

# UMTS와 이기종망 사이의 Mobile IPv6 지원방안

준회원 차 승 범\*, 종신회원 민 상 원\*, 정회원 김 용 진\*\*

## A Novel Scheme of Providing Mobile IPv6 between the UMTS and Heterogeneous Networks

Seung bum Cha\* Associate Member, Sang won Min\* Lifelong Member,  
Yong jin Kim\*\* Regular Member

### 요 약

본 논문에서는 UMTS에 Mobile IPv6를 적용할 경우에 GGSN의 TFT packet filter에서 발생하는 문제점을 해결하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘에서는 GGSN이 Mobility option을 가지는 Mobile IPv6 시그널링 패킷을 사용, MN과 CN이 가지는 고유한 테이블을 유지하여 RO이 정상적으로 수행되지 않는 문제점을 해결하였다. 제안하는 알고리즘의 타당성을 위하여 RO이 정상적으로 수행될 경우와 그렇지 않을 경우에 지연시간 측정과 RO을 사용하더라도 패킷 전송보장이 될 경우와 그렇지 않을 경우에 대한 패킷 전송량을 측정하여 실험에 관한 시뮬레이션을 수행하였다.

**Key Words** : Mobile IPv6, RR, RO, UMTS, GGSN

### ABSTRACT

In this paper, we propose a novel applying method of Mobile IPv6 service into the UMTS to solve the mapping problems in the GGSN TFT packet filter. The mobility management tables of the GGSN should be maintained as the same as the MN and the CN. Our proposed scheme copes with the problem when the RO procedure is not normally performed by using Mobile IPv6 signaling packets in the GGSN and adding a function block in the UMTS. To show the performance of our proposed algorithm, we accomplish the simulations of measuring the delay time in the cases of success and failure of the RO procedure. Also, the amount of transmission is observed when the packet transmission is assured in the case of the successful RO procedure.

### 1. 서 론

UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)는 비동기식 3세대 이동통신 기술로 GPRS(General Packet Radio Service)를 기반으로 하고 있다. GPRS나 UMTS는 packet data networks에서 IP를 사용하여 인터넷 서비스를 지원하고 있지만, Mobile IP에 대한 지원은 하지 않고 있다. UMTS에서 Mobile IPv6를 적용하는 것은 네트워크 종단의 GGSN(Gateway GPRS Support Node)에서 TFT

(Traffic Flow Template)를 통한 packet filtering 때문에 이기종 네트워크와의 연동에 문제점을 가지고 있다. GGSN packet filter는 UMTS 세션이 설정되면 Mobile IP와는 무관하게 정보를 유지하고 있다. GGSN을 통과하는 모든 패킷에 대하여 IPv6 기본 헤더의 source address와 destination address를 확인하는데, Mobile IP의 특성상 source address나 destination address가 세션 설정할 때 사용되지 않은 주소가 사용될 수 있는데 이 경우에 패킷을 버리거나 적절한 처리가 되지 않는 문제점을 가지고

\* 광운대학교 전자통신공학과 통신프로토콜 연구실 (seulgi77, min)@kw.ac.kr, \*\* 모다정보통신 (lcap@modacom.co.kr)  
논문번호 : KICS2005-06-263, 접수일자 : 2005년 6월 29일

있다.<sup>[1][2][3]</sup>

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 GGSN에서 Mobile IPv6 패킷을 효율적으로 처리하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘에서는 UMTS 단말이 MN (Mobile Node)으로 동작할 경우에 GGSN에서 Binding Update와 Binding Acknowledgement 메시지와 같은 Mobility option을 가지는 시그널링 패킷을 모니터링하고, 이를 이용하여 MN의 binding update list와 동일한 테이블을 유지한다. 이것은 이후에 RO(Routing Optimization)에 필요한 RR(Return Reachability) 절차를 패킷 손실 없이 끝내고, HA(Home Agent)로부터 터널링되어 들어오는 패킷에 대한 전송 보장을 할 수 있도록 한다. 또한 단말이 CN(Corresponding Node)로 동작할 경우에도 GGSN에서 Mobility option을 가지는 시그널링 패킷을 모니터링 하여 MN이 가지는 binding cache와 같은 테이블을 유지한다.

