 요구하는 성능을 만족시키지 못할 수 있다 따라서 현재의 IP 이동성 관련 표준화는 실시간 서비스 제공을 위한 MIP에서의 기능향상 및 차세대 인터넷으로 주목 받고 있는 IPv6 (Internet Protocol version 6) 망에서의 이동성 프로토콜인 MIPv6 (Mobile IPv6)에 관하여 표준화가 진행 중이며 그 중 매우 중요하게 다루어지고 있는 분야가 핸드오프 부분이다<sup>[4]</sup>.

현재까지 이동성 지원을 위한 무선 접속 네트워크 프로토콜들이 몇 가지 제안되고 있으나 이것들은 대부분 앞으로 요구되어질 실시간 서비스에 대한 QoS (Quality of Service) 지원을 크게 고려하지 않고 있다. IETF (Internet Engineering Task Force)에서는 인터넷 QoS를 위한 RSVP (ReSerVation Protocol)와 무선 접속 네트워크에서의 이동성 지원을 위한 MIP를 각각 표준화하고 있다. 따라서 QoS와 이동성을 동시에 지원하기 위해 RSVP와 MIP의 통합은 필수적이지만 단말들의 쉘간 이동이 잦은 MIP 환경에서는 적용이 어렵다. 왜냐하면, 유선 인터넷 환경을 위한 RSVP는 경로가 부분적으로 변경되었을 경우에도 end-to-end 형태로 전 경로에 걸쳐 자원예약과정이 재수행되어지며 송신측으로부터 수신측이 PATH 메시지를 수신한 후이나 경로를 설정할 수 있는 receiver-oriented 형태의 프로토콜이기 때문이다<sup>[5]</sup>.

이러한 문제들의 해결을 위해 본 논문에서는 IP 기반 이동 망에서 향상된 핸드오프 및 anticipated-reservation 메커니즘을 제안한다. 제안한 핸드오프 메커니즘에서는 이동 단말의 정보를 라우터들이 공유하는 것과 2계층에서의 이벤트를 이용함으로써 라우터 사이의 트래픽을 감소시키는 동시에 MIPv6 핸드오프와 비교하여 패킷 수신 지연을 줄인다. 또한

anticipated-reservation 메커니즘은 macro-mobility 환경에서 이동 단말이 핸드오프 시 2계층의 이벤트를 감지하여 예상된 QoS의 RSVP 경로를 설정하도록 하여 이동단말이 새로운 도메인에서 등록과정을 종료함과 거의 동시에 QoS가 보장된 RSVP 경로를 할 수 있게 한다.

본 논문에서는 제안한 핸드오프 메커니즘에 대해서 시뮬레이션을 통해 성능을 검증하였고 시뮬레이션 결과 값은 제안한 메커니즘이 현재의 메커니즘보다 나은 성능을 보여 현재 표준화된 MIPv6 핸드오프보다 효과적임을 확인하게 하였다. 그리고 anticipated-reservation 메커니즘에 대해서는 새로운 에이전트를 정의하고 핸드오프를 수행할 때 예상된 자원예약 시나리오를 통해 제안한 메커니즘의 타당성을 입증하였다.

본 논문은 II장에서 MIPv6, fast 핸드오프, 그리고 RSVP 및 이동망에서의 RSVP 적용방안에 대해 설명하고 III장에서는 본 논문에서 제안하는 핸드오프 메커니즘과 anticipated-reservation 메커니즘에 대해서 설명한다. 그리고 IV장에서는 현재의 MIPv6 핸드오프 메커니즘과 제안한 핸드오프 메커니즘의 성능을 시뮬레이션을 통해 비교 분석하고 마지막 V장에서 결론을 맺는다.

## II. 이동성 관리 및 QoS

### 2.1 Hierarchical Mobile IPv6 와 Fast Handoff

기본적인 MIP 프로토콜에 있어, 이동 노드의 다른 네트워크로의 이동과 이로 인한 라우팅 변경은 자신의 HA와 CN에게 전송된 바인딩 업데이트 메시지는 라우팅 최적화를 위해 지연을 일으킬 수 있으며 이동 노드가 패킷을 손실 할 수도 있다.

HMIPv6는 HA와 CN에게 전송되는 바인딩 업데이트 전송으로 인한 지연과 인터넷 상의 시그널링 증가를 줄이기 위해 FA를 계층적으로 구성하여 MIP 등록을 지역(local)내에서 하도록 하는 프로토콜이다. HMIPv6의 이동성 관리 메커니즘을 이동 노드의 이동 유형에 따라 inter-domain과 intra-domain으로 구분한다.

