

# 이기종의 모바일 IP 네트워크에서 끊임없는 프록시 기반의 핸드오프 기법

이 승 현<sup>†</sup> · 신 동 렬<sup>††</sup> · 정 종 필<sup>†††</sup>

## 요 약

향후의 차세대 무선 네트워크(NGWN) 환경에서는 음성을 비롯한 모든 정보들이 ALL-IP 망에서 동작하게 될 것이며, 현재는 이러한 과도기로서 IP 네트워크에서 사용자로 하여금 끊임없는 서비스를 유지하기 위한 망의 중요성 및 이기종 네트워크 간의 핸드오프에 대한 중요성이 커지고 있다. 이에 본 논문에서는 NGWN에서 여러 기법 중 핸드오프 성능을 높일 수 있는 끊임없는 PMIPv6 기반의 프록시 모델을 이용한 SePH를 제안한다. SePH의 특징으로는 핸드오프 과정 중 탐색 과정을 줄임으로서 끊임없는 IP 기반의 이동성을 효율적으로 지원할 수 있다. 제안한 SePH 기법의 성능 평가는 현재 이동성 관리 프로토콜에 비해 처리량, 핸드오프 지연시간, 패킷손실 및 시그널링 오버헤드 등의 이동성 관리 측면에서 QoS 향상을 보여준다.

키워드 : 끊임없는, 프록시, 핸드오프, 이기종 네트워크

## SePH: Seamless Proxy-based Handoff Scheme in IP-based Heterogeneous Mobile Networks

Seung-Hyun Lee<sup>†</sup> · Dong-Ryeol Shin<sup>††</sup> · Jongpil Jeong<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

In Next Generation Wireless Networks (NGWN), lots of information, such as voice and video data, will be used in All-IP networks. It is important note that seamless service for users and handoff between heterogeneous networks must be taken into account in such environments. Therefore, in this paper, we propose a SePH(Seamless Proxy based Handoff) using PMIPv6-based proxy model which is enable to improve the performance of handoff in NGWN. The SePH can efficiently support seamless and IP-based mobility by reducing the search process. The performance results show that our proposed scheme outperforms in terms of QoS (Quality of Service) such as throughput, handoff latency, packet loss, and signaling overhead comparing to the existing schemes.

Keywords : Seamless, Proxy, Handoff, Heterogeneous Network

## 1. 서 론

차세대 무선 네트워크(NGWN)[1]는 무선 접속 기술부터, 개인화된 서비스 및 사용자 중심 응용 서비스까지 다양한 형태로 선 보일 예정이며, 앞으로 보다 많은 이기종 네트워크의 혼합된 형태로 이들 서비스를 제공할 수 있는 무선 망 관리의 중요성이 대두되고 있는 실정이다. 특히, NGWN 사용에 있어 사용자들은 여러 가지 다른 무선 네트워크들을

가로지르는 로밍 서비스에서 원활한 사용과 멀티미디어 응용제품에서의 다양한 서비스 지원 및 서비스 품질 보장을 더욱 요구할 것으로 보이기 때문이다.

이에 이동성 관리의 절차는 시스템에 의해 데이터 패킷이 전달되고 (위치 관리) 새로운 서브넷으로 이동시 기존 데이터 패킷과의 접속이 유지(핸드오프 관리)되게 하기 위해 시스템으로 하여금 로밍 접속점을 찾을 수 있게 한다. 다양한 무선 접속 기술의 공존하는 경우, 두 가지 유형의 핸드오프가 NGWN에서 가능해 지는데, 하나는 수평적 핸드오프이고 다른 하나는 수직적 핸드오프이다. 수평적 핸드오프는 MN (Mobile Node)이 동일한 네트워크 기술로 AP (Access Point) 또는 BS (Base Station)들 사이를 이동할 때 발생한다. AP/BS들이 다른 네트워크들(예, IEEE 802.11 과 UMTS)에 속해 있을 때는 수직적 핸드오프임을 의미한다.

※ 본 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2011-0027030).  
† 정 회 원: 성균관대학교 정보통신공학부 박사과정  
†† 정 회 원: 성균관대학교 정보통신공학부 교수  
††† 정 회 원: 성균관대학교 정보통신공학부 교수(교신저자)  
논문접수: 2011년 9월 15일  
수정일: 1차 2011년 10월 31일  
심사완료: 2011년 10월 31일

NGWN의 특성 상 수직적 핸드오프의 이행이 수평적 핸드 오프보다 더 어렵다고 알려져 있다. 이는 실제로 물리적 인터페이스가 변화하는 가운데 연결된 세션을 끊어지지 않게 유지하는 것은 매우 복잡하기 때문이다. 그러나 휴대용 기기에서 기술적인 진보가 이루어짐에 따라 멀티호밍 개념 하의 멀티 모드의 인터페이스를 가진 RAT (무선 접속 기술)에 대한 지원이 가능해지게 되었다. 이러한 점으로 인해 인증, 비용청구 및 전역 로밍의 통합 서비스를 제공할 수 있는 3G 무선 네트워크와 WLAN 통합 및 상호연동은 많은 관심을 받아왔다. 이러한 상호연동을 위한 과정 중 가장 중요한 것으로 판단되는 핸드오프 기술은 서로 다른 네트워크로 이동할 경우, 최대한 응용서비스의 품질을 보장 하도록 하는 것이다. 그러나 무선 IP 환경에서 핸드오프 과정에서 충돌 및 지연 등이 발생할 수 있으며, 이를 방지하고 끊임없는 서비스를 제공할 수 있는 여러 기법이 시도 되고 있다[2,3].

본 논문은 이기종 네트워크의 환경에서 끊임없는 핸드오프 SePH를 위해 프록시 기반의 PMIPv6[11]의 핸드오프 기법을 확장한 것이다. SePH는 핸드오프 스코어 기능 접근법을 기반으로 이기종 네트워크 사이에서 효율적 네트워크를 선택하도록 하는 프록시 기반의 이동성 관리 프로토콜이다. 본 논문에서 제안한 SePH는 5장의 성능평가를 기반으로 이질적인 IPv6 기반 무선 환경에서의 실시간 응용을 위해 처리량, 핸드오프 지연시간, 패킷손실, 시그널링 등 실질적인 QoS 보장을 제공함으로써 기존의 이동성 관리 프로토콜보다 효율적인 핸드오프가 가능함을 보여준다. 또한 본 논문에서 제안된 SePH 프로토콜은 끊임없는 핸드오프를 통해 지역적인 이동성 관리, 컨텍스트 전송, 접속 네트워크 발견 등에도 효율적임을 확인할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 다음 2장에서는 관련 연구로서 이질적인 이동성 관리 프로토콜 및 PMIPv6의 개략적인 설명을 제공하고, 3장에서는 SePH의 동작과정과 시나리오로서 핸드오프 지연율을 줄일 수 있는 방안을 제시한다. 4장에서는 제안기법의 성능분석을 설명하고, 5장에서는 성능평가로서 그 결과를 제시하며, 마지막으로 6장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 이동성 관리 프로토콜

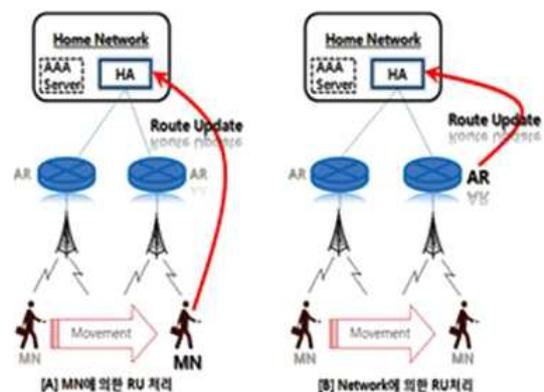
수평적 핸드오프는 지속적으로 연구가 이루어지고 있으며, 최근에 들어서 4G/NGWN에서의 수직적 핸드오프에 대한 연구가 보다 많은 주목을 끌었으며, 몇 가지 연구 결과들이 수직적 핸드오프의 장·단점과 함께 발표되었다[4]. 몇 가지 그와 관련된 논문들은 RSS(Received Signal Strength) 및 대역폭을 기반으로 한 핸드오프 결정을 다루고 있다. 더욱이, 그 밖의 제안들은 IETF(Internet Engineering Task Force)에 의해 제안된 IPv6 기반의 이동성 계획 등 이질적인 네트워크들을 위한 아키텍처 설계에 초점을 맞추고 있

다. MIPv6(Mobile IPv6) [5]은 IP 계층에서의 이동성 관리를 위해 제안된 것으로서, 각 MN은 네트워크에 현재 접속되어 있는 지점과는 상관없이 언제나 홈 주소에 의해 위치가 파악된다. 홈 네트워크에서 멀리 떨어져 있는 동안에도 MN은 현 위치에 대한 정보를 제공하는 CoA(Care of Address)와 연결되어 있다. 하지만, MIPv6는 시그널링 트래픽 오버헤드, 높은 패킷 손실률, 핸드오프 등록지연 등의 문제를 지니고 있으며, 이로 인해 실시간 트래픽이 사용자에 의해 인지되기가 힘들게 된다. 그래서 MIPv6의 성능을 향상시키기 위한 다른 해결안들이 연구되기 시작되었다.