이것은 RO에 필요한 RR 절차를 수행하고, RO를 통해 들어오는 패킷에 대한 전송보장을 하며, 기존의 Mobile IPv6에 수정을 가하지 않아도 된다는 장점을 가진다. 제안된 방안의 검증을 위하여 ns-2에서 시뮬레이션 환경을 구축하였고, GGSN에서 제안된 알고리즘을 적용할 경우와 적용하지 않을 경우에 대한 비교 실험을 하였다. 성능은 RO일 경우와 그렇지 않을 경우에 패킷 지연시간을 측정하고, GGSN에서 패킷 전송보장을 할 경우와 그렇지 않을 경우에 패킷의 전송량을 측정하였다. 또한, 다른 적용방안과의 정성적인 방법론을 통해 알고리즘의 타당성을 증명하였다.

본 논문은 2장에서는 기본기술이 되는 Mobile IPv6에서의 RO과정, RR절차와 UMTS에의 IP서비스를 위한 구조에 대해서 설명하였다. 3장에서는 UMTS에 Mobile IPv6 적용할 경우 나타나는 문제점과 본 논문에서 제안하는 적용방안, GGSN의 동작을 위한 설계에 대해서 설명한다. 그리고 4장에서는 ns-2환경에서 제안한 알고리즘을 GGSN에 적용할 경우와 그렇지 않을 경우에 대한 비교 실험을 통해 성능을 분석하였으며, 제안한 알고리즘에 대하여 정성적인 방법으로 타당성을 증명하였다. 그리고 마지막 5장에서 결론을 도출하였다.

## II. Mobile IPv6와 UMTS 통신망

### 2.1 Mobile IPv6 동작

IPv6노드는 일반적으로 망 관리자에게 IP주소를

부여 받아 이용하거나 동적으로 할당 받아 고정적으로 이용할 수 있는 방법을 이용하는 IPv4와 달리 라우터는 해당망의 prefix값을 전송하고 이를 수신한 IPv6노드가 자신의 인터페이스 address와 결합하여 IPv6 address를 만든다. 이동노드가 외부망으로 이동하였을 경우 외부망을 관리하는 라우터의 Router Advertisement를 수신하고 이를 통해 방문중인 망의 prefix를 얻는다. 이동노드는 이 prefix를 이용해서 자신이 이용할 CoA (Care-of-Address)를 만든다. CoA를 얻은 후 이동노드가 HA에 이 주소를 등록하고 인터넷상의 노드와 통신한다. Mobile IPv6에서는 네가지의 Destination option을 정의하여 이용한다<sup>[4][5]</sup>. Mobile IPv6에서는 현재 위치한 망에서 이용할 CoA를 얻은 이동노드는 그림 2-1과 같이 CoA를 Mobile IPv4에서 등록요청 메시지와 같이 HA로 Binding update destination option을 포함한 Binding Update 메시지를 보내 HA에게 자신의 위치를 등록한다. BU (Binding Update)를 처리한 HA는 Binding acknowledgement destination option을 포함한 Binding Acknowledgement 메시지를 이동 노드로 전송하여 BU가 정상 처리되었음을 알린다<sup>[6][7]</sup>.

Mobile IPv6에서는 Mobile IPv4에서 문제점으로 지적되었던 삼각 라우팅 문제를 RO 과정을 통해 해결하였다. 그림 2-2에서와 같이 이동한 노드는 새로 부여된 CoA를 HA뿐만 아니라 CN에게도 Binding Update 메시지를 통해 CN과의 BU를 맺고 HA를 거치지 않고 바로 CN과 통신할 수 있도록 한다. 그러나 CN과의 RO를 맺기 위해서는 MN에 대하여 요청된 home address와 CoA가 사용될 수 있는지에 대한 확인을 하는 절차인 RR이 필요하고 이 절차가 통과되어야만 CN은 BU를 수락할 수 있으며, 해당 CoA로 패킷을 전송할 수 있다.

그림 2-3은 MN이 CN으로 RO를 수행하기 위해 authorization을 설정하는 RR 절차를 나타낸다. MN은 HA에게는 HoTI (Home Test Init) 메시지, CN에게는 CoTI (Care-of Test Init) 메시지를 동시에 전송하며, CN에서는 메시지를 받는 즉시 응답해야 한다. HA는 home keygen token 생성하여 HoT (Home Test) 메시지를 통해 MN으로 전송하고 CN 역시 care-of keygen token을 생성하여 MN으로 전송한다. RR은 MN이 HoT 메시지와 CoT (Care-of Test) 메시지를 수신했을 경우 종료된다. 이 절차 후 결과적으로 MN은 CN으로 BU를 전송하기 위한 데이터를 가지게 되며 이것은 RO를 위한 BU에 사용된다.

