

BcN 환경에서 유선망과 무선망간의 끊김없는 서비스를 지원하기 위한 핸드오버 절차

양 옥 식[†] · 최 성 곤^{**} · 최 준 균^{***}

요 약

이 논문에서는 유선망과 무선망간의 끊김없는 연결과 QoS 지원을 위해 Mobile-Assisted 및 Server-Initiated 핸드오버 방법을 이용하는 Low Latency 핸드오버 절차를 제안한다. 주 기능은 서버와 단말로 구성되며, 서버는 네트워크의 상황과 사용자의 선호도들을 고려하여 핸드오버를 위한 최선의 타겟 네트워크를 미리 평가하고 결정하여 두며, 단말은 서버에 의해 결정된 무선망과 링크 연결뿐만 아니라 CoA로 사용할 IP 주소를 미리 받아두는 역할을 수행한다. 이 경우, 만약 유선망에서 예고없이 연결이 해제되는 등의 원인에 의해 핸드오버가 요구되면 서버는 MIH(media independent handover) 방법을 이용하여 물리계층의 핸드오버 트리거를 서버로 전송하고 이를 받은 서버는 직접 게이트웨이로 바인딩 업데이트를 수행함으로써 핸드오버 지연시간을 줄일 수 있다는 것을 보여준다.

키워드 : 핸드오버, Latency, Seamless, Wired, Wireless

A Handover Scheme for Seamless Service Support between Wired and Wireless Networks over BcN

Ok Sik Yang[†] · Seong Gon Choi^{**} · Jun Kyun Choi^{***}

ABSTRACT

This paper proposes low latency handover procedure for seamless connectivity and QoS support between wired (e.g. Ethernet) and wireless (e.g. WLAN, WiBro(802.16-compatible), CDMA) networks by the mobile-assisted and server-initiated handover strategy. It is assumed that the server decides the best target network considering network status and user preferences. In this algorithm, a mobile terminal associates with the wireless link decided at the server in advance and receives CoA as well. When handover occurs without the prediction in wired networks, the server performs fast binding update using physical handover trigger through the MIH(media independent handover) function. As a result, a mobile terminal does not need to perform L2 and L3 handover during handover so that this procedure decreases handover latency and loss.

Key Words : Handover, Latency, Seamless, Wired, Wireless

1. 서 론

인터넷 트래픽의 급증, 컴퓨터와 통신 기술의 급속한 발전, 컴퓨터와 텔레콤의 결합 등으로 유선과 무선으로 구분되어 발전되어 오던 통신망의 발전 추세는 점차로 인터넷을 중심으로 하는 유무선, 음성, 데이터, 멀티미디어 통합 서비스 및 통합 교환망을 특징으로 하는 BcN 이동 통신망으로 진화하고 있다. 이러한 BcN 이동통신망에서 중요한 사안들 중의 하나는 무선망간의 이동성 뿐만 아니라 고정망과 무선망간의

끊김없는 연결을 유지하기 위한 방안이다. 고정망이란 xDSL, FTTH 그리고 이더넷과 같이 유선으로 연결되는 접속망을 의미하고, 무선망은 WLAN, WiBro 그리고 CDMA와 같이 일정한 지역에서 이동성을 지원해 줄 수 있는 접속망을 의미한다.

다양한 유/무선 접속망의 존재는 대역폭, 인터넷 접근성, 커버리지 측면에서 볼 때 큰 선택성을 제공하는 장점이 있다. 하지만 멀티미디어 스트리밍(예, 비디오 스트리밍)과 같이 엄격한 네트워크 QoS를 요구하는 서비스의 경우 사용자의 이동으로 인해, 네트워크가 더 이상 어플리케이션에 대해 QoS를 제공할 수 없는 상황이 발생할 수도 있다. 따라서 끊김없는 서비스의 연결과 QoS를 보장하기 위해서 서로 다른 접속망간의 공조를 통한 시스템간 연동(interoperability)이 절실히 요구된다[1]. 즉, 무선 망의 경우, 오버랩 지역에서의 핸드오버

* 본 연구는 2005년 한국과학기술재단, 과학기술부, 정보통신연구진흥원의 지원을 받아 이루어졌음.

†준회원 : 한국정보통신대학원대학교 석사과정

**중신회원 : 충북대학교 정보통신공학과 교수(교신저자)

***중신회원 : 한국정보통신대학원대학교 정교수

논문접수 : 2005년 7월 20일, 심사완료 : 2005년 10월 10일

시그널링이 가능한 반면, 유선과 무선간의 핸드오버 수행의 경우, 핸드오버 예측이 어려워, 유선 인터페이스를 사용하고 있는 사용자가 다른 곳으로 이동하기 위해 갑작스럽게 연결을 해제할 때, 무선망 간의 경우 보다 더 많은 패킷 손실과 지연을 초래할 수 있다. 따라서 유/무선간의 끊김없는 이동성을 제공하기 위해서는 연결 해제를 빨리 감지할 수 있는 L1 또는 L2 트리거를 이용한 Low Latency 핸드오버 절차가 요구된다.

현재 IEEE 802.21WG에서는 1계층과 2계층의 정보를 지능적으로 관리하는 MIHF(Media Independent Handover Function)을 표준화하는 작업을 하고있다[2]. MIHF은 2계층과 3계층 사이에 위치하여 L1과 L2의 정보를 수집하고 트리거를 발생시켜 상위계층으로 핸드오버에 대한 타이밍과 최적의 타겟 네트워크에 대한 정보를 제공한다. 따라서 이종망에서 사용자 단말과 네트워크 MIHF을 이용함으로써 사용자 단말은 L1과 L2 디바이스에 독립적으로 네트워크와 단말에게 빠른 핸드오버 트리거를 발생시킬 수 있다. 그에 따라, 멀티미디어 스트림은 단말 또는 네트워크의 최적화된 핸드오버 정책을 통해서 서비스의 지속적인 연결과 QoS의 위반을 줄일 수 있다.

현재 유/무선망간의 핸드오버와 관련된 솔루션은 Break-before-make 개념으로 tight coupling 망구조에서 이더넷과 무선랜간의 핸드오버시 사용자 어플리케이션의 QoS와 사용자 선호도에 관계없이 RSSI만을 고려하여 L2 핸드오버 이후 동일한 IP를 설정한다. 이 방법은 사용자에게 끊김없는 서비스를 지원해 줄 수 없을 뿐만 아니라 기존의 QoS와 사용자의 요구사항이 배제된 방법이다. IEEE 802.21 WG에서 제안된 [2]의 방법에서도 이더넷과 무선랜 간의 핸드오버에 대한 시나리오와 절차를 제안했다. 여기서 제안된 방법은 사용자가 이더넷에 접속하기 전에 단말이 미리 무선랜 중의 하나와 연결을 마친 상태에서 이더넷에 접속하는 방법을 사용한다. 따라서 이더넷에 접속해있던 사용자가 갑자기 연결을 해제할 경우 미리 접속해있던 무선랜과의 접속 절차를 생략하고서 바인딩 업데이트를 보냄으로서 Break-before-make 방법보다 핸드오버 시간을 줄일 수 있다. 하지만 이 방법은 다른 서브넷으로의 핸드오버 시 L3 핸드오버 지연이 같은 서브넷에서의 핸드오버보다 더 생기게 된다. 이러한 문제점을 감안하여, 본 논문에서는 Network Controlled 핸드오버를 기반으로 서버를 이용해서 유/무선간의 핸드오버 시 유선에서 무선으로 갑작스럽게 이동할 때 최선의 네트워크와 사용자의 선호도를 고려하면서 빠른 핸드오버 트리거를 이용하는 Low Latency 핸드오버 절차를 수행하기 위한 네트워크 프레임워크를 제안하며, 이에 대한 네트워크 구성요소의 기능 및 수행절차를 제안하고, 이에 대한 성능을 OpNet 시뮬레이터를 통해 기존의 방법과 비교하였다. 본 논문의 구성은, 2장에서 MIH를 살펴보고 기존의 방법들을 기술한다. 3장에서는 제안된 알고리즘의 동작환경 및 절차를 기술하며, 4장에서는 기존의 방법들과 비교를 통해서 제안된 방법의 성능을 평가한다. 마지막으로, 5장에서는 결론을 기술한다.