Fast 핸드오프 여러 방안들의 기본 원리는 L2 (Layer 2)에서 보내지는 트리거(trigger) 링크의 변경을 L2 핸드오프 이전에 감지하여 L2 핸드오프가 완료되기 전에 L3 핸드오프를 수행하거나 또는 포워딩 터널을 미리 설정함으로써 L3 핸드오프에 소요되는

시간을 줄이는 것이다[6-8]. Fast 핸드오프는 MN의 이동성을 최적화하기 위해 L2 트리거를 이용하는 것으로 트리거는 목표 AR을 식별할 수 있는 정보를 포함해야 한다.

Fast 핸드오프 수행하는 또 다른 기술인 tunnel-based 핸드오프가 있다. MN이 새로운 AR로 이동할 때 새로운 CoA를 생성하기 위해서는 지연이 발생하기 때문에 tunnel-based 핸드오프는 L2 핸드오프에서 수행되고 새로운 서브넷에서 이전 CoA를 사용하여 통신이 계속되도록 한다. L2 트리거의 사용은 AR이 어떠한 패킷 교환 없이도 MN의 이동을 감지할 수 있도록 하며 이것은 무선 인터페이스에서 패킷을 보내는 비용을 줄여 준다는 측면에서 매우 유용한 기술이다.

### 2.2 Mobile IP와 RSVP 연동

RSVP가 근본적으로 유선망을 위해 설계되었기 때문에 이동 망으로 QoS를 적용하기 위해서는 몇 가지 문제점이 발생한다. 첫 번째로 RSVP는 MN의 이동성을 인식하지 못한다. 네트워크 자원이 항상 새로운 경로에 대해 QoS 보장을 하지 못하기 때문에 새로운 경로에 대한 실시간 요구를 충족시키지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 더구나 경로가 바뀌어서 예약이 종료되었다라도 기존의 자원 예약이 계속 유지되어 자원을 점유하고 있을 수 있기 때문에 새롭게 도착한 RSVP 요구가 자원 부족으로 차단당할 가능성도 있다<sup>[9]</sup>. 두 번째 문제는 QoS 예약이 이동 IP 네트워크에서의 삼각 라우팅의 영향을 받을 수 있다는 것이다. 삼각 라우팅은 RSVP가 부적절한 경로를 예약하게 만든다. 세 번째, 실시간 데이터를 전송하기 전에 수신자는 송신자에게 예약 경로를 설정하게 되어 있다. 이러한 과정을 수행하기 위해서는 오랜 시간이 걸리고 특히 핸드오프 시 새로운 QoS 경로 설정으로 인해 실시간 연결이 실패할 가능성이 생긴다.

RSVP를 이동 망에 적용하기 위해서는 이러한 세 가지 문제점을 고려해야 한다. IP 이동성을 바탕으로 RSVP 지원을 고려한 몇 가지 해결책이 현재 제안되고 있다. 해결책 중 하나로써 이동 IP에 RSVP 터널을 적용하는 방식을 제안하였다. RSVP 터널에 대한 예시는 그림 1과 같다<sup>[10]</sup>. 그림에서 보는 바와 같이 MN은 핸드오프 이후에도 PATH 메시지를 여전히 받을 수 있다. 그러나 MN이 HA를 벗어났을 경우 삼각 라우팅 문제가 발생되며 예약 경로는 더 길어지고 비효율적인 된다.

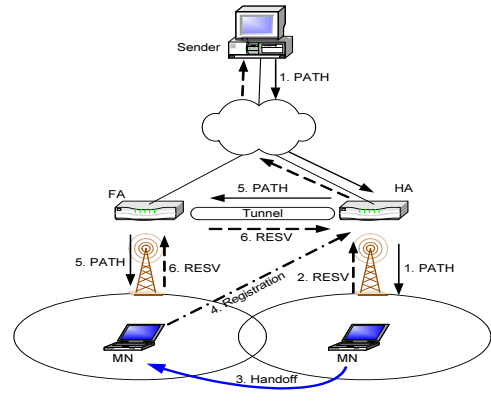


그림 1. MIP에서 RSVP 터널

## III. 향상된 핸드오프 매커니즘 및 자원예약 방안

### 3.1 향상된 핸드오프 매커니즘

현재 IETF에서 제안하고 있는 MIPv6 핸드오프 방식은 넓은 지역의 느린 이동성 지원을 위해 설계되었기 때문에 빠른 속도로 이동하는 단말에 대한 실시간 서비스 제공에는 문제가 있다. 즉 2 계층에서의 핸드오프 이후 MN 스스로가 이동했음을 감지하고, NCoA (New CoA)를 설정하여 BU를 보내고 그에 대한 acknowledgement를 받아 실제로 NCoA로 패킷을 송수신하기까지는 짧지 않은 시간 동안 핸드오프 지연이 발생하게 된다. 특히 PAR (Previous Access Router)의 셀 범위를 완전히 벗어나 더 이상 패킷을 받지 못하고, NAR (New Access Router)로의 이동을 RA (Router Advertisement) 메시지를 받아 감지한 후에야 NCoA를 설정하기 때문에 지연이 더욱 길어진다.

