

# PMIPv6 네트워크에서 LMA 광 버퍼링 및 간소화한 인증절차 기반의 핸드오버 지연시간 단축 기법

오승탁, 추현승  
성균관대학교 정보통신공학부  
e-mail : {xrossat, choo}@skku.edu

## Low Latency Handover Scheme Based on Optical Buffering at LMA and Simplified Authentication Procedure in PMIPv6 Networks

Seungtak Oh and Hyunseung Choo  
School of Information and Communication Engineering  
Sungkyunkwan University

### 요 약

모바일 단말의 이동성을 지원하는 호스트 기반의 MIPv6, HMIPv6 및 FMIPv6 프로토콜이 개발되었지만, 이동성 기능을 단말기에 구현해야 하는 부담이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근에 네트워크 기반으로 동작하는 PMIPv6 프로토콜이 등장하였다. 그러나 라우팅 최적화나 핸드오버 지연시간을 단축해야 하는 과제가 아직 남아 있다. 따라서, 본 논문에서는 사용자의 인증절차를 간소화하여 지연시간을 줄이고, 핸드오버 시간 동안 패킷들을 LMA의 별도 광 버퍼링 공간에 저장하였다가 재전송함으로써 패킷 disordering 문제점을 해결하는 기법을 제안한다. 성능평가는 분석 모델을 통해 평가하며, 제안기법의 핸드오버 지연시간은 표준 PMIPv6 대비 33% 개선된 성능을 보인다.

### 1. 서론

무선 네트워크에서 이동하는 MN (Mobile Node)과 CN (Correspondent Node)과의 네트워크 접속 세션을 유지하기 위해서 IETF (Internet Engineering Task Force)에서는 MIPv6 (Mobile IPv6) 프로토콜을 개발했다[1]. 만약 MN이 현재 접속하고 있는 홈 네트워크에서 다른 네트워크로 진입할 때에는 새로운 네트워크 주소 CoA (Care of Address)를 할당 받는다. 그 다음, MN은 새롭게 할당 받은 CoA 주소를 BU (Binding Update)를 통해 HA (Home Agent)에게 알려줌으로써 CN이 전송하는 패킷들을 수신할 수 있다. MIPv6 프로토콜이 소개된 이후에도 HMIPv6 (Hierarchical Mobile IPv6)[2]나 FMIPv6 (Fast Mobile IPv6)[3] 프로토콜들이 추가로 발표되었다. 그러나 이러한 프로토콜들은 호스트 기반의 이동성 소프트웨어 모듈을 모바일 단말기에 추가적으로 구현해야 하는 단점이 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 NetLMM (Network-based Localized Mobility Management) WG은 이동성 기능을 네트워크 장비에 구현하는 네트워크 기반의 PMIPv6 (Proxy MIPv6) 프로토콜[4]을 최근 개발했다.

PMIPv6 프로토콜은 2 가지 기능적 요소인 LMA (Local Mobility Anchor)와 MAG (Mobile Management Gateway)로 구성된다. 즉, LMA와 MAG가 PMIPv6 네트워크 도메인 안에서 일어나는 모든 이동성을 관리한다. 우선, LMA는 MN의 네트워크 접속상태를 관리하는 기능을 맡고 있으며, MN의 HNP (Home Network Prefix)에 대한 토폴로지상의 앵커 포인트가 된다. 또

한, MAG는 무선 링크로부터 MN의 움직임을 탐지하고, MN이 속한 LMA에게 BU를 요청할 책임을 지고 있다. 만약 MN이 PMIPv6 네트워크 도메인으로 진입할 경우, MAG는 MN-ID (MN Identifier)로 인증과정을 수행하여 네트워크 접속권한이 있는지 여부를 판단한다. 만약 MN이 접속권한을 가지고 있다면, MAG는 LMA에게 BU를 요청하고, LMA는 유일한 HNP를 MN의 인터페이스에 할당하여 네트워크 접속을 허용한다. 만약 LMA가 MAG로부터 MN의 핸드오버 상황을 수신하면, LMA는 핸드오버 이전에 할당했던 HNP를 해당 MN에게 다시 할당한다. 따라서 핸드오버 이후에도 MN은 동일한 HNP를 통해 CN과의 세션을 지속적으로 유지할 수 있다.