2. 관련 내용

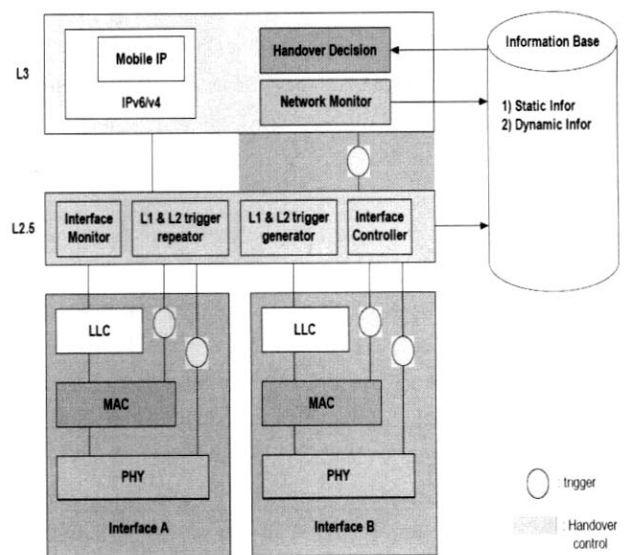
BcN에서 서로 다른 이종망간의 끊김없는 핸드오버를 지원하기 위해서는 서비스의 연속성과 다양한 트래픽들의 QoS를 만족해야한다. 이러한 기능적 요구사항을 구현한 MIH에 대해서 알아보고 기존의 방식을 이용한 핸드오버 절차에 대해서 알아본다.

2.1 Media Independent Handover (MIH)

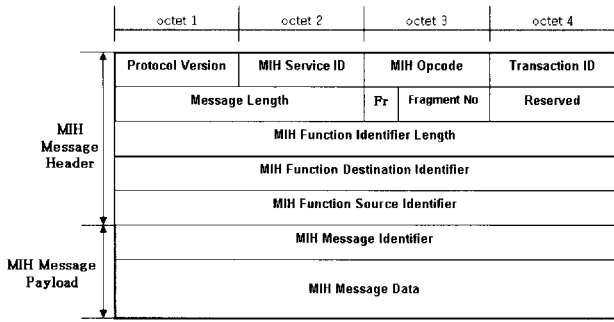
IEEE 802.21에서 제안된 구조는 기본적으로 인터페이스 모니터와 핸드오버를 위한 제어기를 가지고 있다. 인터페이스 모니터는 1계층 및 2계층에서 수집된 정보를 수집하고 이를 상위 계층에 알리는 역할을 수행한다. 이 때 상위 계층에 알리기 위해 trigger를 발생시킨다.

제어기의 경우 1계층 및 2계층에서 수집된 정보를 바탕으로 상위계층에서 내려오는 각종 명령을 하위 계층에 전달하는 역할을 하며 인터페이스 모니터와 마찬가지로 trigger를 발생시켜 작업을 수행하게 된다. 즉 2.5계층의 모든 동작은 trigger의 발생에서부터 시작되게 된다. Trigger의 종류는 계층에 따라 1계층 trigger, 2계층 trigger, 2.5계층 trigger로 나눌 수 있다.

3계층 핸드오버는 HO(Handover) Monitoring, HO Decision, HO Execution의 세 가지 기능으로 구분할 수 있다. 첫 번째 기능은 HO Monitoring으로써 핸드오버에 필요한 모든 정보를 단말기의 Interface와 인근 기지국으로부터 제공되는 정보를 모두 수집하는 역할을 하며 Interface Monitor와 Network Monitor를 포함하고 있다. 두 번째 기능은 HO Decision으로써 핸드오버의 시간 및 적정 네트워크 연결을 결정하는 과정이다. 세 번째 기능은 위의 두 가지 기능을 바탕으로 핸드오버를 실시하는 것이다.



(그림 1) MIH 참고모델



(그림 2) MIH 패킷 포맷

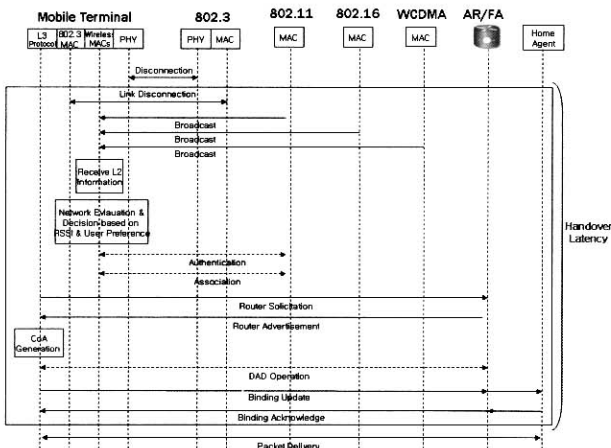
(그림 2)는 MIH 패킷의 포맷을 보여준다. MIH Service ID 필드는 MIH 서비스 식별자가 Event, Command 그리고 Information 서비스인지 알려주고 MIH Message ID 필드에서는 식별된 서비스 중에서 어떠한 MIH 메시지인지 알려준다. 예를 들어, 링크에서의 접속이 해제됐을 경우 Event 서비스에서 Link_Down Event Indication을 발생하게 된다. MIH 메시지들은 데이터 프레임 또는 특정 미디어의 관리 프레임을 이용해서 2계층에서 전송된다. 또한 L3 전송 프로토콜을 통해서 3계층에서도 전송될 수 있다. 본 논문에서는 MIH를 이용해서 유선망과 무선망간의 핸드오버를 통해서 서비스의 연속성을 제공하고 최적의 타겟 네트워크를 선택한다.