IETF에 의해 새로이 제안된 세 개의 확장 프로토콜은 H-MIPv6(Hierarchical MIPv6)[6], F-MIPv6(Fast MIPv6) [7], FH-MIPv6(Fast Hierarchical MIPv6)[10]으로써, 이 프로토콜들은 MIPv6가 도메인 간 이동에 문제점을 해결하기 위해 제안되었으나, 각 프로토콜은 다음과 같은 단점이 부각되었다. 각 이동성 프로토콜의 단점으로는 HMIPv6는 패킷 손실과 핸드오프 지연[8,9]으로 인해 VoIP(Voice over IP) 등 지연에 민감한 실시간 트래픽의 요건을 충족시킬 수 없다[8,9]. FMIPv6의 경우, 시그널링 오버헤드를 효율적으로 줄이지 못하거나, 버퍼 공간의 필요하기 때문에 패킷 손실을 방지하지 못한다. 이로 인해 결국 실시간 응용에서 서비스가 단절되는 경우가 발생한다. HMIPv6와 FMIPv6를 통합한 FHMIPv6 [10]에 있어서의 신속한 핸드오프 설계는 네트워크 대역폭의 사용 효율성을 향상시킬 수 있는 방향으로 유도되고 있다. 하지만 FHMIPv6 [10]는 FMIPv6과 HMIPv6 모두로부터 결점을 이어받을 수 있는데, 그 결점이란 예를 들어 동기화와 시그널링 오버헤드의 문제들이 발생할 수 있다.

### 2.2 PMIPv6

PMIPv6[11]가 현재의 MIPv6, FMIPv6, HMIPv6들과 가장 큰 차이점은 호스트 기반이 아니라, 네트워크 기반의 이동성 관리 프로토콜(액세스 라우터가 이동성을 대신 수행하는 프로토콜)이라는 점이다.



(그림 1) 라우팅 정보 갱신 시 동작 비교

(그림 1(B))에서는 이동성 관리를 네트워크에 의해 처리하므로, 한정된 자원의 무선대역을 절약할 수 있으며, MN이 네트워크를 이동함에 따라 빈번한 다수의 시그널링을 감소시켜 MN의 이동성 시그널링 처리를 위한 프로토콜 스택 크기를 줄일 수 있고, MN의 부하를 줄이는 동시에 실제 이동 단말의 가장 큰 문제 중 하나인 많은 에너지 소모 문제를 일부 해소할 수 있게 한다. 앞에서 언급한 것처럼, MIPv6의 성능을 개선하여 HMIPv6, FMIPv6 등의 MIPv6와 관련된 다양한 개선 기술들이 발표가 되었으나, 기본적으로 MN의 프로토콜 스택의 수정을 요구한다. 이러한 MN의 프로토콜 스택 수정은 또 다른 복잡성이 문제로 생기면서, 추가적인 이슈들이 생기게 된다. 반면에 PMIPv6와 같은 네트워크 기반의 이동성 관리 기법은 MN 대신에 네트워크가 이동성 관리를 제어하기 때문에 MN의 이동과 관련된 시그널링에는 참여하지 않게 된다. 이로써 얻어지는 QoS 측면의 효과가 상당하다고 볼 수 있다.

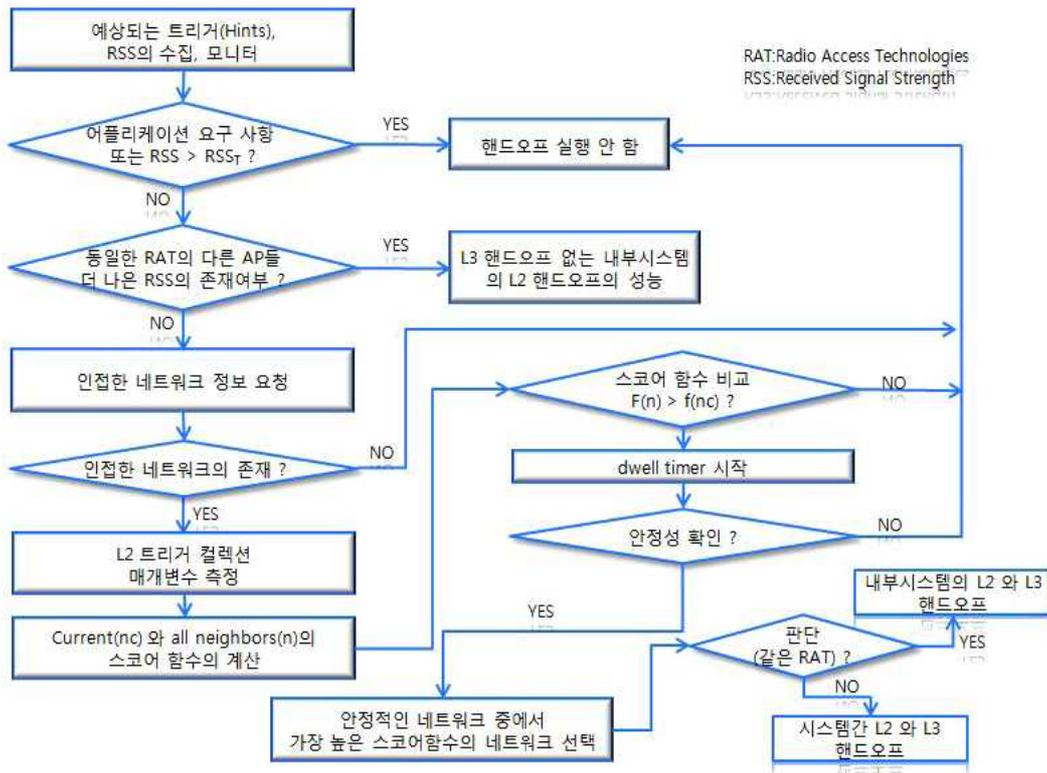
### 3. SePH 제안 프로토콜

#### 3.1 IHDA 알고리즘

본 논문에서는 MIPv6의 환경에서 교차시스템의 디스커버리와 핸드오프 결정을 제공하도록 끊임없는 핸드오프 가능한 프록시 기반의 핸드오프 기법을 제안한다. 제안된 기법에서는 현재의 네트워크 조건들이 먼저 체크가 되고, 이후 핸드오프 이벤트들이 연결된 세션 요구사항들을 충족시킬

수 있는 경우에 핸드오프 이벤트들이 만들어진다. 핸드오프 이벤트들이 만들어 지는 경우에 시스템 디스커버리 과정을 실행할 필요가 없게 되며, 시스템 디스커버리 과정은 네트워크 조건들이 MN의 세션 요구사항들을 충족시키지 못하는 경우에 한해서 진행된다. 가능하다면 MN은 수평적 핸드오프가 실행되도록 시도한다. 그러나 현재의 네트워크에 다른 AR/AEN(Access Edge Node)이 존재하지 않는 경우에 해당 MN을 위해 수직적 핸드오프가 필요하며, MN은 보다 적합한 다른 네트워크를 찾기를 시도한다. 시스템 디스커버리에 모든 무선 인터페이스들이 항상 접속되어 있는 상태를 피하기 위해 적합한 방안이 필요하다.