PMIPv6 핸드오버 방식 중 일부[5]는 FMIPv6와 같이 핸드오버 발생 이전부터 미리 핸드오버 절차를 수행하여 지연시간을 단축하고자 한다. 그러나 핸드오버를 미리 진행하기 위해서는 이전에 접속했던 MAG나 AP (Access Point) 또는 앞으로 접속하게 될 MAG나 AP에 대한 정보를 MN이 관리해야 하는 문제점이 있다. 한편 [6]에서는 핸드오버 중에 전송되는 패킷들을 MAG와 LMA에 각각 버퍼링하다가 핸드오버 완료 후 재전송함으로써 패킷 손실을 최소화한다. 이와 같은 경우, MAG들간에 패킷 재전송으로 인한 전달비용이 증가할 수 있으며, MN에서 수신한 패킷의 순서가 어긋나는 disordering 현상도 발생할 수 있다. 또 다른 방식[7]으로는 핸드오버 상황에서 LMA가 현재의 MAG와 앞으로 접속하게 될 MAG에게 동일한 패킷

들을 이중으로 전송하고, 이 패킷들을 MN 에서 선택적으로 수신하는 방법이다. 이와 같은 기법은 네트워크에 흐르는 트래픽을 2 배로 증가시킬 뿐만 아니라 MN 에서 발생하는 역방향 패킷을 전달하지 못하는 문제점을 가지고 있다.

제안하는 방식에서 MN 에 대한 무선 링크의 신호세기 RSSI (Received Signal Strength Indication)가 임계치 이하로 떨어져서 LGD (Link-Going-Down) L2 트리거가 발생하면, MAG 는 핸드오버가 발생할 수 있다고 미리 판단하고 lifetime 를 0 로 설정하여 PBU (Proxy Binding Update) 메시지를 LMA 로 전송한다. 이 때, LMA 는 제안방식에서 추가한 IHR (Immediate Handover Request) 메시지에 MN-ID 와 HNP 정보를 담아 인접 MAG 들에게 즉시 알린다. 동시에 LMA 는 MN 으로 향하는 패킷들을 별도의 광 버퍼링 공간에 일시적으로 저장하기 시작한다. IHR 메시지를 수신한 인접 MAG 들 중에서 알려진 MN-ID 의 접속이 탐지된 경우, nMAG (new MAG)는 일반적인 인증과정을 거치지 않고 대신에 추가적으로 확장된 S 비트를 '1'로 설정한 PBU 메시지를 LMA 에게 전송하여 BU 를 요청한다. LMA 는 BC (Binding Cache) 정보를 업데이트한 후, PBA (Proxy Binding Acknowledge) 메시지를 통해 결과를 nMAG 에게 알린다. 이후 nMAG 는 동일한 HNP 가 포함된 RA (Router Advertisement) 메시지를 MN 에게 전달하여 네트워크 접속을 허용한다. 이후 LMA 는 nMAG 사이에 형성된 양방향 터널을 통해 그 동안 LMA 에 버퍼링된 패킷들을 MN 에게 전달한다. 이와 같은 핸드오버 절차를 통해 패킷 disordering 현상을 해소하고 핸드오버 지연시간을 표준 PMIPv6[4] 대비 33% 단축한다. 핸드오버 기법 [5]과 [7]은 PMIPv6 네트워크에 적합하지 않은 방식이기 때문에 분석 대상에서 제외한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 PMIPv6 환경에서 핸드오버 성능개선과 관련한 최근 기법들을 소개하고, 3 장에서는 제안하는 알고리즘을 설명한다. 4 장에서는 제안하는 알고리즘의 성능을 산술적으로 비교 분석하고, 최종적으로 5 장에서는 논문의 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