2.2 기존 방식을 이용한 핸드오버 알고리즘(시나리오)

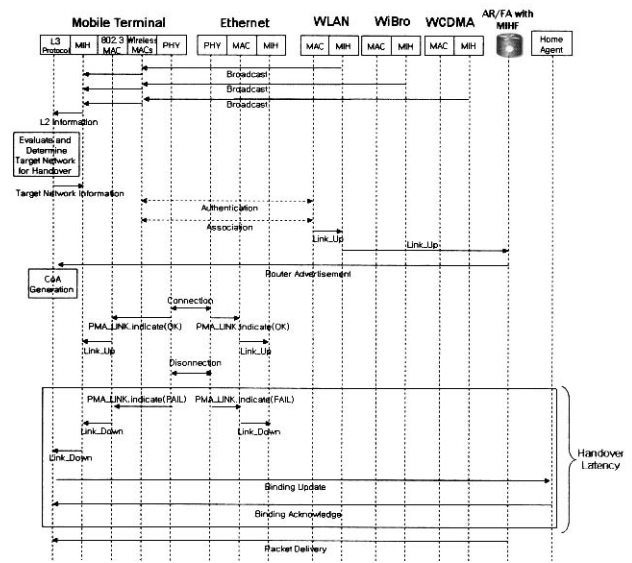
본 논문에서는 유무선망간의 핸드오버 시 기본적인 Mobile IP를 이용한 절차와 IEEE 802.21에서 제안된 절차를 비교한다. 두 방법 모두 단말을 기반으로 핸드오버를 위한 타겟 네트워크를 결정한다.

Mobile IP를 이용한 방법은 사용자 단말이 유선망에서 무선망으로 핸드오버 할 때 L2와 L3 시그널링을 하기 때문에 핸드오버 딜레이가 길뿐만 아니라 패킷손실도 크다. 따라서 끊김없는 서비스에는 적합하지 않다.

802.21 WG에서 제안된 방법은 사용자 단말이 유선망에 접속할 때 미리 최선의 타겟 네트워크를 단말이 결정해서 L2 연결을 한다. 만약 유선망에서 갑자기 연결이 해제됐을 때에는



(그림 3) MIP를 이용한 핸드오버 절차



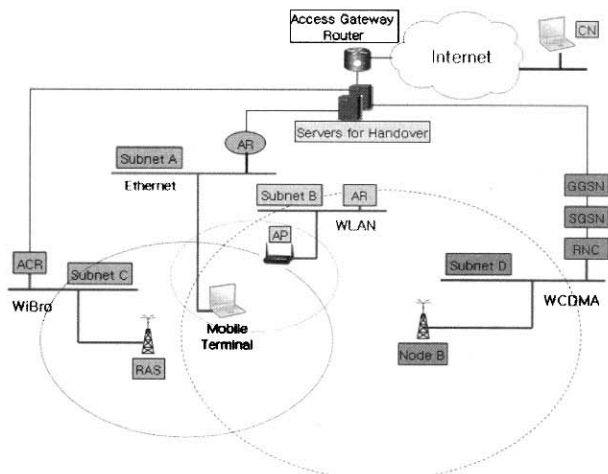
(그림 4) 802.21WG에서 제안된 핸드오버절차

미리 L2 연결을 하고있는 무선망과 바인딩업데이트를 통해서 서비스를 지속한다. 이 방법은 단말에서 타겟 네트워크를 결정하기 때문에 핸드오버 결정을 위한 파라메터가 제한적이고 좋은 네트워크로만 집중될 수 있기 때문에 로드밸런스가 깨질 수가 있다.

3. 제안된 서버 기반의 Low Latency 핸드오버 절차

3.1 제안된 절차의 핸드오버 환경

위의 (그림 5)는 사용자 단말이 유선망과 무선망을 모두 사용할 수 있는 환경에서 유무선간의 핸드오버를 하기위해서 제안된 아키텍처이다. 인터넷 코어망을 중심으로 이더넷, 와이브로 그리고 WCDMA 망은 서버를 포함하는 하나의 액세스 게이트웨이로 연결된다. 여기서 각각의 노드들은 802.21에서 표준화되고 있는 MIH를 인식할 수 있다고 가정한다. 그리고 핸드오버 이후 새로운 네트워크로의 바인딩 업데이트는



(그림 5) 제안된 핸드오버 환경

HMIP(Hierachical Mobile IP)와 같이 AGW(Access Gateway)로 한다.

3.2 네트워크 노드의 기능 및 역할

제안된 환경에서 각각의 노드의 기능 및 역할은 다음과 같다.

- AP, RAS, Node B: 핸드오버에 필요한 L2 정보를 사용자 단말에게 알려준다.
- ACR, AR, RNC, SGSN, GGSN: L1, L2의 트리거 정보를 MIH 패킷을 이용해서 서버로 전달한다.
- Server for Handover: 각각의 네트워크에서 전송된 MIH를 분석하여 최적의 핸드오버 네트워크를 결정하고 단말에게 알려준다.

3.3 제안된 핸드오버 절차

핸드오버 절차는 크게 유선망에서 무선망으로 핸드오버하는 경우와 무선망에서 유선망으로 핸드오버 하는 경우가 있다. 전자의 경우, 사용자 단말이 유선망을 연결할 때와 해제할 때로 나눌 수 있다. 해제할 때는 네트워크와 단말에서의 트리거 절차로 구분된다.

3.3.1 유선망(이더넷)에서 무선망으로의 핸드오버하는 경우 이더넷과 무선망 인터페이스가 모두 가능하다고 가정한다. 사용자는 안방에서 이더넷 인터페이스를 이용하여 영화를 보다가 거실로 이동하기를 원한다. 사용자가 이더넷 연결을 해제했을 때 사용자 단말은 사용자가 서비스의 중단을 느끼지 못하게 무선 인터페이스로 세션을 자동으로 스위치한다.