이와 같이 MIPv6의 문제점을 개선하기 위해 새롭게 제시되고 있는 메커니즘이 fast 핸드오프이다. Fast 핸드오프의 주된 기술은 2 계층에서의 이벤트, 예측된 CoA구성 그리고 터널링 기법이다. 그러나 이러한 fast 핸드오프 메커니즘도 여전히 보완해야 할 사항이 있다.

MN이 새로운 서브 넷에 진입하거나 새로 부팅어 링크에 접속할 경우 이더넷 환경을 기반으로 링크로컬 (link-local) 주소 설정하고 DAD과정을 수행한다. 제안된 핸드오프 메커니즘을 수행할 때 DAD 고려하지 않아도 되며 BU를 보내는 지점을 새로운 서브 넷으로 도착했음을 미리 알리는 L2 트리거를 수신한 후 바로 BU를 보낼 수 있게 된다.

L2 트리거는 2 계층 이벤트를 나타내는 신호로 제안된 핸드오프 메커니즘 지원을 위한 필수적인 요소이며 2가지 종류를 고려한다. 즉, 이동 직전 MN의 2 계층 접속지점 (point of attachment) 변경을 미리 알려주는 신호와 MN이 2 계층 접속지점 변경이 완료되었음을 알려주는 신호로 구분될 수 있으며 MN trigger, source trigger, target trigger, link-up trigger 그리고 link-down 등이 있다.

제안한 핸드오프 메커니즘에 대한 시나리오는 그림 2과 같고 이와 같은 시나리오를 바탕으로 MN과 AR들 사이에서 주고받는 메시지 흐름은 그림 3과 같으며 표 1은 이용되는 주요 메시지에 대한 설명이다.

표 1. 제안된 핸드오프에 사용되는 메시지

메시지	설명
Router Solicitation for Proxy (RtSolPr)	핸드오프에 대한 정보를 요청하기 위해 MN에서 PAR로 전송되는 메시지
Proxy Router Advertisement (PrRtAdv)	PAR이 MN에게 NAR의 subnet prefix를 제공하기 위한 메시지
Fast Binding Update (FBU)	PAR에게 NAR로 패킷을 포워딩하도록 요청하는 메시지
Fast Binding Acknowledgment (FBACK)	FBU에 대한 응답으로 PAR로부터의 메시지
Handover Initiate (HI)	핸드오프를 시작하기 위해서 PAR로부터 NAR로 보내는 메시지
Handover Acknowledge (HACK)	HI에 대한 NAR의 응답으로 PAR이 보낸 NCoA의 사용 가능 상태에 따른 code를 포함시킨 메시지로써 HACK으로 터널의 개설이 완료를 나타냄
Fast Neighbor Advertisement(FNA)	MN이 이동했 있음을 NAR에게 알리는 메시지
Router Advertisement (RA) with NAACK	FNA에 대한 응답으로 RA 메시지에 NAACK option을 설정하여 보냄