[5]에서 핸드오버가 발생하면 pMAG 는 우선적으로 FPBU (Fast PBU) 메시지를 LMA 에게 전송하여 핸드오버 상황을 알린다. 이 때부터 LMA 는 MN 으로 향하는 패킷들을 내부적으로 버퍼링하기 시작한다. 이후 nAP (new AP)가 MN 의 접속을 인지하면, pAP (previous AP)에게 MOVE-notify 메시지를 전송한다. 그러면 pAP 는 이에 대한 응답으로 nAP 에게 MN 의 context 정보가 담긴 MOVE-response 메시지를 전달한다. nAP 는 전달받은 MN 의 context 정보를 nMAG 에게 넘겨주고, nMAG 는 다시 LMA 에게 전송하며 BU 를 요청한다. 그 다음 LMA 는 지금까지 버퍼링된 패킷들을 nMAG 로 전달한다. 이 방식은 직접 LMA 에서 MN 으로 전송할 수 없는 패킷들을 버퍼링함으로써 구조가 간결해졌지만, MN 에게서 접속점에 대한 정보를 얻어야 하는 문제점이 있고 무선 커버리지가 중첩되는 지역에서는

ping-pong 현상이 발생할 수 있다.

[6]에서 LGD 트리거가 발생하면, 먼저 pMAG 는 ND (Neighbor Discovery) 메시지를 인접한 MAG 들에게 전달하고, MN 으로 향하는 패킷들을 버퍼링하기 시작한다. MN 이 네트워크로부터 분리될 때, pMAG 는 수행 중인 버퍼링 기능을 중지하고, LMA 에게 PBU (lifetime = 0) 메시지를 전송하여 BU 를 요청한다. 이때부터 LMA 는 MN 으로 향하는 패킷들을 버퍼링한다. nMAG 이 MN 의 접속을 인지하면, HN (Handover Notification) 메시지를 pMAG 에게 전달한다. 곧 이어 pMAG 와 nMAG 사이에는 터널이 형성되고, pMAG 는 그 동안 버퍼링된 패킷들을 nMAG 에게 전달한다. 그 다음으로 nMAG 는 LMA 에게 BU 를 요청하여 LMA 에 저장된 나머지 패킷들을 전달받는다. 이 방식은 BU 가 완료되기 전까지 nMAG 과 LMA 사이에 양방향 터널이 형성되어 있지 않기 때문에 MN 에서 CN 으로 향하는 역방향 트래픽은 전달될 수 없다. 또한 이미 pMAG 까지 전달된 패킷을 pMAG 와 nMAG 사이에 형성된 터널을 통해 nMAG 로 재전송함으로써 전달비용이 증가한다. 특히, nMAG 와 pMAG 간 물리적 링크가 직접적으로 구성되어 있지 않을 경우, pMAG 에 버퍼링된 패킷들은 LMA 를 경유하여 전달되어야 함으로 전달비용이 매우 커질 수 밖에 없다.

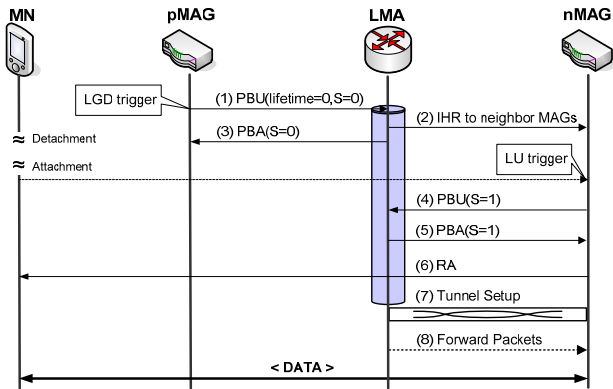
[7]에서, MN 이 pMAG 와 nMAG 의 무선 커버리지 영역이 중첩되는 위치에 도달하게 되면 LGD 트리거가 발생되며, 이 때 MN 은 MIH-HO-Init 메시지를 pMAG 에게 전달한다. 이 메시지는 nMAG 에 대한 정보를 포함하고 있다. 그 다음, pMAG 는 nMAG 에게 HI (Handover Initiate) 메시지를 전달한다. HI 메시지를 전달받은 nMAG 는 BU 메시지를 LMA 에게 보내어 bicasting 을 요청한다. BU 가 성공적으로 완료되면, LMA 는 MN 에게 전달되는 패킷을 pMAG 와 nMAG 에게 이중으로 전송한다. 이후 nMAG 는 핸드오버가 완료되었다는 MIH-HO-Com 메시지를 MN 으로부터 수신하고, BU 메시지를 LMA 에게 전송하여 bicasting 중단을 요청한다. 이 방식은 핸드오버 순간의 패킷손실이나 지연을 최소화하는 장점을 가지고 있다. 그러나 커버리지가 도달하지 못하는 영역에서는 아무리 bicasting 으로 전송하더라도 네트워크 접속세션이 단절되는 문제점, MN 에서 CN 으로 향하는 역방향 패킷에 대한 경로 설정이 어렵다는 점, 그리고 현실적으로 mirroring 기술이 아니라 라우팅 기술로 bicasting 하기 어렵다는 단점이 있다.