1) 사용자 단말이 이더넷과 연결을 하고 있을 때

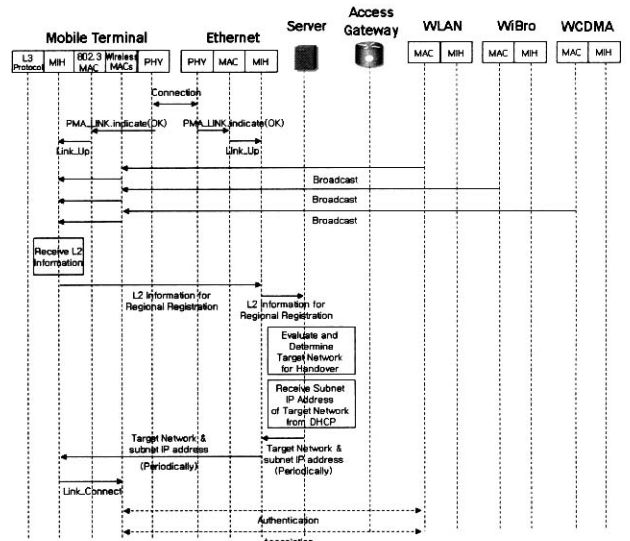
• 사용자 단말과 이더넷 허브/스위치간의 절차

① 물리 계층에서의 이더넷과 사용자 단말과의 접속

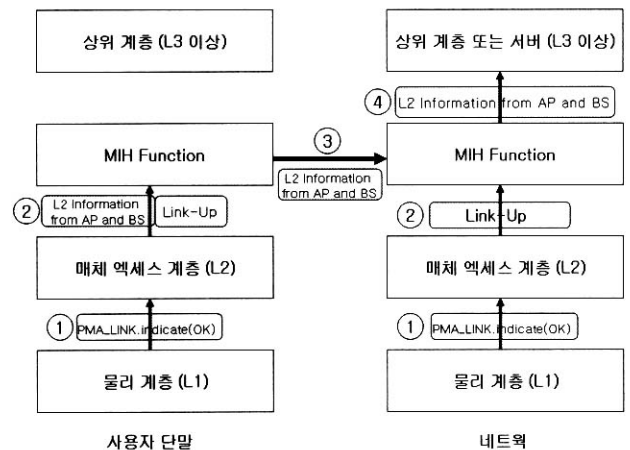
사용자 단말의 NIC(Network Interface Card)가 이더넷 단자에 접속하면 단말과 네트워크의 수신회로는 데이터의 움직임 또는 Link-integrity Test Pulses (LTPs)를 확인하고서 전송 회로에서는 LTP를 보내게 된다. 이 때, 사용자의 NIC이 데이터 시그널이나 2~10번의 연속적인 LTP를 확인하게 되면 호환 가능한 이더넷 디바이스 연결되었다고 간주하고 링크등에 불이 들어오게된다. 유사한 과정이 허브/스위치에서도 이더넷의 연결점에서도 발생한다. 여기서 데이터 또는 LTP들이 50-150ms 동안 없다면 링크등은 꺼지게 된다. 이러한 과정을 통해서 사용자 단말이 이더넷 허브/스위치와의 연결여부를 확인할 수 있고 그 정보를 MAC 계층에 전달함으로써 프레임 전송을 전달할 수 있다.

② 링크 상태 정보에 의한 연결 트리거

물리 계층에서의 테스트를 통해서 링크 상태 정보는 'link_status' 변수에 저장되고 그 값이 변하면 새로운 링크 상태 정보를 생성한다. 그 값은 FAIL, READY 그리고 OK를 가질 수 있다. Link Integrity Test가 실패하면 link_status는 FAIL 상태에 있게 되고 매체가 패킷을 보내거나 받을 수 있



(그림 6) 유선망에서의 접속 절차



(그림 7) 링크 트리거 발생 절차

을 때 OK 상태가 된다. READY 상태는 링크 세크먼트가 Link Integrity Test는 성공했지만 autonegotiation이 완료되지 않았을 때를 나타낸다.

링크의 특정 상태에 따라서 PMA(Physical Medium Attachment) 서브시스템은 PMA_LINK.indicate(link_status)을 생성한다. 여기서 PMA_LINK.indicate(OK) 정보는 사용자 단말이 이더넷과 연결했을 때, Discovery of Network Attachment (DNA)에 대한 Link-Up 트리거로 사용되고 PMA_LINK.indicate(FAIL)는 Link-Down 트리거로 사용된다. 이러한 트리거 정보들은 사용자 단말이 이더넷에 연결됐을 때, 사용자 단말과 이더넷 허브/스위치의 PMA에서 PMA_LINK.indicate(OK)을 MAC 계층으로 전달하고 이 정보는 MIHF로 다시 보내져서 Link-Up 트리거로서 사용된다.

③ 사용자 단말 주위의 무선망으로부터의 L2 정보 수집

사용자 단말은 주위 무선망들의 AP또는 BS에서 브로드캐스트되는 L2 정보를 단말의 무선 MAC 디바이스에서 수신한다. RSSI와 같은 L2정보는 서버에서 최적의 타겟 네트워크를

결정하는데 있어서 하나의 메트릭으로 사용되기 때문에 Link_Up 트리거 정보와 같이 단말의 MIHF로 보내진다.

④ MIHF(Media Independent Handover Function)의 L1 & L2 정보 수집과 서버로의 정보 등록

MIHF은 (그림 7)에서 보는 것과 같이 2계층과 3계층 사이에 위치하여 L1과 L2의 정보를 수집하고 그 정보를 사용자 단말과 네트워크의 허브/스위치 사이에 MIH 시그널링을 통해서 전달한다. 이때, 네트워크의 MIHF에 도착한 연결 트리거 정보와 주위의 AP또는 BS로부터의 L2 정보를 다시 서버에게 전달해주는 역할을 한다. 이 정보들은 상위계층으로 핸드오버에 대한 최적의 타겟 네트워크에 대한 정보를 제공하는 기능을 한다[2].

• 서버에서의 절차

① 무선망으로의 핸드오버를 하기위한 타겟 네트워크 평가 & 결정

본 논문에서 고려하는 핸드오버는 기존의 전통적인 핸드오버와 구별되는 점이 있다. 전통적인 핸드오버 결정은 사용자 단말이 주위의 신호로부터 신호대 잡음비 정도만을 비교해서 네트워크 또는 단말에서 핸드오버를 결정하였다. 그러나 본 논문에서 가장한 멀티 인터페이스를 갖는 단말은 서비스 제공자간의 핸드오버도 고려해야하기 때문에 핸드오버의 결정은 서비스 가격, QoS 지원, 대역폭, 배터리 소모등과 같이 다양한 메트릭을 고려할 필요가 있다[4].

이러한 개념에서 본 논문은 핸드오버를 위한 타겟 네트워크의 선택은 위에서 언급한 다양한 메트릭을 고려할 뿐만 아니라 유저의 선호도도 핸드오버 결정에 반영하는 서버 기반의 핸드오버 개념을 이용한다고 가정한다. 예를 들어, <표 1>에서 보는것과 같이 서버의 핸드오버 알고리즘이 대역폭, 서비스의 가격, 이용율등을 고려하고 WLAN, WiBro 그리고 CDMA에서의 각각의 메트릭 값은 다음과 같다고 가정한다

이때, 사용자의 우선순위가 대역폭을 가장 우선시하고 서비스의 가격을 두 번째로, 끊임이 없는 특성을 세 번째로 우선시하는 할 때 네트워크 서버의 타겟 네트워크의 선택은 <표 2>와 같이 결정될 수 있다.

<표 1> 핸드오버 파라미터

	WLAN	WiBro	CDMA
BW	2Mbps	1Mbps	0.1Mbps
Cost	Low	Medium	High
Utilization	High	Medium	Low
Etc.			

<표 2> 타겟 네트워크 선택

사용자 우선순위	파라미터	타겟 네트워크
0	BW	WLAN
1	Cost	WLAN
2	Seamless	CDMA

유선망에서 무선망으로 핸드오버를 할 경우에는 오버랩 시간이 없고 예측을 할 수 없기 때문에 주기적으로 타겟 네트워크를 평가하고 결정한다. 여기서 핸드오버 정책에 대한 구체적인 내용과 타이밍(주기)은 이 논문의 범위를 벗어나게 된다.

② DHCP 서버로부터 타겟 네트워크의 서브넷 IP 주소 획득 기존의 방법에서 사용자 단말이 유선망에서 갑자기 연결이 해제됐을 때 무선망으로 연결되기 위해서는 L2 핸드오버 이후 새로운 CoA (Care of Address)를 생성한 후에 바인딩 업데이트(L3 핸드오버)를 수행했다. 이 방법은 Mobile IPv6와 같이 매크로 모빌리티에는 적용이 가능하지만 이중망간의 끊임없는 핸드오버를 수행하기에는 핸드오버 지연이 길고 패킷 손실이 발생하게 된다. 따라서 사용자 단말의 끊임없는 핸드오버를 위해서는 이러한 지연시간을 최소화하는 전략이 필요하게된다.