(그림 2)는 IHDA (Integrated Handoff Decision Agent)의 작동 순서도를 보여준다. 그림에 표시된 RSST는 미리 정해진 값이거나, 수신된 시그널링 강화 한계 값으로 적합한 값을 가진다. 이는 약간의 개선된 QoS 수준을 제공하는 후보 네트워크를 선택함으로써 비효율적인 네트워크 자원의 사용을 방지한다. MN은 현재 네트워크로부터 IHDA에 이웃한 네트워크 정보를 요청한다. IHDA에 정기적으로 보고되는 정보를 통해서 MN의 로밍 연결 상태 및 통신가능 구역에서의 네트워크 접속조건들에 대한 전체적인 정보를 유지하게 된다. IHDA는 이웃한 네트워크 정보가 있는 경우에 한해서 연결점을 통해 MN에 보내는 방식으로 응답한다. 그러면 MN은 후보 네트워크를 결정하기 위하여, 취득한 정보를 사용하여 각각 연결 가능한 네트워크를 위한 핸드오프 스코어 기능을 수행하여 그 값을 산정한다. 후보 네트워크



(그림 2) IHDA의 작동 순서도

가 사용가능한 경우, MN은 해당 후보 네트워크의 안정성을 평가하기 위한 대기 시간을 설정한다. QoS 수준이 대기 시간이 만료되기 전까지 보다 좋은 상태로 유지되는 경우에 MN은 현재의 네트워크보다 약간 더 낮고 핸드오프 실행 단계를 시작할 수 있는 QoS 수준을 제공하는 후보 네트워크를 선택하게 된다. 그렇지 않은 경우 MN은 대상 네트워크가 불안정하고 대기 시간동안에 QoS 수준을 나은 상태로 유지할 수 없다는 이유로 현재의 네트워크와 접속 상태를 유지하게 된다. MN가 이웃한 네트워크로의 이동시 IHDA에 의해 선택된 네트워크에서 세션 정보를 유지하고, 인접한 네트워크의 NLCoA(Next Link CoA)를 미리 생성하기 때문에 MN은 우수한 끊김없는 핸드오프를 지원할 수 있다.

본 논문에서 제안한 SePH는 핸드오프를 시작할 때부터 MN에 송수신되는 시그널링의 재시작을 피하고 서비스 중단을 감소시켜 프록시의 역할을 수행한다. 이는 끊김없는 서비스 연속성을 위한 수단으로서 요청 메시지에 표시된 요구사항을 이전 서브넷에서 처리한 QoS에 일치시켜 설정하여야 하는 작업을 필요로 한다. QoS의 일관성은 매우 도전적인 과제로 남아 있으며 실시간 애플리케이션에 결정적인 요소이다. 본 논문에서는 성능 분석을 위해 이 일관성의 과정을 네트워크 토폴로지화하여 수행하도록 하며, 이것은 다양한 네트워크들 간 QoS 매핑을 가능하게 해주는 IHDA에 의해 조종되는 값으로서 매핑은 이기종 네트워크상 세션에 제공되는 명세서와 QoS 보증을 해석하는데 필요하다. 앞서 언급한대로, 본 논문은 PMIPv6의 핸드오프방안을 확장한 것으로 그 동작 과정을 살펴보면, 먼저 MN의 전원이 켜지거나 PMIPv6 네트워크 안으로 진입 후, MAG1은 액세스 망에 있는 정책 저장소(Policy Storage)로부터 MN이 접속하고자 하는 LMA의 주소와 MN의 ID 정보, MN에게 할당될 네트워크 프리픽스의 정보를 얻는다.

이후, 이 정보를 이용하여 MAG1은 RA(Router Advertisement) 메시지를 MN에게 전송한다. MN은 이 정보를 이용하여 자신의 IP 주소를 설정하고, MAG1은 서버로부터 수신한 정보를 이용하여 PBU(Proxy Binding Update)

메시지를 만들어 LMA에게 전송한다. PBU를 수신한 LMA는 자신의 BCE(Binding Cache Entry)에 MN ID에 해당하는 정보의 존재 여부를 검사한다. 만일 없다면 MN에 대한 정보를 저장소에 추가한다. LMA는 MAG1의 주소 정보를 이용하여 LMA와 MAG1 간에 터널을 생성하고, MN이 이동을 하게 되면, 앞과 동일한 방법으로 MAG2는 MN에 대한 정보를 정책저장소로부터 얻게 되고, 이 정보를 이용하여 MN에게 동일한 네트워크 프리픽스 정보를 광고하여 네트워크에서 공유되게 한다. MN이 동일한 네트워크 프리픽스 정보를 수신하게 되면, MN은 자신이 이전과 동일한 네트워크에 계속 접속되어 있다고 간주한다. MAG2는 서버로부터 수신한 MN에 대한 정보를 이용하여 PBU 메시지를 만들어 LMA에게로 전송한다. PBU메시지를 수신한 LMA는 MN의 ID정보와 MAG2의 주소 정보를 이용하여 MN이 새로운 망으로 이동했다는 것으로 판단하여, MN을 위한 터널을 기존 LMA-MAG1 에서 LMA-MAG2로 변경한다. 이후, LMA를 거쳐 MAG2를 거쳐 MN까지 경로를 설정하여 LMA 외부에서 들어오는 메시지가 전달되도록 처리한다.

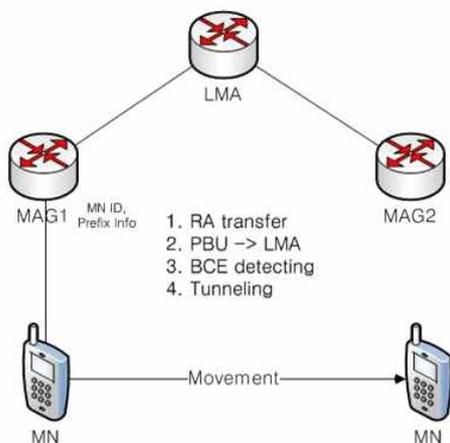
### 3.2 SePH의 동작

통상의 핸드오프 방식에서는 모든 인터페이스를 언제나 활성화시킴으로써 MN이 이웃하는 AR/AEN의 시그널링 강도를 주기적으로 모니터 한다고 가정한다. 하지만 모든 인터페이스를 지속적으로 활성화시키게 되면 MN의 배터리 에너지 소모율은 증가하게 된다. 이 문제는 모바일 기기에서 지원하는 RAT의 수가 증가하여 MN의 이동영역에서 이용할 수 있게 될 경우에 심해진다. 다양한 접근 기술과 네트워크에서 끊김없는 핸드오프를 지원하기 위해선 MN가 속할 수 있는 무선네트워크에 대한 정보가 필요하며, 현재 AR/AEN에서 다음으로 이동하는 것과 관련된 정보(컨택트)를 전송하는 것도 필요하다.

본 논문에서 제안하는 이기종 네트워크의 All-IP에 위한 끊김없는 프록시 기반의 핸드오프 프로토콜(SePH)은 IHDA와 이동성 에이전트 간에 교환한 메시지를 기초로 AR와 네트워크 검색을 수행하고, 세션과 MN의 이동성 패턴을 통해 세션 터널링을 제공함으로써 제한된 무선자원의 사용을 최소화시키며, 빠른 이동성과 안전한 전송을 제공한다. SePH의 주요 목적은 핸드오프를 시작할 때부터 MN에 송수신되는 시그널링의 재시작을 피하고 서비스 중단을 감소시키기 위함이다. MN은 AT(Anticipated Trigger)의 생성에 따라 HDreq(Handoff Decision Request)를 보낼 것인지를 결정한다. 높은 비트 오류율, 링크 중단(다운되는 현상), 보안 위험, 금전적 비용, 지리적 위치와 같은 요소들을 AT로 이용할 수 있다.

#### 3.2.1 로밍 시나리오

HDreq를 받으면 MAP/BEN/LMA는 성능에 대한 정보가 되찾기 위해 지역적 CAR/AEN 테이블을 확인한다. MAP/BEN/LMA는 핸드오프 준비요청 메시지에 표시된 요구사항과 이용 가능한 네트워크 조건을 바탕으로 CAR/AEN 목록



(그림 3) SePH 동작

을 얻기 위해서는 필터링 과정을 실행한다. 이 MN에 대한 컨텍스트 정보를 이용할 수 없고 MAP/BEN/LMA가 후보로 있는 경우 후자는 새로운 경로에 트래픽 전달자 구축을 위한 MN의 세션 관리 파라미터를 얻기 위해 CTReq(Context Request) 메시지를 IHDA에 보낸다[12]. CTReq 메시지에 대한 응답으로 IHDA는 MN의 특성 컨텍스트를 포함한 CTD(Context Transfer Data) 메시지를 전송한다. 새로운 MAP/BEN/LMA가 CTD 메시지를 받으면 IHDA에서 받은 컨텍스트를 설치한다.