## 3. 제안하는 핸드오버 기법

### 3.1 간소화한 인증절차

MN 이 PMIPv6 네트워크 도메인에 처음으로 접속하여 BU 가 완료될 때까지의 인증과정은 PMIPv6 과 제안방식이 동일하다. 그러나 핸드오버 발생 시점부터 인증과정을 포함한 제안방식의 핸드오버 수행절차는 그림 1 과 같다. 제안기법은 기존의 PMIPv6 의 PBU 와 PBA 메시지에 각각 S bit 를 추가한다. S bit 가 '0' 인 경우, PBU 와 PBA 메시지가 일반적인 용도로 사용되는 반면, S bit 가 '1'로 설정된 경우, PBU 와 PBA 메시

지는 IHR 메시지의 응답 메시지로써 인증과정을 단순화하기 위해 사용된다. 특히, PBA 메시지의 상태 코드 값이 127 인 메시지가 IHR 로 사용된다. pMAG 는 핸드오버를 시작하기 전에 S bit=0, lifetime=0 로 설정된 PBU 메시지를 LMA 에게 전송하여 MN-ID 에 대한 de-registry 를 요청한다. LMA 는 BC 에서 MN 의 레코드를 비활성화 시키고, 미리 지정된 시간의 timeout 을 설정한다. 만약, timeout 이 발생할 때까지 인접 MAG 로부터 S 비트가 셋트된 응답 메시지를 수신하지 못하면 해당 MN 에 대한 레코드를 BC 에서 삭제한다. IHR 메시지는 Mobile Node Identifier Option 과 Home Network Prefix Option 필드를 포함한다.



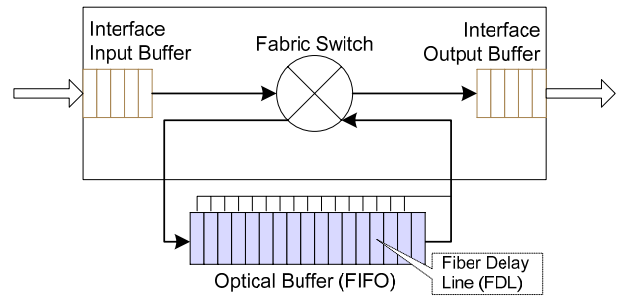
(그림 1) 제안방식의 핸드오버 절차

pMAG 로부터 BU 요청을 받게 되면, LMA 는 pMAG 의 인접 MAG 들에게 IHR 메시지를 즉시 전달한다. IHR 메시지를 수신한 nMAG 가 이동중인 MN 의 접속으로 발생하는 LU (Link Up) 트리거를 인지하면, nMAG 는 IHR 메시지의 MN-ID 과 MN 으로부터 인지한 MN-ID 가 동일한지 비교한다. 동일할 경우, nMAG 는 MN-ID 와 HNP 가 포함된 PBU 메시지를 생성하고 S 비트를 셋트하여 LMA 에게 전달한다. 동일하지 않을 경우, nMAG 는 새롭게 PMIPv6 네트워크에 진입하는 MN 이라고 판단하고 네트워크 초기 접속절차를 따른다. S 비트가 셋트된 PBU 를 받은 LMA 는 비활성화된 레코드 중 MN-ID 와 일치하는 레코드가 존재하는지 확인한다. 동일한 레코드가 존재할 경우, 비활성화되어 있는 레코드를 다시 활성화 시킨다. 그리고 LMA 는 PBA 메시지를 nMAG 에게 전달하여 인증 및 핸드오버 절차를 마친다.