본 논문에서는 서버는 핸드오버 할 네트워크를 판단한 후, 이동할 네트워크의 IP주소와 같은 서브넷 IP 주소를 DHCP 서버로부터 미리 할당받는다. 이 주소는 사용자 단말이 무선망으로 핸드오버할 경우 새롭게 CoA를 할당받는 시간을 줄이기 위한 목적이다.

• 서버와 사용자 단말간의 절차

① 단말의 MIHF로 주기적인 타겟 네트워크 정보 및 서브넷 IP 주소 전송

사용자 단말에서 무선망의 브로드캐스트로부터 수신한 L2 정보들은 사용자의 위치가 고정되어 있기 때문에 변하지 않지만 서버에서 고려하는 네트워크의 메트릭 값(예를들어, 이용 가능한 대역폭과 같은 QoS 파라미터)은 네트워크의 상황에 따라 바뀌게 된다. 게다가 사용자는 사용자의 우선순위 및 선호도를 바꿀수도 있다. 이러한 점을 고려하여 사용자 단말이 유선과 접속하고 있는 동안 서버는 주기적으로 타겟 네트워크를 결정하고 그에 해당하는 서브넷 IP 주소를 사용자 단말에게 주기적으로 전송할 필요가 있다. 여기서 서버로부터 받은 무선망의 서브넷 IP 주소는 사용자 단말이 유선망에서 무선망으로 핸드오버시 무선망에서 사용하게 될 L3 주소이다.

• 사용자 단말에서의 절차

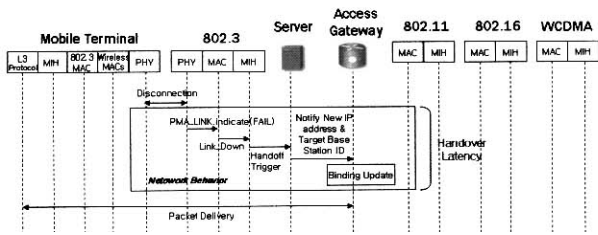
① 새로운 무선망의 연결을 위한 MIHF에서 무선 MAC으로의 Link Connect 전송

사용자 단말이 서버로부터 주기적으로 받은 타겟 네트워크의 정보(예를들어, 네트워크 타입, MAC 주소 그리고 기타 인식자)로부터 미리 무선망과 연결하기 위해서 사용자 단말의 MIHF는 Link Connect라는 Link Command를 단말의 무선 MAC에게 명령을 보낸다.

② 타겟 네트워크와의 인증 및 연결 (L2 Handover)

MIHF의 Link Connect의 명령이후 사용자 단말은 타겟 네트워크와 Authentication 및 Association을 수행함으로써 미리 L2 핸드오버를 하게 된다. 따라서 사용자 단말은 유선에 접속하고 있는 동안 유선망과 무선망 둘 다 연결을 유지하게 된다. 이때 무선망과의 연결운영 모드는 Link Connect 명령

(1) 네트워크 측면



(그림 8) 네트워크에서의 핸드오버

에서 3가지(Normal Mode, Power Saving Mode, Power Down Mode)로 정할 수 있다.

2) 사용자 단말이 이더넷과 갑작스럽게 연결을 해제할 때 사용자 단말이 갑작스럽게 연결을 해제하면 연결해제 트리를 발생하게 된다. 이 트리는 네트워크와 사용자 단말에게 각각 전달되기 때문에 유선망에서의 무선망으로의 핸드오버는 네트워크와 사용자 단말 두가지 측면에서 핸드오버 절차를 살펴볼 수 있다.

• 사용자 단말과 이더넷 허브/스위치와의 절차

① 물리 계층에서의 이더넷과 사용자 단말과의 연결 해제 사용자 단말의 NIC(Network Interface Card)이 이더넷 단자에서 갑자기 해제되어 데이터 또는 LTP들이 50~150ms 동안 없다면 네트워크의 물리계층은 사용자 단말과 연결이 해제되었다는 것을 확인할 수 있고 그 정보는 'link_status' 변수에 저장된다.

② 링크 상태 정보에 의한 연결 해제 트리거

물리 계층에서 접속이 해제된 링크 상태 정보는 'link_status' 변수에 FAIL을 가진다. 그리고나서 PMA 서비스시스템은 PMA_LINK.indicate(FAIL)을 생성하고 MIHF로 Link-Down 트리거를 하게된다.

③ 네트워크 MIHF의 L1 & L2 정보 수집과 서버로의 핸드오버 트리거

네트워크의 MIHF에 도착한 연결해제 트리거 정보는 사용자 단말이 접속 해제되었다는 핸드오버 트리거를 발생시켜 다시 서버에게 전달해준다.

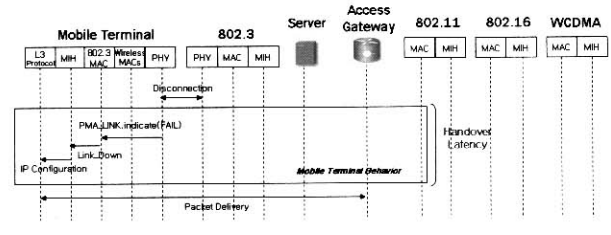
• 서버에서의 절차

① 새로운 IP 주소 & 타겟 BS ID를 Access Gateway에게 알림

서버가 MIHF로부터 핸드오버 트리거 정보를 받고나면 송신 MAC 주소를 확인하고서 기존에 사용자 단말에게 전송하였던 타겟 네트워크의 서버넷 IP주소와 ID를 검색한다. 그리고 나서 그 두개의 정보는 액세스 게이트웨이로 보내서 빠른 핸드오버를 유도한다.

이러한 서버기반의 빠른 핸드오버 절차는 기존의 핸드오버와는 차이를 두고 있다. 기존의 기본적인 핸드오버는 사용자 단말이 연결 해제 되면 다시 L3 핸드오버만 하거나 L2와 L3 핸드오버를 모두 다시 해야만했다. 하지만 제안된 알고리

(2) 사용자 단말 측면



(그림 9) 단말에서의 핸드오버

즘과의 차이점은 연결이 해제되기 전에 미리 최선의 무선망과 링크 연결을 하고서 유선 연결이 갑작스럽게 해제되면 L1의 트리거를 이용하여 바로 L3 핸드오버를 유도한다는 점이다. 따라서 사용자 단말의 연결이 해제되자마자 바로 무선망과 L2와 L3 핸드오버를 하게되어 핸드오버 Latency 시간을 줄일 뿐만 아니라 패킷의 손실도 줄일 수 있다.

• 액세스 게이트웨이에서의 절차

① 타겟 네트워크로의 포워딩 테이블의 업데이트

서버로부터의 새로운 IP 주소와 타겟 BS ID를 받은 액세스 게이트웨이는 무선망으로 이동한 단말에게 패킷을 포워딩하기 위해서 기존의 바인딩 테이블을 업데이트한다. 이로써 새롭게 설정된 주소로 기존의 패킷들은 포워딩되어 유선망에서 무선망으로의 핸드오버를 수행하게 된다.

• IP 설정 절차

① 물리 계층에서의 이더넷과 사용자 단말과의 연결 해제 네트워크에서와 마찬가지로 사용자 단말의 물리계층은 데이터 또는 LTP들이 50~150ms 동안 없으면 사용자 단말과 연결이 해제되었다는 것을 확인하고 그 정보는 'link_status' 변수에 저장된다.