MAP/BEN/LMA는 HPRes(Handoff Preparation Response)를 보냄으로써 MN에 응답한다. MAP/BEN/LMA에 사용자 프로파일의 정보가 부족할 경우, 현재 MAP/BEN/LMA는 MN의 홈 네트워크보다는 IHDA에 프로파일 정보를 요청한다. MN은 HPRes를 받으면 NLCoA를 얻기 위해 stateless 주소설정을 실행하고 [5], CAR/AEN가 제공한 핸드오프가 발생하게 되는 L2 기법을 식별한다. 즉, NLCoA는 선택된 네트워크와 연관이 있을 것이다. 모든 무선 인터페이스가 항상 활성화되도록 설정할 때보다는 CAR/AEN 목록에 연관되어 있을 때만 MN이 활성화될 것이다. 이러한 선택적 무선 인터페이스 활성화는 시스템 검색 시간과 소비전력 효율성 간 상충관계를 완화시키고 스캐닝 지연시간을 줄여준다. MN은 L2 트리거를 수신할 때마다 CAR/AEN 중에서 대상 AR/AEN의 선정을 시작한다. 이러한 선정은 위에 제시한 핸드오프 스코어 함수,  $f_u^n$ 를 바탕으로 한다. 지정된 사용자  $u$ 에 대해, 스코어 함수  $f_u^n$ 는 사용자에게 서비스를 제공하는 각각의 네트워크에 대해 평가한다. 달리 말하면, 스코어 함수는 MN 장치에서 실행되는 어플리케이션을 처리하기 위해 무선 네트워크에서 제공되는 QoS의 품질을 평가하는 것이다. 후보자 중 최고 함수 값의 최저 값으로 평가된 결과를 기반으로 타겟 네트워크로 결정하며, 이 네트워크가 사용자에게 상당한 혜택을 (즉, QoS 수준) 제공하게 된다. 좀 더 구체적으로, 현재 서빙 네트워크를  $n_c$ 로 하고,  $N$ 은  $n_c$ 의 이웃 네트워크들의 집합을 나타내며  $f_u$ 는  $f_u = \{f_u^n : f_u^n > f_u^{n_c}, \forall n \in N\}$ 에 의해 정의된 집합을 나타낸다. 모바일 사용자  $u$ 에 대해 최적의 최종 네트워크  $n^*$ 는 아래와 같이 구할 수 있다.

$$f_u^{n^*} = \inf(F_u) \quad (1)$$

여기서  $f_u$ 은 아래와 같이 표현 된다.

$$f_u^n = \sum_s P_{u,s}^n f_{u,s}^n \quad \forall n,u. \quad (2)$$

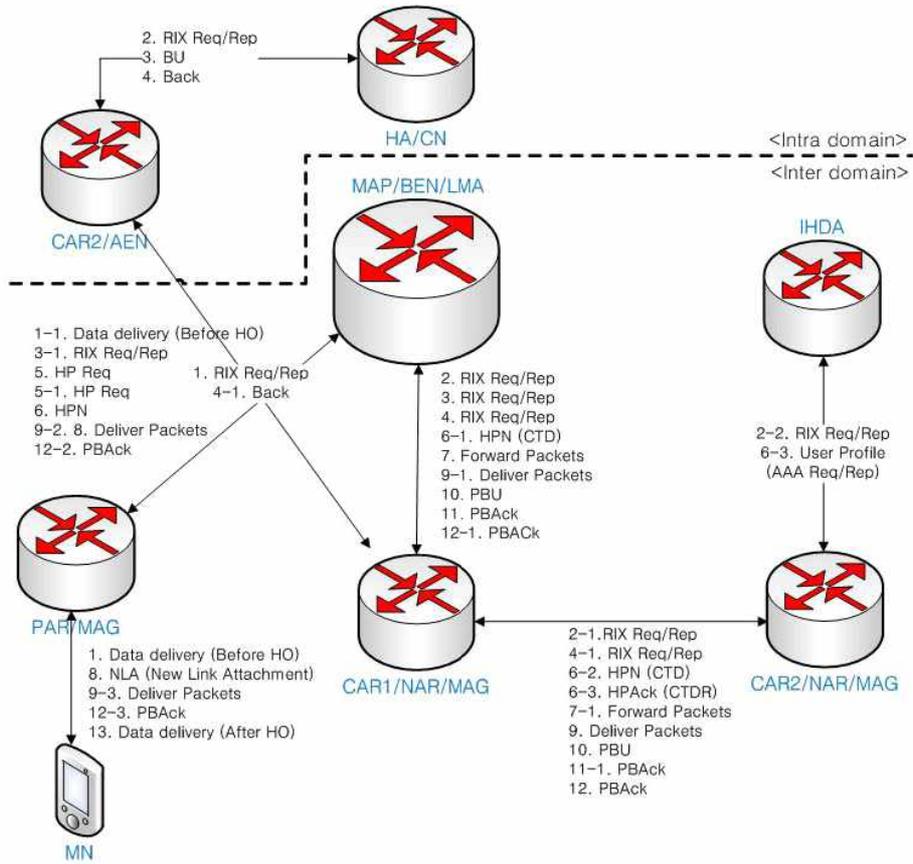
미 접속된 네트워크의 스코어 함수는 항상 제로(0)를 나타낸다.  $P_{u,s}^n$ 은 사용자  $u$  프로파일 기초한 네트워크  $n$ 에 대한 서비스 및 세션  $s$ 의 우선순위이다. 즉, 서비스  $s$ 의 연

결을 위해 MN이 네트워크  $n$ 을 선호할 확률을 의미한다.  $f_{u,s}^n$ 은 네트워크  $n$ 에 대한 각 서비스별 스코어 함수이다. 달리 말하면, QoS 요인을 나타내고, 아래와 같이 계산된다.

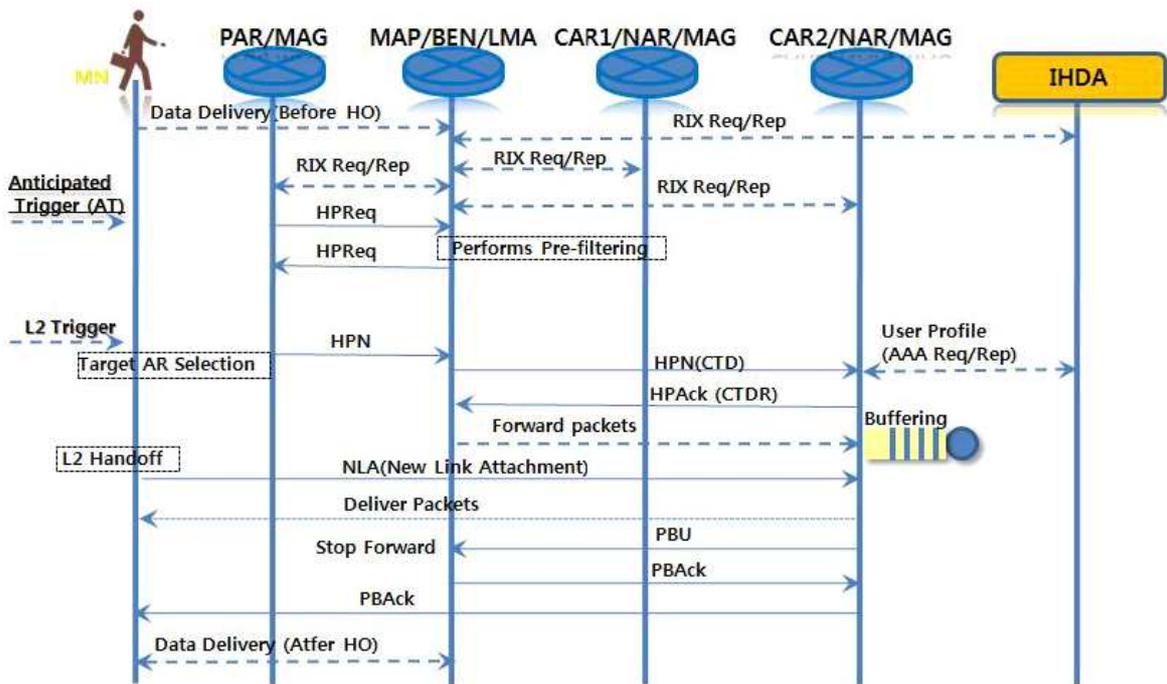
$$f_{u,s}^n = \sum_i w_{s,i}^n f_{s,i}^{n,u} \quad \forall s,n,u \quad (3)$$