### 3.2 패킷 버퍼링 및 전달

pMAG 로부터 lifetime=0 인 PBU 메시지를 수신하여 de-registry 를 요청 받으면, LMA 는 해당 MN 에 대한 레코드를 비활성화 시키고 동시에 CN 으로부터 MN 에게로 향하는 패킷들을 LMA 내부에 일시적으로 저장한다. 버퍼링을 위한 저장 공간은 LMA 의 인터페이스들에 연결된 I/O 버퍼가 아니라 그림 2 와 같이 모든 시스템에서 전역적으로 사용할 수 있는 일시적인 저장 공간이다. 따라서, 전역적으로 사용되는 버퍼의 용량을 아무리 늘리더라도 정상적으로 라우팅되는 패킷의 전달지연은 발생하지 않는다. 핸드오버로 인해 BC 에 있는 MN 의 레코드가 비활성화되면, 라우팅 테

이블에서 MN 에 대한 경로가 일시적으로 사라진다. 이 때, LMA 는 MN-ID 를 식별자로 사용하여 MN 에 대한 광 버퍼링 공간을 할당하고, MN 으로 향하는 패킷을 저장한다.



(그림 2) LMA 의 광 버퍼링 모듈 구성도

LMA 규모의 OPS(Optical Packet Switching) 네트워크 장비는 버퍼링에서 나타나는 병목현상을 해소하기 위해 기존 방식보다 광 버퍼링 방식을 선호한다[12]. 따라서 최근에는 FDL(Fiber Delay Line) 모듈을 연속적으로 연결(cascade)하여 무한대 용량의 버퍼링 어레이를 형성하거나[11] PLC(Planar Lightwave Circuit) 기술 기반의 VOB(Variable Optical Buffer)를 활용하는 기술[12]들이 개발되고 있다. 만약 네트워크가 50ms 동안 단절되는 핸드오버를 가정할 때, 한 개의 멀티미디어 세션을 AR (Access Router)에서 버퍼링하는데 270ms 동안의 버퍼링 공간이 필요하다[10]. 따라서 [11]의 경우 버퍼용량은 현실적으로 문제가 되지 않는다.

nMAG 로부터 S 비트가 셋트된 PBU 메시지를 수신하면, LMA 는 BC 의 해당 레코드를 다시 활성화시킨다. 그리고 LMA 는 PBA 메시지를 nMAG 에게 전달함과 동시에 지금까지 버퍼링된 패킷들을 nMAG 를 경유하여 MN 에게 연속적으로 재전송한다. 따라서 패킷 disordering 현상은 발생하지 않는다. 반면에, 비활성화된 레코드가 타임아웃 될 때까지 PBU 메시지를 받지 못한다면, LMA 는 BC 에서 그 레코드를 삭제하고 지금까지 전역적 버퍼링 공간에 저장된 패킷들을 폐기한다.

### 4. 성능 평가

핸드오버 지연시간 분석에는 PMIPv6 [4], Seamless 핸드오버 기법[6] 및 제안기법에 대해 산술적 비교로 특성을 분석한다. 성능 분석을 위해 [8-9]에서와 같은 분석 모델을 제시한다. 일반적으로 핸드오버 지연은 이동탐지 지연 ( $T_{MD}$ ), 주소설정 지연 ( $T_{DAD}$ ), 인증처리 지연 ( $T_{AAA}$ ) 및 위치변경 등록 지연 ( $T_{BU}$ )의 합으로 표현할 수 있다. 그러나 PMIPv6 에서는 DAD (Duplicate Address Detection) 처리과정이 불필요하므로 여기에서는 주소설정 지연 ( $T_{DAD}$ )을 제외한다. 따라서, LU 가 발생하는 순간부터 BU 완료 후 MN 에게 RA 메시지가 전달되는 순간까지를 핸드오버 지연시간으로 정의한다. 이 분석 모델에서 사용하고자 하는 대부분의 표기법과 추정값들은 [9]에서 활용한 기준을 적용한다.