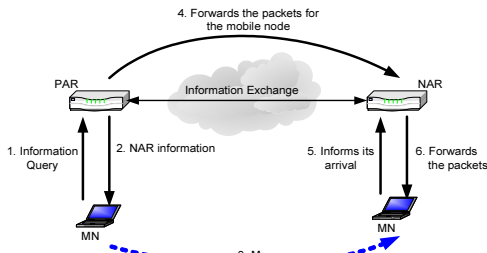


그림 2. 제안한 핸드오프 시나리오

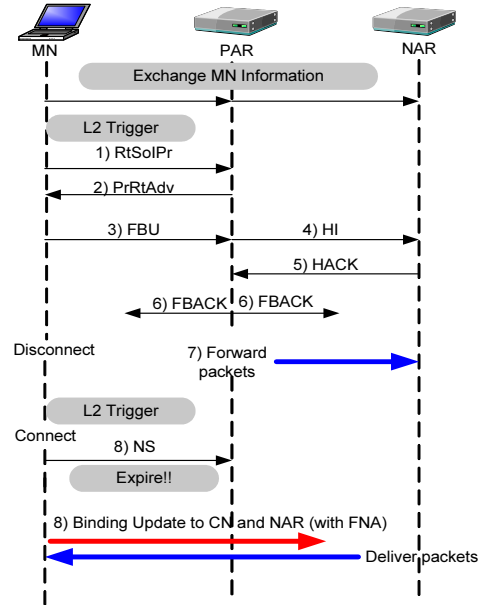


그림 3. 제안한 핸드오프 메커니즘의 메시지 흐름

라우터의 경계 AP영역에 진입한 MN은 macro-mobility를 수행하기 위해 우선 앞서 설명한 바와 같이 자신의 정보를 예상 가능한 이웃 AR로 전송한다.

그리고 만약 이웃 한 AR의 영역으로 이동하기를 결정한 MN은 이동 전에 2 계층에서 발생하는 일정 이벤트 즉 L2 트리거가 발생하면 핸드오프가 수행될 것이라는 것을 인식하게 된다. 만일 MN이 정보를 가지고 있거나 또는 새로운 서브넷으로 핸드오프 할 것을 결정하였다면 PAR로 RtSolPr 메시지를 보낸다. 이에 대한 응답으로 PrRtAdv 메시지를 받는다. 만일 PAR이 MN의 핸드오프 예상 정보를 가지고 있다면 PAR은 MN으로 요청을 받지않아도 PrRtAdv를 보낸다. RtSolPr을 받은 PAR은 NCoA를 얻기 위해 NAR과 메시지를 교환한다.

MN은 PrRtAdv를 통해 임박한 L3 핸드오프를 확인 받고 NCoA를 가지는 즉시 L2 핸드오프가 완료되기 이전에 마지막 메시지로써 PAR에 NCoA를 이용하여 FBU를 보낸다. FBU의 수신과 확인으로써 PAR은 FBACK를 응답한다. PAR은 실제 패킷을 포워딩하기 전에 MN으로부터의 FBU를 기다린다. FBU를 받는 즉시 PAR은 FBACK에 규정된 lifetime 동안 임시터널을 형성하며 이 FBACK이 새로운 링크 상의 MN에게 이 터널을 통해 보내지게 된다. 또한 MN이 아직 이동하지 않은 경우에는 FBACK이 이전 링크 상의 MN으로 보내 질 수도 있다.

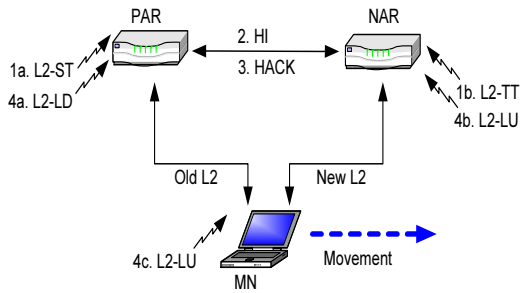


그림 4. 터널 기반 핸드오프

MN이 NAR에 도착했음을 인식하기 위해서 L2 트리거를 이용한다. MN이 NAR에 도착하여 2 계층 연결이 3 계층 트래픽에 대하여 준비되었을 때 MN은 자신에게 포워딩되기를 기다리고 있는 패킷을 포워딩하기 위하여 NAR로 FNA를 보냄과 동시에 현재 MN과 통신하고 있는 CN에게 BU 메시지를 보낸다.

CN으로의 BU 이전에 PAR은 MN이 이동한 후에 자신의 PCoA를 목적지로 하여 MN으로 향하는 패킷을 PAR로 포워딩해야 한다.

다음은 제안된 핸드오프 메커니즘에서 사용되는 터널기반 핸드오프 방법에 대한 설명이다<sup>[13]</sup>. 터널기반 핸드오프 방법은 2 계층에서 보내진 트리거 정보를 이용하여 PAR과 NAR 간에 2 계층 핸드오프가 완료되기 이전에 미리 양방향 터널을 설정하는 것이다. 터널 기반 핸드오프 방법의 양자간 핸드오프 동작을 그림 4에 나타내었다.