대상 AR/AEN의 선정 과정이 끝나면 MN은 MAP/BEN/LMA가 PLCoA와 NLCoA 간에 바인딩을 구축하고, PLCoA를 수신주소로 하여 들어오는 패킷을 모두 버퍼링할 수 있도록 HPN(Handoff Preparation Notification) 메시지를 보냄으로써 새로운 서브넷으로 이동하고 있음을 MAP/BEN/LMA에 알린다. MAP/BEN/LMA는 새로운 AR로 HPN 메시지를 전송하며 CTD 메시지를 포함한다. NAR/AEN로부터 알림을 받으면 MAP/BEN/LMA는 PLCoA로 된 패킷에 대해 모두 NLCoA로 터널링을 시작한다. NAR/AEN가 HPN 메시지를 받으면 NLCoA에 대해 DAD(Duplicate Address Detection) 절차와 어플리케이션 요구사항 검증을 수행한다. 그 이후, NAR/AEN는 HPack 메시지로 HPN 메시지에 응답한다. CAR/AEN가 CTD 메시지를 처리하면 수신한 컨텍스트 처리 상태를 보고하기 위해 임의로 CTDR 메시지를 생성할 수 있고, 이 HPN 메시지를 전송하고 나면 MN은 링크 계층 L2 핸드오프를 실행하고, NAR/AEN에 NLA(New Link Attachment) 메시지를 보냄으로써 새로운 링크에 자신의 존재를 알린다. 그리고 NAR/AEN은 버퍼링된 패킷을 MN에 전달하기 시작한다. BU 절차가 완료될 때까지 패킷 포워딩 절차는 활성화된 채로 남아있게 된다. L2 핸드오프 전까지 핸드오프 HPN 메시지가 전송되지 않을 경우 MN은 새로운 링크에 대한 HPN 메시지를 NLA 메시지에 피드백 한다는 점을 주목해야 한다. 이러한 상황은 예상 형태와는 달리 SePH의 반응 형태를 따르는데 즉, HPN 메시지 이전의 링크를 통해 전달된다는 것을 의미한다. NAR/AEN가 NLA 메시지를 받으면 NLA 메시지 중 일부는 처리하고 HPN 메시지의 일부를 추출해 현재의 MAP/BEN/LMA로 전송한다. 이때, 현재의 MAP/BEN/LMA는 모든 들어오는 패킷에 대해 PLCoA 메시지를 수신주소로 두고 버퍼링을 시작하며, 이 패킷들을 NLCoA로 전달한다. NAR/AEN이 NLA 메시지를 처리할 때 주소 충돌이 발생할 경우 예상한 NLCoA를 유효한 CoA로 바꾼 후, MAP/BEN/LMA로 전송하기 전에 HPN 메시지에 포함 시키는데, 이와 동시에 NAR/AEN은 NN으로 NLAck(New Link Acknowledgement) 메시지를 보낸다. MN은 NAR/AEN에 진입하는 후에 BUL을 보낸다. BUL을 시그널링 메시지에 피기백함으로써 MN에서 NAR/AEN로 가는 구분된 대역 외 메시지를 막게 되고, 이에 따라 시그널링 트래픽 오버헤드가 줄어든다.

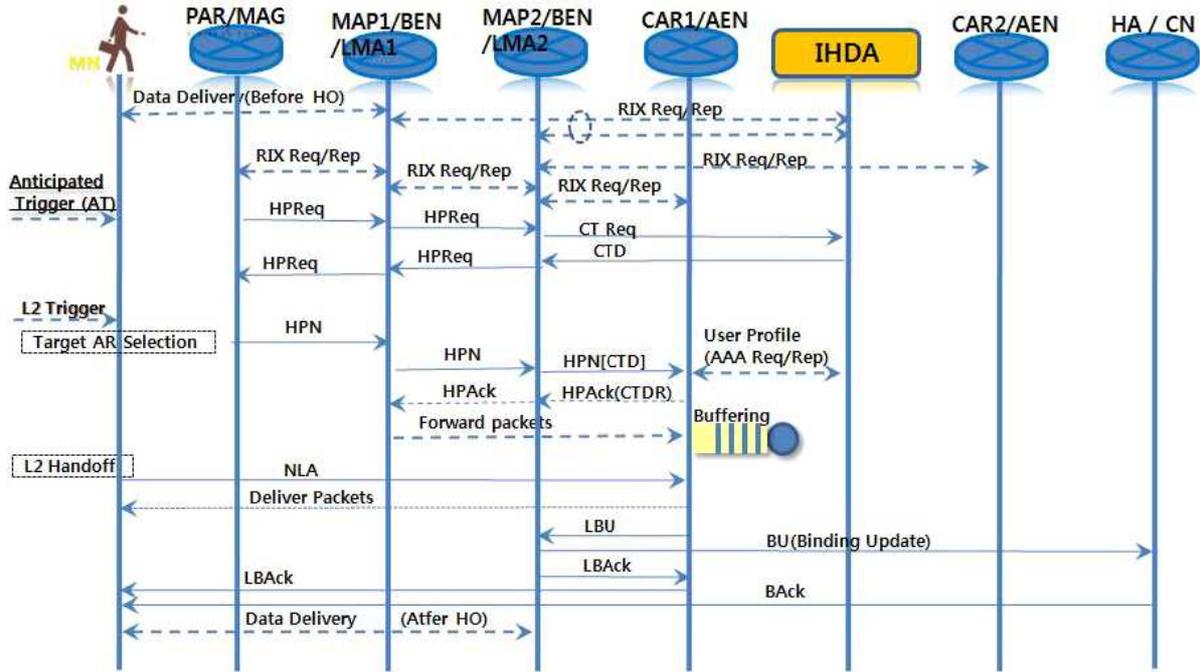
(그림 4)는 전체(도메인 내외 도메인 간)의 시그널링 과정을 나타낸 그림이며, 라우터 정보 교환 (RIX 요청/응답) 메시지는 MAP/BEN/LMA와 IHDA가 수신 가능한 영역에 대해 시그널링을 유지할 수 있도록 허용하는 데에 사용된



(그림 4) 도메인 내·외부 간의 시그널링 처리과정



(그림 5) MAP/BEN/LMA 도메인 내 로밍을 위한 시그널링



(그림 6) MAP/BEN/LMA 도메인 간의 로밍을 위한 시그널링

다. RIX 메시지 교환은 주위에 있는 라우터들이 서로 라우팅 테이블을 교환하도록 허용하는 라우팅 정보 프로토콜과 (Router Information Protocol)과 비슷하나, 세부적인 관점에 대한 RIX의 정보는 시스템 파라미터, 서브넷 로드, QoS 상태와 정보 (예: 지원하는 데이터 전송속도, 영상 부호화율, 최대 지연시간, 대역폭 가용성, MN의 신호강도에 관한 정보로 정의한다. (그림 5)는 MAP/BEN/LMA 도메인 내에서 로밍 중의 시그널링 처리 순서를 세분화한 그림이다. (그림 6)은 MAP/BEN/LMA 도메인 간에서 로밍 중에 메시지 순서흐름을 세분화한 과정이다. BU 절차는 MN을 대신하여 NAR/AEN가 수행한다. AR/AEN의 캐시 내에 복사된 정보는 MN의 원래 BU 목록에 따라 주기적으로 업데이트된다.

#### 4. SePH에 대한 성능분석

IP 기반의 무선 네트워크에서는 QoS를 패킷 손실, 핸드오프 지연시간, 시그널링 오버헤드로 정의할 수 있다. 본 논문에서 제안된 SePH의 성능 분석에 필요한 지표는 다음 <표 1>과 같다.

##### 4.1 사용자의 이동성 및 트래픽 모델

사용자 이동성과 트래픽 모델은 효율적 시스템 설계 및 성능평가에 필수적이다. 보통 MN의 이동성은 셀 체류시간으로 모델화되는데 이러한 목적으로 여러 유형의 변수들을 무작위로 사용한다 [13]. 무선 네트워크에서 가장 자주 사용되는 이동성 모델 두 가지는 랜덤워크모델과 유체흐름 모델

<표 1> 성능평가 지표

$t_s$	2개의 연이은 세션 사이의 시간
$t_c$	서브넷(AR/AEN의 영역) 체류 시간
$t_d$	MAP/BEN 도메인 체류 시간
$C^g$	HA/CNs 을 위한 전역 BU 비용
$C^l$	MAP/BEN 을 위한 지역 BU 비용
$N_{CN}$	MN에 대한 BCE가 있는 CN의 수
$d_{X,Y}$	노드 X와 Y간의 평균 홉 수
$C_{X,Y}$	노드 X와 Y간의 제어 패킷의 전송 비용
$PC_X$	노드 X에 BU에 대한 처리 비용
$P_s$	AH 시그널링 성공 확률
$S_s$	성공으로 AH에 대한 시그널링 비용
$S_f$	실제 L3 핸드오프가 발생하는 시그널링 비용
$S_r$	반응 모드 시그널링 비용

이다[14]. MN이 일정한 속도 ( $v$ )로 움직이고  $[0, 2\pi]$ 에 내에서 각 방향이 일정하게 분포된 랜덤워크를 이동성 모델로 간주하였다.  $d_{i,u}$ 는 AP/BS (i)와 모바일 사용자 (u) 사이의

거리로 한다.  $h_{i,u} = 10^{-\frac{s_{i,u}}{10}} d_{i,u}^{-\alpha}$ 로 경로손실 또는 링크이득이 주어진다 가정하며, 여기서  $\alpha$ 는 경로손실의 지수 승,  $s_{i,u}$ 는 평균이 0이고 표준편차가  $\sigma_s$ 인 로그 정규분포이다. 지수분포는 복잡성과 정확성 사이에서 수용이 가능한 상충관계를 제공한다. 따라서 대부분의 비용분석에서는 지수 가