PMIPv6 네트워크에서 AP 는 LU 상태를 감지하여 MAG 에게 전달하고 ( $t_{ra}$ ), 다시 MAG 는 인증과정

( $T_{AAA}$ )을 수행한 후 LMA 에게 BU( $T_{BU}$ )를 요청한다. BU 를 위해 LMA 는 우선 MN-ID 를 검색 key 로 사용하여 HNP 의 중복사용 여부를 조사한다. HNP 가 중복되지 않았을 경우, LMA 는 BC 를 업데이트 한다. 따라서,  $T_{BU}$  에는 BU 를 위한 처리시간과 결과 메시지를 전달하는 시간이 포함된다. 마지막으로 MAG 에서 생성한 RA 메시지가 AP 를 거쳐 MN 까지 전달되는 과정의 지연시간이 추가된다. 따라서, PMIPv6 의 핸드오버 지연시간은 식 (1)과 같이 정의할 수 있다. Seamless 핸드오버 기법은 제안기법과 메시지 전달과정이 비슷하나 제안기법보다 1 개의 메시지가 더 사용됨으로 식 (2)과 같이 정의한다.

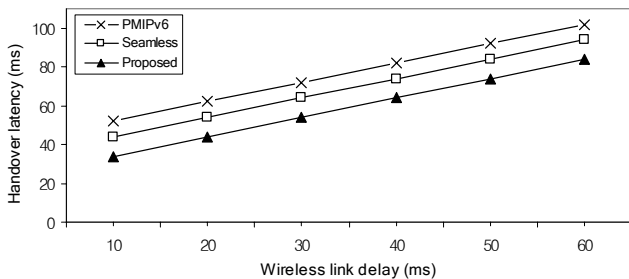
$$D_{PMIPv6} = t_{ra} + T_{AAA} + T_{BU} + (t_{ra} + t_{mr}) = 2t_{ra} + T_{AAA} + T_{BU} + t_{mr} \quad (1)$$

$$D_{Seamless} = t_{ra} + T_{BU} + (t_{ra} + t_{mr}) = 2t_{ra} + T_{BU} + t_{mr} + t_{am} \quad (2)$$

한편, 제안기법에서 nMAG 는 LMA 로부터 IHR 메시지를 수신한 상태에서 AP 로부터 LU 상태를 전달받고 ( $t_{ra}$ ), 인증과정 없이 LMA 에게 BU 를 요청한다. BU 과정에는 내부적인 처리시간이 거의 소요되지 않으며, LMA 는 즉시 결과 메시지를 nMAG 에게 전달한다 ( $T_{BU}$ ). 그 다음, nMAG 은 MN 에게 RA 메시지를 전달한다. 제안기법의 개선된 핸드오버 지연시간은 식 (3)와 같이 정의한다.

$$D_{Proposed} = t_{ra} + T_{BU} + (t_{ra} + t_{mr}) = 2t_{ra} + T_{BU} + t_{mr} \quad (3)$$

지금까지 도출된 계산식을 이용해서 얻은 핸드오버 기법별 지연시간 그래프는 그림 3 과 같다.



(그림 3) 무선링크 특성에 대한 핸드오버 지연 특성

그림 3 의 그래프에서, PMIPv6[4], Seamless 핸드오버 기법[6] 및 제안기법 모두 무선 링크 지연특성의 지배를 받고 있다. 즉, 무선 링크의 지연시간 증가에 비례해서 핸드오버 지연도 상승한다. 그러나 제안기법은 재인증 과정을 단순화함으로써 PMIPv6[4] 대비 33%의 개선 효과를 보이고 있다. Seamless 핸드오버 기법[6]의 경우 핸드오버에 관여하는 메시지 수가 제안기법의 메시지 수 보다 많아 지연시간이 보다 크게 나타난다.