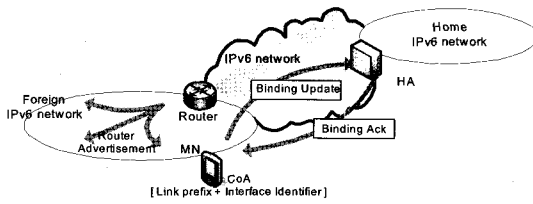


그림 2-1. Mobile IPv6에서 CoA 획득과 Home Registration 절차

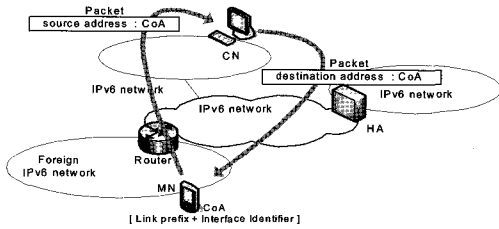


그림 2-2. MN과 CN사이에서 RO 절차

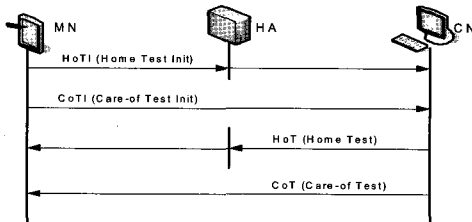


그림 2-3. RR 절차

### 2.2 3GPP Packet Data Network Architectures

이동통신망에서 인터넷 서비스는 모바일 인터넷과 같은 패킷 기반의 데이터 서비스를 일반 개인단말기에서 사용할 수 있게 할 것이고 또한 사용자간의 직접적인 통신도 가능하게 할 것이다. 이는 개인이 휴대하고 있는 모든 단말들이 global한 주소를 할당 받음으로써 가능해지고 이를 가능케 하는 것은 IPv4와는 다른 IPv6의 특징에 기인한다. 이동통신망이 인터넷과 같은 일반적인 IP 망과 연동하기 위해서 PLMN (Public Land Mobile Network)의 단말들은 IP 주소를 사용하여야만 한다. 이들 IP 주소는 IP 주소를 관리하는 기구나 PLMN 관리자와 계약을 맺은 ISP (Internet Service Provider)들에 의해서 할당되어진다. 그림 2-4는 3GPP 정의 IP 기반 이동통신망을 나타낸 그림이다.<sup>[8]</sup>

Private IP 네트워크로 구성된 이동통신망에서는 UMTS 운영자가 내부적으로 서브넷 주소를 관리하여 각각의 private 네트워크에 유일한 서브넷 주소를 할당, 일반적인 데이터의 라우팅을 실행하거나 IPv4 기반의 경우 각각의 private 네트워크가 다른

private 네트워크들과 사용하는 주소의 범위가 겹친다. 그러나, IP 주소를 임의대로 네트워크 내에서 사용할 수도 있다. 이 경우 IP 주소 자체는 유일하지 않지만 APN (Access Point Name)과 IP 주소 pair은 유일하다. IP 주소를 할당하는 방법에 있어서는 우선 PLMN 관리자가 IP 주소 pool로부터 고정 IP 주소를 가입자 정보가 구성되어졌을 경우 가입자에게 할당하거나 단말이 PDP context activation 과정을 수행을 할 때 동적으로 IP 주소를 할당하는 방법이 있다<sup>[9][10]</sup>.

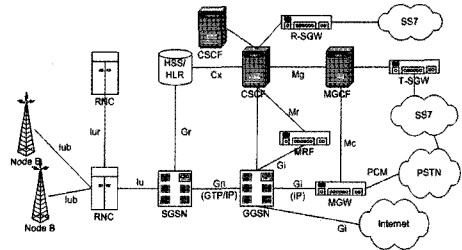


그림 2-4. 3GPP 정의 IP 기반 이동통신망

## III. UMTS에서 Mobile IPv6 지원방안

### 3.1 UMTS에서 Mobile IPv6 적용의 문제점

UMTS에서 인터넷 서비스를 지원하기 위해서는 differentiated QoS와 함께 하나 또는 그 이상의 traffic flow를 갖는 PDP context가 필요하다 UMTS의 각 세션에는 필요한 네트워크 자원에 대하여 필요한 QoS가 할당되어 있고 이것은 인터넷과 같은 외부 데이터망으로부터 들어오거나 나가는 IP datagram을 GGSN을 통해 단말로 datagram을 전달할지에 대하여 검사를 하게 된다. 검사는 상위 레이어의 source, destination port와 같은 정보뿐만 아니라 IPv6 기본 헤더의 source address, destination address, identifier의 정보를 TFT가 검사한다<sup>[11][12]</sup>.