### 3.2 Anticipated-Reservation 매커니즘

Anticipated-reservation 매커니즘은 유선망에서의 RSVP 매커니즘을 부분적으로 개선하여 IP 기반 이동통신망에서 효과적으로 적용될 수 있도록 한다. 본문에서 제안하는 anticipated-reservation 매커니즘은 macro-mobility 환경을 위한 매커니즘이다. 이를 위해 이동통신망에서 다음과 같은 가정이 필요하다<sup>[22]</sup>. 우선, 제안된 방식은 MN으로 static source 뿐만 아니라 QoS에 민감한 이동 통신에도 일반적으로 적용되어야 하며 MN으로 직접 보내지는 시그널링 메시지의 양을 줄이기 위해 proxy agent를 새롭게 정의한다.

Proxy agent는 통신이 발생하는 무선 인터페이스 상에 존재하며 NN의 QoS 요구사항을 기록하고 MN을 대신하여 필요한 시그널링을 발송한다. 그리고 자원예약 수행 프로세싱은 비록 핸드오프로 인해 source와 destination이 변경될지라도 최대한 짧은 시간 내에 완료하도록 하는 역할을 한다. 다음은 proxy

agent의 주요 역할이다. 첫째, MN으로부터 전송된 플로우 스펙 메시지를 통해 QoS 변화를 기록한다. 둘째, MN을 대신하여 적절한 RESV 메시지를 발송한다. 셋째, 진행 중인 세션의 PATH 메시지의 변화를 검사한다<sup>[10]</sup>.

그리고 이동 단말이 처음으로 RSVP 세션을 설정하기 위하여 HA는 MN의 home address를 목적지로 하여 MN으로 향하는 PATH 메시지를 받으면 메시지 2와 같이 현재 MN의 위치를 알려주는 바인딩 업데이트 메시지로써 응답을 한다. 자원예약을 위해 RESV 메시지가 전송될 중간 RSVP 라우터들에게 알려진다. 따라서 MN은 중간 라우터들에게 proxy agent의 존재를 RESV 메시지를 통해 알려야 한다. 그 이후 발송되는 PATH 메시지에 대한 응답은 경로에 대한 변화가 발생하지 않는 한 proxy agent가 대신하게 된다. 이때 proxy agent는 MN을 대신하여 RESV 메시지를 발송하기 위해 필요한 정보들을 구성하고 PATH나 RESV 메시지에서 변화가 발생할 때 업데이트를 수행한다.

MN이 새로운 영역으로 이동하기 전, 현재 셀에서 CN과 RSVP를 통해 설정된 경로로 이미 통신을 하고 있는 상황 하에서 anticipated-reservation 매커니즘 동작 시나리오는 그림 5와 같다. 먼저 MN이CN으로부터 세션을 맺고 있는 상태에서 인접한 서브넷으로 이동할 경우, 이동을 알리는 2 계층 트리거가 발생한다. RtSolPR 메시지를 수신한 proxy agent는 PrRtAdv 메시지 내에 MN이 요청한 정보를 삽입하여 응답 메시지를 보내게 된다. 기존 proxy agent는 MSPEC 메시지를 CN으로 전송한다. MSPEC 메시지를 수신한 CN은 PATH 메시지를 새로운 proxy agent에게 보내며 이를 수신한 proxy agent는 SPEC 정보를 바탕으로 RESV 메시지를 CN에게 응답함으로써 TempRESV 세션을 설정한다. TempRESV은 플로우에 대한 자원은 예약되어 있지만 데이터는 받지 못한 상태를 말한다.

그 이후 MN은 새로운 서브넷 영역으로 이동해왔음을 2 계층 트리거를 통해 알 수 있게 되고 새로운 서브넷으로 이동해 왔음을 감지한 MN은 새로운 proxy agent에게 이동 감지 메시지인 BU를 전송하고 CN에게는 핸드오프 완료를 알리는 BU메시지를 역시 전송한다. 이를 수신한 proxy agent는 TempRESV 세션을 MN과 CN의 새로운 RSVP 경로를 설정하게 된다. 이와 같이 핸드오프 시 수행되는 RSVP 세션에 대한 메시지 흐름은 그림 6에 나타나 있다.