② 링크 상태 정보에 의한 연결 해제 트리거

PMA 서비스시스템은 PMA_LINK.indicate(FAIL)을 생성하고 MIHF로 Link-Down 트리거를 하게된다.

③ 새로운 타겟 네트워크로의 IP 설정

새로운 무선망에서 미리 링크 연결이 되어있기 때문에 서버로부터 할당받은 서버넷 IP만 Access Router에 등록하면 사용자 단말에서의 핸드오버는 완료된다.

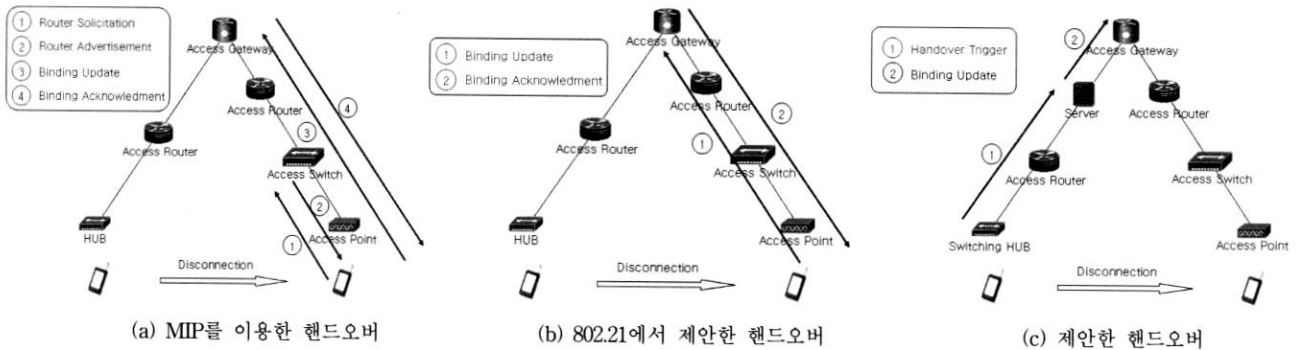
3.3.2 무선망에서 유선망(이더넷)으로의 핸드오버

사용자는 무선 인터페이스를 이용하여 영화를 보다가 안방으로 이동하기를 원한다. 사용자가 이더넷 연결을 했을 때 사용자 단말은 사용자가 서비스의 중단되는 것을 느끼지 못하게 우선 인터페이스로 세션을 자동으로 스위치한다

무선 인터페이스 사용도중 유선 인터페이스에 접속했을 경우의 절차는 다음과 같다.

① 유선 인터페이스 접속 및 트리거

단말이 무선을 사용하는 도중에 유선에 접속하면 유선 인터페이스를 초기화하고서 Link Up 트리거를 MIHF로 보낸다. 이때 Link Up 정보에는 새로운 Access Router의 MAC 주소



(그림 10) 핸드오버 방법

와 기존의 무선 Access Router의 MAC 주소를 포함한다.

② 유무선망간의 핸드오버를 위한 타겟 네트워크 결정

Link Up 정보는 다시 서버로 보내지고 서버는 각각의 MAC 주소에 해당하는 네트워크의 상태와 사용자의 선호도를 고려하여 핸드오버를 위한 최선의 네트워크를 결정한다.

③ 타겟 네트워크의 IP 획득

만약 유선망으로 결정된다면 유선망에 해당하는 서브넷 IP 주소를 할당한다. (여기서 서버는 DHCP 서버로부터 미리 각각의 서브넷에 대한 IP 주소를 할당받았다고 가정한다.)

④ 타겟 네트워크 ID와 서브넷 IP 주소의 전달

타겟 네트워크 ID와 그에 해당하는 서브넷 IP 주소를 액세스 게이트웨이와 네트워크의 MIH로 보내고 다시 사용자 단말의 MIH로 전달한다.

⑤ 유선망으로의 Link Switch

사용자 단말의 MIH는 Link Switch라는 Link Command를 통해서 무선에서 유선망으로 스위치하게 된다.

4. 제안된 알고리즘의 성능 분석

네트워크의 토폴로지와 노드들의 위치에 대한 정보의 부재로 인해서 실제 핸드오버의 성능을 평가하는 것은 어렵다. 본 논문에서는 (그림 10)에서 보여주는 각 방법들의 핸드오버 절차를 간단한 분석계산을 통해서 시그널링 비용과 핸드오버 지연을 비교한다

시그널링 비용은 핸드오버를 수행하는 동안 네트워크 노드들 사이에서 교환되는 메시지 트래픽으로 정의된다. 시그널링 비용의 파라미터는 다음과 같다 [6].

- C_{A-B} : 노드 또는 계층 A와 B사이에 전송되는 메시지의 시그널링 비용
- C_{auth} : Authentication을 하기위해 필요한 시그널링 비용
- C_{asso} : Association을 하기위해 필요한 시그널링 비용

MIP, 802.21 그리고 제안된 방법의 시그널링 비용은 다음과 같다.

$$C_{MIP} = C_{auth} + C_{asso} + 4C_{MT-FA} + 2C_{FA-HA}$$

$$C_{802.21} = C_{auth} + C_{asso} + 6C_{MAC-MIH} + C_{MIH-FA} + 2C_{PHY-MAC} + 3C_{FA-MT} + C_{MIH-L3} + 2C_{FA-AGW}$$

$$C_{prop} = C_{auth} + C_{asso} + 5C_{MAC-MIH} + 2C_{MIH-MIH} + 3C_{MIH-SERVER} + 2C_{PHY-MAC} + C_{MIH-L3}$$

MIP를 이용한 방법은 등록을 위해서 6개의 시그널링 비용과 L2 핸드오버를 위한 2개의 시그널링 비용이 든다. 802.21에서 제안된 방법과 논문에서 제안된 방법은 MIP보다 많은 시그널링 비용이 든다. 이것은 MIH를 이용한 계층간의 트리거 전달 때문이다.

한편, 다음의 가정을 통해서 핸드오버 지연을 간단하게 계산한다.

- $T_{link(A-B)}$: 노드 또는 계층 A와 B 사이의 평균 링크 지연
- $T_{proc(A)}$: 노드 A의 평균 프로세싱 지연
- T_{auth} : Authentication을 하기위한 평균 지연
- T_{asso} : Association을 하기위한 평균 지연