설을 이용한다[13]. 본 논문에서는 두 가지 수준, 세션, 패킷이 포함된 트래픽 모델을 고려하며, 세션 지속시간은 세션 간 비율이  $\lambda_s$ 인 지수분포를 따르는 반면 패킷생성과 도착율은 푸아송 프로세스를 따른다.  $\mu_c$ 과  $\mu_d$ 는 각각 MN이 서브넷 밖과 (예: AR/AEN 도메인) MAP/BEN 도메인 밖으로 경계를 넘어서는 비율을 의미한다. MN이 MAP/BEN 도메인 경계를 넘으면 AR/AEN 경계도 넘는다. MN가 동일한 MAP/BEN 도메인에 남아 있기 위해선  $\mu_l$ 가 경계선을 넘는 비율이 되어  $\mu_l = \mu_c - \mu_d$ 를 성립한다. 모든 서브넷이 원 모양을 가지고 있고 함께 연속적 도메인을 형성하며 각 MAP/BEN 도메인이 동일한 서브넷 (M)으로 구성되어 있다

고 가정하면, 경계를 넘어서는 비율은  $\mu_d = \frac{u_c}{\sqrt{m}}$ 이다.

로밍 확률은 목적지 네트워크가 아니라 본래 네트워크에서 MN의 이동 패턴에 따라 달라진다. 따라서 MN의 연속된 세션 간에 최소 하나의 지역 BU( $P_c$ )와 하나의 전역 BU( $P_d$ )가 있을 확률은 다음과 같다.

$$P_c = Pr(t_s > t_c) = \frac{u_c}{u_c + \lambda_s} \quad (4)$$

$$P_d = Pr(t_s > t_d) = \frac{u_d}{u_d + \lambda_s}$$

세션 간의 시간동안 서브넷을 이동하는  $E(N_c)$ 와 MAP/BEN/LMA 도메인을 이동하는  $E(N_d)$ 에 해당하는 위치 BU의 평균횟수는 다음과 같다.

$$E(N_c) = \sum_{k=0}^{\infty} m P_c^k (1 - P_c) = \frac{\mu_c}{\lambda_s} \quad (5)$$

$$E(N_d) = \sum_{m=0}^{\infty} m P_d^m (1 - P_d) = \frac{\mu_d}{\lambda_s}$$

동일한 시간 변수들의 가정을 통해  $E(N_l)$ 의 수식을 얻을 수 있는데, 즉 MN이 이동하지만 세션 간의 시간 동안 주어진 MAP/BEN 도메인 내에 머물러 있는 평균 서브넷 수는 (AR/AEN) 다음과 같다.

$$E(N_l) = \mu_l / \lambda_s \quad (6)$$

#### 4.2 BU 시그널링 비용

무선 네트워크의 성능분석에서는 이동성 관리 방안으로 생긴 총 시그널링 비용을 고려해야 한다. NGWN에는 두 종류의 위치 또는 BU 시그널링이 있다. 하나는 MN의 서브넷이 이동하는 동안 발생하고 나머지 하나는 바인딩이 만료될 때 발생한다. 이동 유형에 따라 두 종류의 BU, 즉 전역 유형과 지역 유형이 실행될 수 있다. 전역 BU는 MN이 자체 MAP/BEN/LMA 영역 밖으로 움직일 때 일어난다. 이 경우,

MN은 HA와 CN에 새로운 RCoA를 등록한다. 반면 MN이 MAP/BEN 도메인 내에서 현재 주소를 바꾼다면 새로운 LCoA를 MAP/BEN에 등록하기만 하면 된다. 그러므로 세션 간의 시간 동안 BU의 평균 시그널링 비용은 BU의 수에 크게 좌우되며, 아래와 같다.

$$C_{BU} = E(N_l) C^l + E(N_d) n C^g \quad (7)$$

$$= \frac{1}{SMR \sqrt{M}} [C^g + (\sqrt{M} - 1) C^l]$$

여기서 SMR은 세션-이동성 비율로 사용자 이동률에 대한 세션 도착율의 상대적 비율을 나타낸다.

$$SMR = \lambda_s / \mu_c. \quad (8)$$

AT와 링크 계층 정보는 (L2 트리거) 핸드오프 이벤트를 예상하거나 재빨리 응답하는데 사용된다. 따라서 SePH 시그널링 비용은 핸드오프 예측이 정확한 확률에 따라 좌우된다. L2 트리거 이후, 실제 핸드오프가 없을 경우 핸드오프 예측을 위해 교환된 모든 메시지는 무용지물이 된다. 그러므로 SePH에서의 전역/지역 BU 시그널링 비용은 다음과 같이 표기할 수 있다.

$$C^g = P_s S_s^g + (1 - P_s)(S_f^g + S_r^g) + C_{ru} \quad (9)$$

$$C^l = P_s S_s^l + (1 - P_s)(S_f^l + S_r^l) + C_{mu}$$

다음 <표 2>의 수식은 각각 HA/CN와 MAP/BEN/LMA에서 BU 비용을 의미한다.

<표 2> 구간별 시그널링 비용

$C_\mu$	$= 2C_{AEN,BEN} + PC_{BEN}$
$C_{ru}$	$= 2(C_{BEN,HA} + N_{CN}C_{BEN,CN})$ $+ PC_{HA} + N_{CN}PC_{CN}$
$S_f^l$	$= C_{AEN,BEN} + PC_{BEN} + PC_{AEN}$
$S_s^l$	$= C_{MN,BEN} + 2C_{BEN,AEN}$ $+ C_{MN,AEN} + PC_{BEN} + PC_{AEN}$
$S_r^l$	$= C_{MN,AEN} + C_{AEN,BEN} + PC_{BEN}$ $+ PC_{AEN}$
$S_f^g$	$= C_{MN,pBEN} + C_{pBEN,nBEN} + 2PC_{BEN}$ $+ PC_{AEN}$
$S_r^g$	$= C_{MN,AEN} + (C_{AEN,nBEN} + C_{nBEN,pBEN})$ $+ 2PC_{BEN} + PC_{AEN}$
$S_s^g$	$= C_{MN,pBEN} + 2(C_{pBEN,nBEN} + C_{nBEN,AEN})$ $+ C_{MN,AEN} + 2PC_{BEN} + PC_{AEN}$

4.3 핸드오프의 지연 및 패킷 손실

손실된 패킷 수는 핸드오프 지연시간에 비례하기 때문에 핸드오프 지연시간 수식의 값을 본 단락에서 구해보도록 한다. 다음 파라미터들은 핸드오프 지연시간과 패킷 손실을 계산하는 것으로 정의한다.  $t_{L2}$ 는 L2 핸드오프 지연시간,  $t_{x,y}$ 는 노드 X와 Y간에 s 크기 메시지에 대한 단방향 전송 지연. 종료 포인트 중 하나가 MN일 경우에는  $t_{x,y}$ 가 아래와 같이 계산한다.

$$t_{x,y}(s) = \frac{1-q}{1+q} \left( -\frac{s}{B_{wl}} + L_{wl} \right) + (d_{x,y} - 1) \left( \frac{s}{B_w} + L_w + \omega_q \right) \quad (10)$$

이 수식에서 q는 무선 링크 실패가 일어날 확률을, -q는 인터넷에서 각 라우터에 대한 평균 큐잉 지연시간을 의미한다 [15].  $B_w$ ( $B_w$ )은 무선 (유선) 링크의 대역폭이며,  $L_w$ ( $L_w$ )는 무선 (유선) 링크 지연을 이다. SePH 핸드오프 지연은 빠른 핸드오프 메시지가 교환되는 링크를 비롯해 이용 가능한 정보에 따라 좌우된다. MAP/BEN/LMA 로밍을 위한 SePH의 평균 핸드오프 지연은 다음과 같이 주어진다.

$$D_{HPAHN}^l = P_s O_{HPAHN}^l + (1 - P_s) N_{HPAHN}^l \quad (11)$$

여기서  $D_{HPAHN}^l = t_{L2} + 2t_{MN,AEN}$ 는 L2 핸드오프 이전에 NAR/AEN에 대한 정보와 임박한 핸드오프를 이용할 수 있을 경우의 핸드오프 지연을 나타낸다.