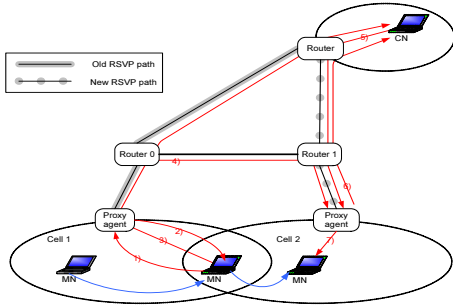


그림 5. Anticipated-Reservation 메커니즘 시나리오

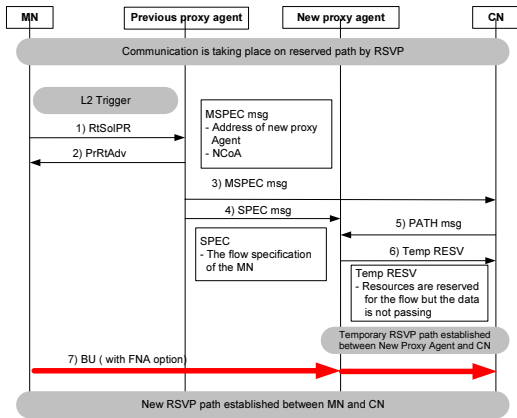


그림 6. Anticipated-Reservation 메커니즘의 메시지흐름

#### IV. 성능 측정 및 결과

본 시뮬레이션에서는 제안한 메커니즘의 성능분석을 위한 툴로써 UC Berkeley의 NS-2 (Network Simulator 2)를 사용하였다. 이를 위해 레드햇 7.1 기반의 리눅스를 OS로써 사용하였고 2.1b6 버전의 NS-2를 설치하였다. 그러나 NS-2의 기본 기능은 MIPv4만을 지원하며, MIPv6에 대한 지원을 하지 않는다. 따라서 NS-2만으로는 MIPv6를 시뮬레이션할 수 없기 때문에 새롭게 NS-2를 확장한 Mobiwan을 추가하였다. Mobiwan은 NS-2를 확장한 결과물로서, 기본적인 IPv6의 기능들을 제공하여 MIPv6를 시뮬레이션 할 수 있는 환경을 제공한다<sup>[11][12]</sup>.

시뮬레이션을 위한 네트워크는 유무선 LAN 환경으로 그림 7과 같이 구성하였고 PAR은 MN이 핸드오프 하기 전에 연결되어 있는 라우터이며 NAR은 핸드오프 이후 접속하게 될 라우터이다. 즉 PAR와 NAR은 BS역할을 대신하게 된다. 유선 연결의 경우

10Mb의 대역폭과 5ms의 전송지연을 가진다. 또한 무선 구간에서 각각의 AR들은 셀 유효 반경 250ms, 중첩구간 40m를 갖는다. 그리고 이동단말의 이동 속도는 35m/s로 이동한다. CN에서 MN의 전송되는 트래픽은 1K 크기의 UDP 패킷을 초당 0.2Mbps로 송신한다. IETF에서 제시하는 트리거 역시 명확하지 않기 때문에 본 시뮬레이션에서는 세 종류의 트리거를 표 2와 같이 간단히 정의하여 사용하였다.

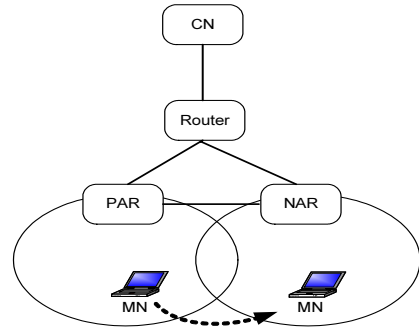
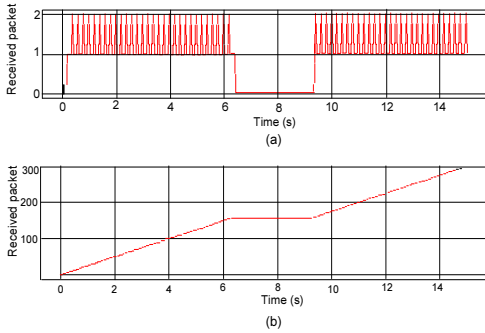


그림 7. 시뮬레이션 네트워크 구성

표 2. 시뮬레이션을 위한 트리거의 종류

트리거	설명
TR_FHI	Fast 핸드오프를 시작할 시점에 전송되며 트리거를 발생시킬 threshold는 전과 세기가 2 계층의 핸드오프보다 큰 값으로 결정한다.
TR_HI	PAR의 2 계층에서 MN과의 연결이 끊어졌을 경우 보내며 이 트리거를 받으면 MN이 곧바로 2 계층 핸드오프를 하는 것이므로 패킷 포워딩을 개시하도록 한다.
TR_MD	2 계층에서 핸드오프가 종료되었을 때 발생하며 이 트리거를 통해 MN은 이동이 끝났음을 알고 동시에 BU를 보내어 포워딩되고 있는 패킷을 수신하게 된다.