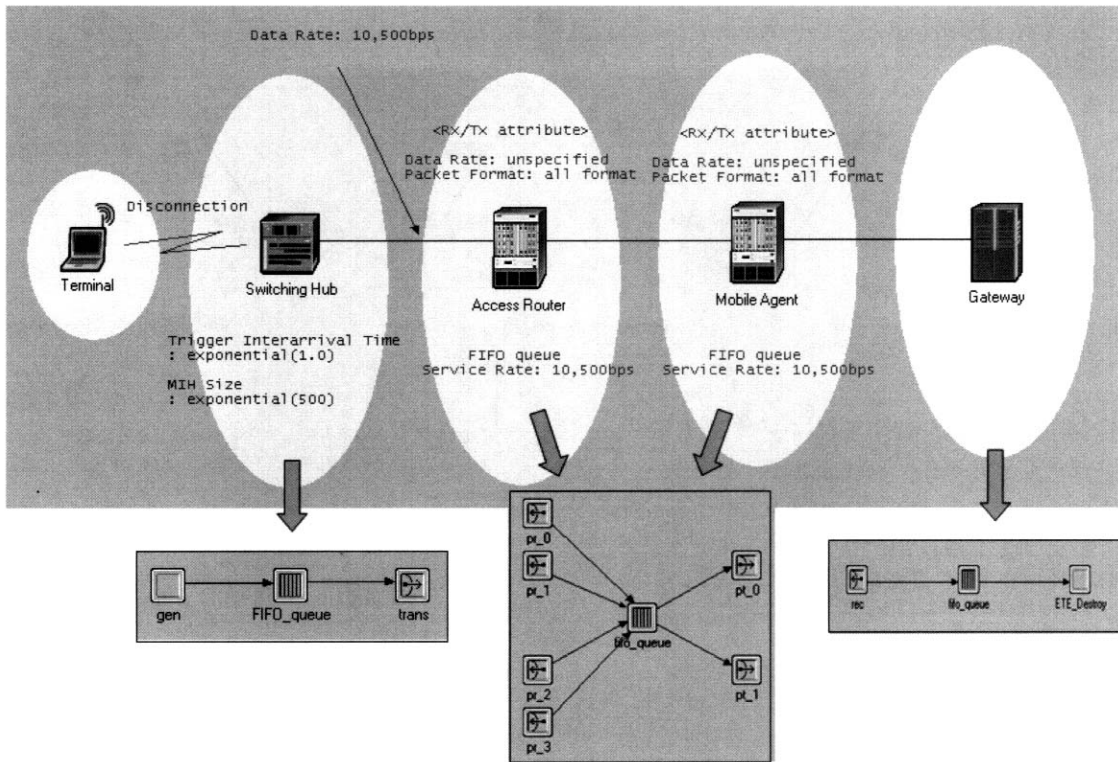
위의 파라미터를 이용해서 각각의 방법들에 대한 핸드오버 지연을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$L_{MIP} = T_{auth} + T_{asso} + 4T_{link(MT-FA)} + 2T_{link(FA-AGW)} + 3T_{proc(FA)} + T_{proc(AGW)} + 4T_{proc(AS)} + 4T_{proc(AP)}$$

$$L_{802.21} = 2T_{link(MT-FA)} + 2T_{link(FA-AGW)} + 2T_{proc(FA)} + T_{proc(AGW)} + 2T_{proc(AS)} + 2T_{proc(AP)}$$

$$L_{prop} = T_{link(hub-AR)} + T_{link(AR-server)} + T_{link(server-AGW)} + T_{proc(hub)} + T_{proc(AR)} + T_{proc(server)} + T_{proc(AGW)}$$

[7]에서와 같이 Association과 Authentication에 대한 시그널링 비용과 지연을 2라고 가정하고 다른 인자들은 1로 가정한다. 그에 따른 성능비교는 <표 3>과 같다. 802.21에서 제안된 방법과 본 논문에서 제안된 방법은 네트워크와 단말사이의 시그널링 메시지뿐만 아니라 단말내에서 계층간의 시그널링 메시지를 고려했기 때문에 MIP를 이용한 방법보다 높다. 그러나 제안된 방법은 핸드오버 시 연결해제 트리거를 이용한 최소한의 시그널링 메시지만으로 바인딩 업데이트를 하기 때문



(그림 11) OPNET 네트워크 모델

에 핸드오버 지연 및 손실은 더 적다.

• 성능평가 분석 결과

간단한 가정을 통해서 각 방법들의 분석된 핸드오버 지연 시간을 알 수 있다. 만약 CN이 10ms마다 500 바이트 패킷을 MT로 보내고 서비스율은 4Mbps라고 가정한다. 그리고 모든 링크 지연과 프로세싱 지연은 50ms로 가정하고 T_{auth} 와 T_{asso} 는 100ms라고 가정한다. 이 때 각 방법들의 핸드오버 지연은 <표 3>과 같다.

End-to-End 지연이 허락되지 않는다면 MIP 방법은 34개, 802.21 draft 방법은 8개 그리고 제안된 방법은 4개의 패킷이 손실된다. 따라서 제안된 방법은 다른 방법들보다 핸드오버 지연 시간이 짧아서 패킷손실을 줄일 수 있다. 그에 따라 사용자는 끊임없는 서비스를 제공받을 수 있다.

<표 3> 성능평가 비교

	MIP	802.21 Draft	Proposed
시그널링 비용(C)	10	19	17
핸드오버 지연 및 손실(L)	20	11	7
핸드오버 지연시간	1500ms	750ms	350ms

• OPNET 시뮬레이션을 이용한 결과 비교

각각의 핸드오버 지연시간을 비교하기 위해서 OPNET Modeler 10.5를 이용했다. 시뮬레이션 절차는 다음과 같다.

① 네트워크 모델 구성

(그림 11)과 같이 모든 네트워크 노드들은 계산의 편리를 위

해서 M/M/1 큐로 모델되었다[5]. M/M/1 큐는 OPNET의 acb_fifo process를 이용하였다. 게이트웨이는 트리거가 발생된 시간부터 바인딩 업데이트가 완료되는 시간까지의 핸드오버 지연시간을 계산하는 프로세스를 갖고있다.

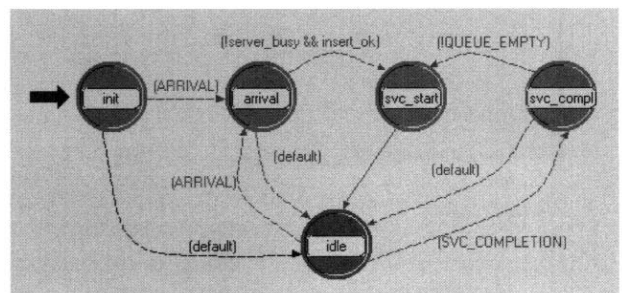
② 프로세스 모델 구성

M/M/1 큐는 (그림 12)와 같이 OPNET의 acb_fifo process를 이용하였고 게이트웨이에서 핸드오버 계산은 (그림 13)의 프로세스 모델로 구성하였다.

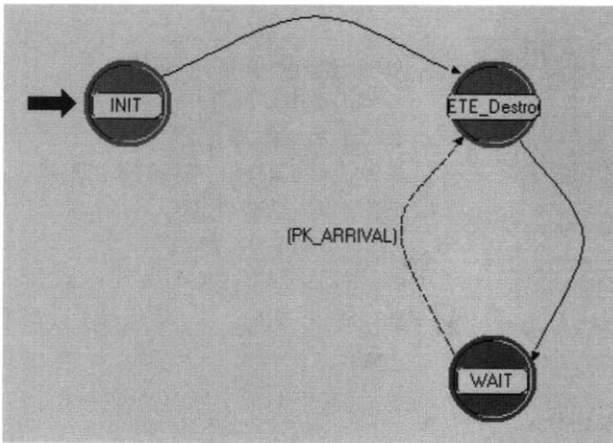
③ 파라미터 설정

트리거의 도착 간격 시간은 exp.(1.0)으로 설정하였고 MIH의 패킷 크기는 exp.(500 b/p)으로 보낸다. 링크와 M/M/1 큐의 서비스율은 10,500 (b/s)으로 처리된다.