만약에 그렇지 않을 경우, 핸드오프 지연은 SePH의 반응 형태와 관계된  $N_{HPAHN}^l = t_{L2} + 2t_{MN,AEN} + 2t_{AEN,BEN}$ 이 주어진다. MAP/BEN 도메인에서  $N_{HPAHN}^{l2}$ 이

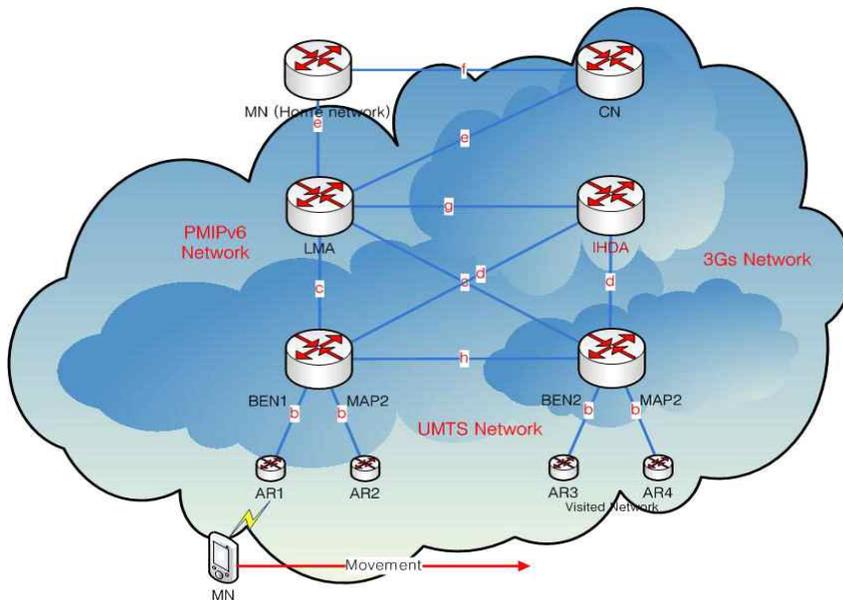
$$N_{HPAHN}^g = t_{L2} + 2t_{MN,AEN} + 2[t_{AEN,BEN} + t_{nBEN,pBEN}] \quad (12)$$

가 되고  $O_{HPAHN}^g = O_{HPAHN}^l$ 이 성립한다. 사실, 이론과 달리 핸드오프 절차는 MAP/BEN/LMA 통신지연에 따라 서로 달라지는데 그 이유는 L2 핸드오프 이전에 MAP/BEN/LMA 도메인 간의 시그널링이 완료되기 때문이다. MAP/BEN/LMA 도메인 간의 로밍에서 SePH의 평균 핸드오프 지연은 (11)과 비슷하게 계산한다.

5. 성능 평가

3G/UMTS 무선 네트워크는 WLAN (예: IEEE 802.11) 네트워크와 완전히 중복된다고 가정하며, MN은 대역폭과 지연 요구사항에 더 가중치를 주어  $w_{s,b}^n = w_{s,l}^n = 0.35$ 가 되고, 뒤이어 전력 소비는  $w_{s,p}^n = 0.20$ , 사용 비용에는 가중치를 덜 주어  $w_{s,b}^n = w_{s,l}^n = 0.35$ 로 모든 n이 성립하고, 모든 i는  $\alpha_i = 0.3$ 를 적용시켰다. 분석 시 고려한 네트워크 토폴로지를 (그림 7)에서 제시하고 있다.

서로 다른 도메인들 간 거리는 동일하다고 가정하고 있으므로,  $c = e = f = h = 10$ 이고  $a = 1$ ,  $b = 2$ , and  $d = g = 4$ 로 설정한다. 모든 링크는 용량과 지연에



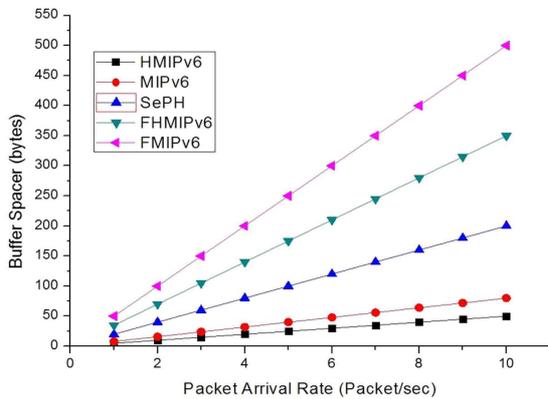
(그림 7) 성능평가를 위한 이기종 네트워크 토폴로지

관해 전 이중적이어야 한다. 시그널링 비용을 계산하는데 사용된 파라미터 값은 다음으로 정의한다.

$$M = 2, \tau = 1, \kappa = 10, PC_{AEN} = 8, PC_{HA} = 24, PC_{CN} = 4, PC_{IHDA} = 15, PC_{BEN} = 12$$

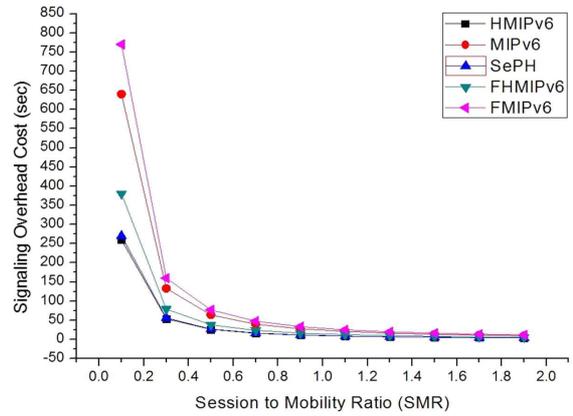
5.1 처리량 및 시그널링 트래픽 오버헤드

(그림 8)의 성능평가는 빠른 핸드오프 기법이 (FMIPv6과 FHMIPv6) 패킷 버퍼링과 포워딩을 일찍 시작하기 때문에 MIPv6나 HMIPv6보다 더 많은 버퍼 공간을 필요로 한다는 것을 보여준다. 이는 핸드오프 절차 도중에 MN 하나에 요구되는 버퍼 공간을 고려하여야 하며, 요구되는 버퍼 공간은 핸드오프를 수행하면서 MN의 수에 따라 증가하고 패킷 도착율에 비례하여 증가하기 때문이다. 패킷 손실을 줄이기 위해 끊임없는 핸드오프 기법은 핸드오프 실행 중 패킷 버퍼링과 포워딩을 지원함을 해야 한다.



(그림 8) 패킷 도착율에 따라 요구되는 버퍼 공간

이 분석에서는 핸드오프 절차 도중에 MN 하나에 요구되는 버퍼 공간을 고려하였다. 요구되는 버퍼 공간은 핸드오프를 수행하면서 MN의 수에 따라 증가하고 패킷 도착율에 비례하여 증가한다. 반면 버퍼링 시간은 실시간 애플리케이션에 영향을 미칠 수도 있다. (그림 9)은 핸드오프 도중에 발생하는 시그널링 오버헤드 비용을 SMR 함수로 나타내고 있다. SMR이 작으면 이동물이 세션 도착율 보다 크다. 그러면 MN은 이동성으로 인해 접속점을 자주 변경하여 여러 번의 핸드오프가 발생하고 시그널링 오버헤드는 증가한다. 그러나 세션 도착율이 이동률보다 클 경우 (예: SMR>1) BU 실행 수가 줄어들고 시그널링 오버헤드도 낮아진다. FMIPv6는 핸드오프 예상을 위해 표시하는 추가 메시지 때문에 MIPv6보다 무선 대역폭을 더 자주 사용한다. 서브넷 상주시간을 줄이기 위해 FMIPv6에 비해 SePH에서 시그널링 오버헤드가 상당히 감소된다. 게다가 이전 링크를 통해 MN로부터 알림을 받지 못할 경우 F-HMIPv6의 반응형태는 HMIPv6와 일치하므로 라우터 검색 단계에서 교환한 메시지는 불필요하게 된다. 그러나 이 메시지 교환은 SePH에

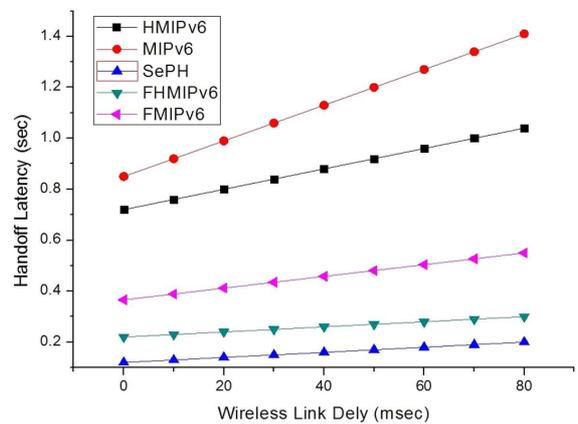


(그림 9) SMR에 따른 BU 시그널링 트래픽 비용

비해 F-HMIPv6의 경우 시그널링 오버헤드를 증가시키는 결과를 낳는다. 사실 SePH와 달리 F-HMIPv6에서는 L2 트리거 생성 이후 더 많은 메시지가 교환된다. RIX 메시지 교환은 라우팅 정보 프로토콜(RIP)과 비슷하게 추가 시그널링을 부른다. 하지만 시그널링의 증가는 네트워크 유선 부분에서만 발생한다. 무선부분에 비해 유선부분은 대역폭과 자원이 훨씬 크다.