## 5. 결론

본 논문에서 핸드오버 지연시간을 현저히 줄일 수 있는 새로운 기법을 제안한다. 핸드오버 상황을 미리 인지하여 LMA 에게 전달하고, 핸드오버 진행 동안에 수행해야 하는 인증과정을 IHR 메시지로 대체하여 지

연시간을 대폭 감소시킨다. 또한 핸드오버 중 전달할 수 없는 패킷들을 별도의 전역적 광 버퍼링 공간에 저장하였다가 재전송함으로써 패킷 disordering 문제도 쉽게 해결한다. 결론적으로, 본 논문에서 제안하는 기법으로 PMIPv6 네트워크 안에서 진정한 seamless 핸드오버 구현이 가능하다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2009-(C1090-0902-0046))

## 참고문헌

- [1] David B. Johnson, Charles E. Perkins, and Jari Arkko, "Mobility Support in IPv6," RFC3775, Jun. 2004.
- [2] Hesham Soliman, Claude Castelluccia, Karim ElMalki, and Ludovic Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 (HMIPv6) Mobility Management," RFC5380, Oct. 2008.
- [3] Rajeev Koodli, "Mobile IPv6 Fast Handovers," RFC5268, Jun. 2008.
- [4] Sri Gundavelli, Kent Leung, Vijay Devarapalli, Kuntal Chowdhury, and Basavaraj Patil, "Proxy Mobile IPv6," RFC5213, Aug. 2008.
- [5] Joo-Chul Lee and Jung-Soo, Park, "Fast Handover for Proxy Mobile IPv6 based on 802.11 Networks," ICACT2008, pp. 1051-1054, Feb. 2008.
- [6] Ju-Eun Kang, Dong-Won Kum, Yang-Li, and You-Ze Cho, "Seamless Handover Scheme for Proxy Mobile IPv6," IEEE International Conference on Wireless & Mobile Computing, Networking & Communication, pp. 410-414, Oct. 2008.
- [7] Ji-In Kim, Seok-Joo Koh, Nam-Seok Ko, and Sung-Back Hong, "PMIPv6 with Bicast for IP Handover," Third 2008 International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology, pp. 793-796, Nov. 2008.
- [8] Ruidong Li, Jie Li, Kui Wu, Yang Ziao, and Jiang Xie, "An Enhanced Fast Handover with Low Latency for Mobile IPv6," IEEE Transactions on Wireless Communications. Vol. 7, No. 1, pp. 334-342, Jan. 2008.
- [9] Ki-Sik Kong, Wonjun Lee, Youn-Hee Han, Myoung-Ki Shin, and HeungRyeol You, "Mobility Management for All-IP Mobile Networks: Mobile IPv6 vs. Proxy Mobile IPv6," IEEE Wireless Communications, pp. 36-45, Apr. 2008.
- [10] Sheau-Ru Tong and Sheng-Hsiung Yang, "Buffer Control to Support a Seamless Stream Handoff in a WLAN that Employs Simulcast Streaming," IEEE Transactions on Wireless Communications, Vol. 7, No. 1, pp. 260-268, Jan. 2008.
- [11] Benjamin A. Small, Assaf Shacham, and Keren Bergman, "A Modular, Scalable, Extensible, and Transparent Optical Packet Buffer," Journal of Lightwave Technology, Vol. 25, No. 4, pp. 978-985, Apr. 2007.
- [12] Nicolas K. Fontaine, Jie Yang, Zhong Pan, Sai Chu, Wei Chen, Brent E. Little, and S. J. Ben Yoo, "Continuously Tunable Optical Buffering at 40 Gb/s for Optical Packet Switching Networks," Journal of Lightwave Technology, Vol. 26, No. 23, pp. 3776-3783, Dec. 2008.