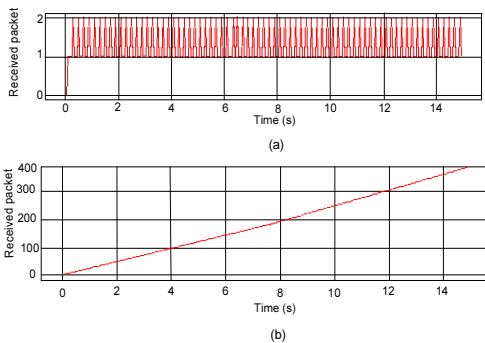
그림 8은 MIPv6의 핸드오프 결과를 보여준다. 그림에서 보듯이 약 3초 동안 CN에서 지속적으로 보내는 UDP 패킷을 수신하지 못하고 있는 것을 확인할 수 있다. 즉, 6.29초에 마지막 패킷을 수신한 이후 패킷 수신율이 0으로 감소된다. MN은 9.21초에 이동을 감지하여 바인딩 업데이트를 보내고, HA가 바인딩 업데이트를 수신한 이후 9.29초부터 패킷을 수신하게 된다. 그리고 10.21초에 다시 CN에게 바인딩 업데이트를 보낸 후부터 직접 패킷을 CN으로부터 수신하게 된다. 이와 같이 약 3초간의 핸드오프 지연을 확인할 수 있다.



(a) 패킷 수신 (b) 누적 패킷 수신량

그림 8. MIPv6 핸드오프

그림 9는 제안한 핸드오프 메커니즘을 구현한 후 시뮬레이션 한 결과이다. 기존의 MIPv6 핸드오프와 비교해 볼 때 패킷 손실이 거의 없이 계속해서 패킷을 수신하고 있음을 알 수 있다. 그러나 6.22초에서부터 6.37초까지 몇 개의 패킷을 수신하지 못하고 지연이 발생한다. 이는 6.22초 이후부터 포워딩이 시작되어 4개 정도의 패킷이 PAR과 NAR 사이의 터널을 통해 포워딩되고, 6.37초 이후부터 CN에서 직접 NAR을 통해 전송되는 패킷을 받기 때문이다. 그림 9(a)를 통해 패킷 수신 그래프가 핸드오프 이전에 일정한 모양을 그리다가 핸드오프 구간에서 약간 달라지는 모습이 이를 증명해 준다.

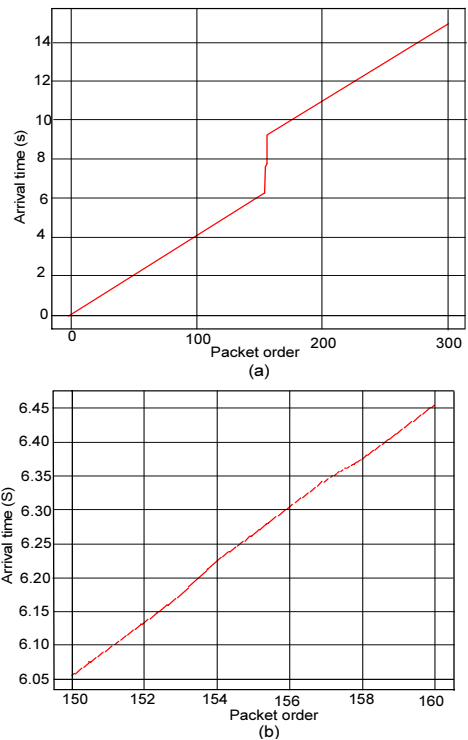


(a) 패킷 수신 (b) 누적 패킷 수신량

그림 9. 제안된 핸드오프

다음은 MN의 패킷 도착을 통한 지연 성능에 대해 비교 설명한다. 같은 환경에서 시뮬레이션을 수행했기 때문에 핸드오프 과정이 아닌 상황에서는 도착 시간 간격이 40ms로 유지된다. 그림 10의 그래프들

은 핸드오프가 발생하지 않는 구간에서는 같은 기울기로 도착시간이 같음을 보여준다. 그러나 핸드오프가 시작되는 시점의 150번째와 160번째 사이의 수신되는 패킷 사이에는 그래프의 기울기가 달라지는데 이것은 패킷의 도착에 지연이 있음을 보여준다. 기존 MIPv6의 경우 이 기울기가 급격하고 지연이 크게 나타남을 알 수 있다. 반면, 제안된 핸드오프 메커니즘의 경우 그림 10 (b)와 같이 기울기의 변화가 미세하다. 이것은 지연 발생이 거의 없다는 것을 보여준다.