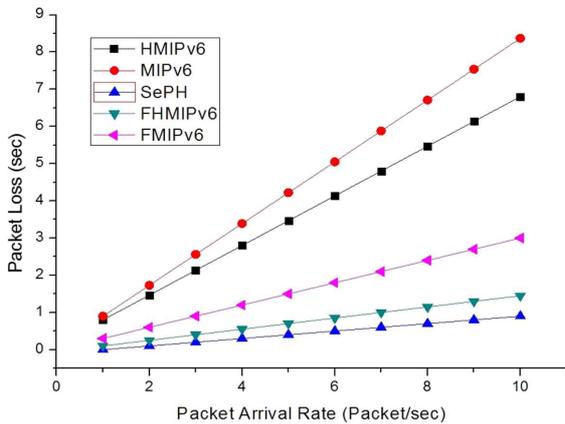
5.2 핸드오프 지연과 패킷 손실

(그림 10)은 핸드오프 지연시간이 무선링크 지연에 비례하여 증가함을 보여준다. 모든 프로토콜 중에서 MIPv6과 HMIPv6에서 가장 낮은 결과를 관찰할 수 있고, 그 뒤로 FMIPv6와 F-HMIPv6가 따르는 반면 SePH은 지연시간이 가장 낮게 나타난다. F-HMIPv6에서는 위에서 언급한 동기화 문제가 해결되지 않았으며 지연시간의 증가를 비롯해 패킷손실을 야기한다. SePH에서는 이 문제가 해결되어 F-HMIPv6에 비해 지연시간이 낮다. 쌍방향 대화에 허용되는 최대 지연시간이 약 200ms라는 사실은 잘 알려져 있다. 따라서 무선 링크 지연시간이 50ms 이하로 설정되어 있는 경우 SePH은 이 요구사항을 만족시킨다. 패킷손실은 핸드오프 지연시간에 비례하므로 비슷한 결과와 작용이 관찰된다.



(그림 10) 무선 링크 지연에 따른 핸드오프 지연

(그림 11)에서는 패킷 손실에 대한 패킷 도착율을 보여준다. 패킷 손실의 경우 MIPv6나 HMIPv6에 비해 빠른 핸드오프 방안에서 훨씬 낮다. SePH은 다른 프로토콜에 비해 낮은 패킷 손실을 보인다. 버퍼링이 없고 예상된 핸드오프 방안으로 인해 HMPv6나 HMIPv6에서 핸드오프를 실행할 경우 모든 패킷이 손실될 것이다. 하지만, 빠른 핸드오프 기법에서는 (FMIPv6, FHMIPv6 and SePH) L2 핸드오프를 발견한 순간부터 버퍼링 기법이 시작될 때까지, 또는 버퍼가 넘칠 때부터 패킷 손실이 시작된다. 이 시간 간격은 FHMIPv6에 비해 SePH에서 짧게 나타나는데 이는 동기화 문제를 해결할 능력이 있기 때문이다. 그리고, SePH에서는 MN이 새로운 링크를 첨부하면 NAR/AEN에서 방향을 바꾼 패킷이 대기한다.



(그림 11) 패킷 도착율에 따른 패킷 손실

## 6. 결 론

본 논문에서는 PMIPv6 기반의 이기종 무선 환경에서 더 나은 네트워크 성능을 제공할 수 있도록 이기종의 네트워크에서 이동성 관리 프로토콜을 위한 프록시 기반의 끊임없는 핸드오프 기법으로 SePH를 제안하였다. 제안한 SePH 프로토콜은 스코어 함수를 바탕으로 IHDA 알고리즘을 이용한다. IHDA의 목적은 3G/4G/NGWN에서 요구하는 핸드오프를 위해 끊임없는 로밍과 서비스 연속성 보장, 및 서비스 중단을 줄이는 것이다. 제안한 프로토콜의 성능평가 결과, SePH는 MIPv6, HMIPv6, FMIPv6 및 F-HMIPv6와 같은 기존 프로토콜에 비해 핸드오프 지연시간, 처리량, 패킷손실율 등에 비용적 측면에서 우수한 성능을 보여준다.

## 참 고 문 헌

[1] ITU-T, <http://www.itu.int/ITU-T/>  
 [2] K. Tsukamoto et al., "Experimental evaluation of decision criteria for wlan handover: Signal strength and frame retransmission," *IEICE Transactions on Communications*, Vol.E90-B, No.12, pp.3579-3590, December, 2007.

[3] Hayoung Oh, Kibaek Yoo, Jongkeun Na and Chongkwon Kim, "A Seamless Handover Scheme in IPv6-Based Mobile Networks," *International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing (IJAHUC)*, 2009.  
 [4] M. Buddhikot, G. Chandranmenon, S. Han, Y.W. Lee, S. Miller, and L.Salgarelli, "Integration of 802.11 and third-generation wireless data networks," *INFOCOM* pp.503-512, April, 2003.  
 [5] D.B. Johnson, C.E. Perkins, and J. Arkko, "Mobility support in IPv6," *IETF RFC 3775*, June, 2004.  
 [6] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El-Malki, and L. Bellier, "Hierarchical mobile IPv6 mobility management (HMIPv6)," *IETF RFC 4140*, August, 2005.  
 [7] R.Koodli, "Fast handovers for mobile IPv6," *IETF RFC 4068*, June, 2008.  
 [8] X. Pe' rez-Costa, M. Torrent-Moreno, and H. Hartenstein, "A performance comparison of mobile IPv6, hierarchical mobile IPv6, fast handovers for mobile IPv6 and their combination," October, 2003.  
 [9] Y. Gwon, J. Kempf, and A. Yegin, "Scalability and robustness analysis of mobile IPv6, fast mobile IPv6, hierarchical mobile IPv6, and hybrid IPv6 mobility protocols using a large-scale simulation," *ICC'04*, pp.4087-4091, June, 2004.  
 [10] H.Y. Jung, E.A. Kim, J.W. Yi, and H.H. Lee, "A scheme for supporting fast handover in hierarchical mobile IPv6 networks," *ETRI Journal*, pp.798-801, December, 2005.  
 [11] S. Gundavelli, Ed., et al, "Proxy MIPv6," *IETF draft rfc5213*, August, 2008.  
 [12] J. Loughney, M. Nakhjiri, C. Perkins, and R. Koodli, "Context transfer protocol (CXTP)," *IETF RFC 4067*, July, 2005.  
 [13] Y. Fang, "Movement-based mobility management and trade off analysis for wireless mobile networks," *IEEE Trans. Comput.* pp.791-803, June, 2003.  
 [14] W. Wang, q I.F. and Akyildiz, "Intersystem location update and paging schemes for multitier wireless networks," *MOBICOM'00* 99-109, August 2000.  
 [15] J. McNair, I.F. Akyildiz, and M.D. Bender, "Handoffs for real-time traffic in mobile IP version 6 networks," *GLOBECOM* pp.6 3463-3467, November, 2001.  
 [16] C. Makaya, and S. Pierre, "An analytical framework for performance evaluation of IPv6-based mobility management protocols," *IEEE Trans. Wireless Communications* Vol.7, Issue3, 2008.

## 이 승 현



e-mail : lshyun0@ece.skku.edu

2006년 성균관대학교 컴퓨터학과(석사)

2008년~성균관대학교 정보통신공학부

컴퓨터공학전공 박사과정수료

관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 에이전트

시스템, 미들웨어, 이동통신

시스템



**신 동 렬**

e-mail : drshin@ece.skku.ac.kr  
1982년 한국과학기술원(공학석사)  
1992년 Georgia Tech. 전기및전자공학과  
(공학박사)  
1994년~성균관대학교 정보통신공학부  
교수

관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 미들웨어, 유무선통신시스템,  
센서네트워크



**정 종 필**

e-mail : jpjeong@ece.skku.ac.kr  
1997년 성균관대학교(공학사)  
2003년 성균관대학교 정보통신공학부  
(공학석사)  
2008년 성균관대학교 정보통신공학부  
(공학박사)

관심분야: Mobility Management, Proxy Mobile IPv6, IEEE  
802.16e, Seamless Handover, IPTV, NGN, Home  
Networking IMS, Networking, IMS, Network  
Security