네트워크 모델에서 각각의 노드는 직렬로 연결된 M/M/1 큐이기 때문에 Burke의 이론[12]을 적용하면 입력 λ 가 Poisson 이면 다음 큐의 입력도 Poisson 특성을 갖는 λ 가 된다.



(그림 12) M/M/1 큐 프로세스 모델



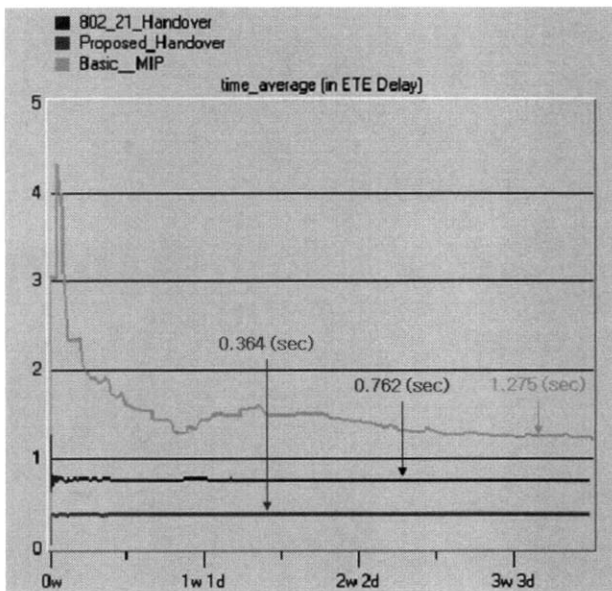
(그림 13) 핸드오버 지연시간 계산을 위한 게이트웨이에서의 프로세스 모델

따라서 링크지연과 프로세싱 지연은 다음과 같다.

$$\bar{W} = \frac{1}{\mu C - \lambda} = \frac{1}{\frac{1}{500(b/p)}(10,500(b/s) - 1(p/s))} = 50(ms)$$

④ 결과 그래프

OPNET을 이용한 각각의 핸드오버의 지연시간 비교는 (그림 14)와 같다. (그림 14)와 <표 3>의 결과는 거의 비슷하다. MIP 방법에서 차이가 나는 이유는 WLAN에서의 T_{auth} 와 T_{asso} 지연에서 오차가 발생했다고 볼 수 있다.



(그림 14) OPNET을 이용한 지연시간 비교

5. 결 론

본 논문에서는 유선망과 무선망간의 핸드오버 지연 시간을 줄이기 위한 절차를 설명했다. 기존의 Mobile IP의 긴 핸

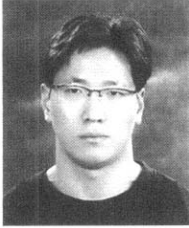
드오버 지연시간을 줄이기 위해 L1, L2 트리거와 함께 MIP를 이용한 빠른 바인딩 업데이트를 이용하여 네트워크의 로드 밸런스를 고려한 서버기반의 핸드오버 절차를 이용했다. 이 절차는 수학적인 가정을 통해서 분석한 결과와 OPNET을 이용한 시뮬레이션 결과를 통해서 다른 절차들과 핸드오버 지연을 비교 분석하였다. 비교를 통해서 제안된 절차는 기존의 다른 방법들보다 핸드오버 지연시간과 손실이 더 적기 때문에 QoS를 제공하면서 끊임없는 서비스를 지원할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] S. BALASUBRAMANIAM, J. INDULSKA, "Vertical Handover Supporting Pervasive Computing in Future Wireless Networks," Computer Communication Journal, Special Issue on 4G/Future Wireless networks. Vol.27/8, pp.708-719, 2004.
- [2] IEEE 802.21, <Draft Text for MEDIA INDEPENDENT HANDOVER Specification>, May, 2005.
- [3] Frank A. Zdarsky, Jens B. Schmitt. "Handover in Mobile Communication Networks: Who is in Control Anyway?," euromicro, pp.205-212, 30th 2004.
- [4] Wenhui Zhang, "Handover Decision Using Fuzzy MADM in Heterogeneous Networks," in Proc. of IEEE Wireless Communications and Networking Conference(IEEE WCNC), Vol.2, pp.653-658, March, 2004.
- [5] C. Blondia, et al., "Low Latency Handoff Mechanisms and Their Implementation in an IEEE 802.11 Network," roceedings of ITC18, Teletraffic and Engineering Vol.5b, pp. 971-980, Berlin, Germany, Sep., 2003.
- [6] Hyun-Ho Choi, Song, O., Dong-Ho, "A seamless handoff scheme for UMTS-WLAN interworking," Global Telecommunications Conference, GLOBECOM '04, Vol.3, pp.1559-1564 29 Nov.,-3 Dec., 2004.
- [7] H. Lee, et al., "Mobility ManagementBased on the Integration of Mobile IP and Session Initiation Protocol in Next Generation Mobile Data Networks," IEEE VTC 2003 Fall, Vol.3, pp.2058-2062, Oct., 2003.
- [8] Tetsuya Aoyama, Koichi Ishibashi, Masaki Bandai, Masahiro Kuroda, Takashi Watanabe, "Handover latency analysis on Mobile Ethernet," IEEE Wireless Communications & Networking Conference 2005 (WCNC'05), Vol.3, pp.1389-1394, New Orleans, USA, Mar., 2005.
- [9] Scott Corson, "a Triggered Interface," <draft-corson-triggered-00.txt> May November, 2002.
- [10] K. Pahlavan, P. Krishnamurthy, A. Hatami, M. Ylianttila, J. Mäkelä, R. Pichna, J. Vallström, "Handoff in Hybrid Mobile Data Networks," IEEE Personal Communications Magazine, Vol.7 No.2, pp.34-47, April, 2000.
- [11] Soohong Park, Yonghoon Lee and Pyungsoo Kim,

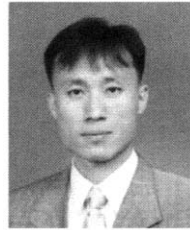
“Challenges of Seamless Handover For Merging Wired and Wireless Infrastructures,” Vehicular Technology Conference, VTC2005-Spring, May, 2005.

[12] L. Kleinrock, “Queueing Systems, Volume I,” Wiley-Interscience, p.149, 1975.



양 옥 식

e-mail : yos@icu.ac.kr
1996년 숭실대학교 정보통신전자공학부 (학사)
2004년~현재 한국정보통신대학교 석사과정
관심분야 : 이동성, MAC 프로토콜, IEEE802.21



최 성 곤

e-mail : sgchoi@chungbuk.ac.kr
1986년 경북대학교 전자공학과(학사)
1998년 한국정보통신대학교(공학석사)
2004년 한국정보통신대학교(공학박사)
1992년 9월~1998년 2월 LG 정보통신 이동통신기술연구소
2004년 9월~현재 충북대학교 정보통신공학과 교수
관심분야 : 광대역통신망, 이동성, MPLS



최 준 군

e-mail : jkchoi@icu.ac.kr
1982년 서울대학교 전자공학과(학사)
1985년 한국과학기술원(공학석사)
1988년 한국과학기술원(공학박사)
1986~1997년 한국전자통신연구원 책임연구원
1998년~현재 한국정보통신대학원대학교 정교수
관심분야 : MPLS, GMPLS, Optical Internet 등