(a) MIPv6 핸드오프 (b) 제안된 핸드오프

그림 10. 패킷 도착 시간

## V. 결론

본 논문에서는 이동통신망에서 효율적으로 이동단말이 핸드오프를 수행할 수 있도록 하기 위한 새로운 핸드오프 메커니즘과 이동통신망 환경에서 효과적으로 RSVP를 적용하기 위한 anticipated-reservation 메커니즘을 제안하였다. 제안한 핸드오프 메커니즘의 경우 시뮬레이션을 수행하여 그 성능을 검증하였으며 anticipated-reservation 메커니즘의 경우는 새로운 에이전트의 도입과 논리적인 메시지흐름을 통하여

제안 방식에 대한 타당성을 확인하였다.

제안한 핸드오프 메커니즘은 현재 IETF에서 제시하고 있는 MIPv6 핸드오프와는 달리 2 계층에서 발생하는 이벤트를 이용하여 anticipated-based 핸드오프와 tunnel-based 핸드오프 방식을 이용하였다. 이것은 곧 이동단말이 새로운 영역으로 이동하기 전 NCoA의 사전 구성을 가능하게 하며 L3 핸드오프 완료 전에 터널을 구성함으로써 손실되는 패킷을 최소화하고 패킷 지연을 줄이는 효과를 확인하였다. Anticipated-reservation 메커니즘은 MN의 이동을 알리는 2 계층에서의 이벤트를 통해 사전에 이동을 감지하여 예상된 자원예약을 할 수 있도록 하며 새로운 에이전트인 proxy agent를 도입하여 MN이 RSVP 설정을 위해 발송해야 하는 시그널링의 양을 줄인다.

앞으로 차세대 IP 기반의 무선인터넷 망에서 이동성 제공을 위하여 MIP의 사용은 필수적이다. MIP에서 fast 핸드오프 기술은 실시간 서비스 제공을 위해 꼭 필요하며 또한 빠른 시일 내로 그 수요가 급속히 증가할 기술 중의 하나이다. 또한 이 기술은 특성 상 무선망 기술과 인터넷 기술, 계층 3기술과 계층 2 기술이 만나는 경계점에 있는 기술이므로 아직 그 기술이 초기 단계라고 할 수 있다. 따라서 무선 인터넷 기술 분야의 핵심 기술 확보 측면에서 차후 많은 관심과 연구 개발 노력이 필요한 분야이다.

### 참 고 문 헌

[1] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," IETF RFC 3220, January 2002.

[2] D. Johnos, C. Perkins and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", IETF draft-ietf-mobileip-ipv6-19.txt, October 2002.

[3] R. Braden and L. Zhang, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP)-Version 1 Message Processing Rules," RFC 2209, September 1997.

[4] 차승범, 민상원, "UMTS와 이기종망 사이의 Mobile IPv6 지원 방안," 한국통신학회 논문지, 2005년 12월.

[5] Q. Shen, A. Lo, W. Seah and C-C. Ko, "On Providing Flow Transparent Mobility Support for IPv6-based Wireless Real-Time Service," Proc.MoMuC 200, pp. 2B-4-1 ~ 4, October 2004.

[6] N. Montavont and T. Noel, "Handover Management for Mobile Nodes in IPv6 Networks," IEEE Communications Magazine, Vol. 40, No. 8, pp. 38 ~ 43, August 2002.

[7] K. Marki, "Low Latency Handoffs in Mobile IPv4," IETF draft-ietf-mobileip-low-latency-handoffs-v4-07.txt, October 2003.

[8] R. Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6," IETF draft-ietf-mobileip-fast-mipv6 -06, March 2003.

[9] W-T Chen and L-C. Huang, "RSVP Mobility Support: A Signaling Protocol for Integrated Services Internet with Mobile Hosts," IEEE INFOCOM2000, pp. 1283~1292.

[10] 이돈수, 민상원, "Fast 핸드오프 기능을 갖춘 Mobile IPv6 망에서의 RSVP를 이용한 자원할당 연구," 한국통신학회 하계종합학술발표회, 2004년 7월.

[11] "The network simulator-ns 2," <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>

[12] "MobiWan: NS-2 extensions to study mobility in Wide-Area IPv6 Networks," <http://www.inrialpes.fr/planete/mobiwan/>

이 돈 수 (Don-Su Lee)

준회원



2002년 2월 광운대학교 전자공학부 졸업  
 2004년 2월 광운대학교 전자통신공학과 석사과정 졸업  
 2004년 2월~현재 동부하이텍 반도체부문 근무

<관심분야> IPv6, MIP, IMS, Security

민 상 원 (Sang-won Min)

정회원

"한국통신학회 논문지 제 31권 9A호 참고"