TFT는 단말에 의하여 UMTS 세션이 성공적으로 설정되었을 때 GGSN에 의하여 저장되며, 단말이 생성한다. GGSN에서는 TFT에서 정의된 패킷 필터 파라미터에서 적어도 하나 이상의 정보를 사용하며, UMTS로 들어오는 데이터의 source address에 대하여 적절한 UMTS 세션을 찾아 검사한다. GGSN에서는 세션에 대하여 여러 파라미터 값을 포함하는 TFT를 통해 datagram에 대한 파라미터가 매칭되는지 확인한다. 만일 IPv6 헤더의 source address를 보고 TFT와 매칭이 되는지 확인하였을 때 매칭되지 않는다면 datagram을 버릴 수 있다<sup>[3][13]</sup>.

이런 특성은 UMTS에 Mobile IPv6를 적용할 때 문제점을 가지게 된다. 그림 3-1은 UMTS 안의 단말이 CN으로 동작하고 있고, 외부의 망의 노드가 MN으로 동작하고 있을 경우에 나타나는 문제점에 관한 그림이다. 외부망의 MN과 UMTS 안의 단말, CN 사이에 세션에 대한 설정이 끝나면 CN에 의해서 TFT 패킷 필터가 세션에 대하여 정의된다.

GGSN에서는 들어오는 패킷에 대하여 PDP context안의 TFT 필터를 사용하여 MN이 보내는 패킷의 source address를 보고 필터를 통과 시킬지 결정한 후에 CN으로 패킷을 전달한다. 1번 과정과 같이 MN이 HA를 통해서 패킷을 전달하는 경우에는 MN은 현재 자신의 CoA를 source address로 하여 자신의 HA로 패킷을 전달한 후 HA는 리버스터널링을 사용하여 source address를 MN의 home address로 설정하여 CN으로 전송한다. 이 패킷을 받은 GGSN에서는 IPv6 헤더의 source address를 TFT 필터중에 하나와 비교하여 파라미터 값이 일치하는지 확인하고 PDP context를 통하여 CN으로 패킷을 전달한다.

그러나, 2번 과정처럼 RO를 사용하여 MN이 CN으로 패킷을 보내는 경우에는 외부망에 있는 MN은 우선 CN과 BU절차를 수행하여야 하고, BU 후에 MN은 자신의 CoA를 source address로 하고 Home address destination option 확장 헤더를 이용하여 HA를 거치지 않고 바로 CN에게 데이터를 전송할 수 있다. MN이 CN으로 RO를 사용하여 데이터를 전송하면, GGSN에서는 TFT 패킷 필터를 사용하여 source address를 검사한다. 그러나 CN의 PDP context의 TFT 필터에서 source address와 일치하는 결과를 찾을 수 없어 GGSN은 CN으로 패킷을 전달할 때 적절한 QoS 서비스를 보장하기 어려우며 패킷을 버릴 수도 있다.

또한 RO를 위하여 MN이 CN으로 BU를 수행하기 위한 RR 절차를 수행하는데도 문제가 발생하여 RO를 수행하지 못하고 HA를 통한 터널링으로만 패킷을 전달하여 효율을 저하 시킬 수 있다. 그림 3-1에서 박스 안은 RR절차를 나타낸다. MN은 CN으로 3번인 HoTI 메시지와 4번 과정인 CoTI 메시지를 전송하게 되는데 GGSN의 TFT 필터에서 CoTI 메시지가 제대로 전송되지 않는 경우가 발생할 수 있으며, 이 때문에 6번 과정인 CoT 메시지가 MN으로 전송되지 못해 RR절차가 수립될 수 없다. 이로 인해 RO를 위한 7번 과정인 BU를 할 수 없게 되며, 터널링을 통한 전송만 가능하게 되어 전송

효율을 저하시키게 된다.

단말이 MN일 경우 발생하는 문제점은 그림 3-2와 같다. 외부망이나 다른 사업자 UMTS망에서 MN이 UMTS로 이동하게 되면, MN은 HA로 BU를 위하여 1번 과정처럼 Binding Update 메시지를 보내게 되고 Binding Acknowledgement 메시지를 수신하게 되는데 이 메시지는 TFT 패킷 필터에 등록이 되지 않아 QoS보장은 불가능 하며, 패킷이 유실될 수도 있다. 또한, CN과의 RO이 설정되지 않아서 터널링을 통해 들어오는 2번 과정의 패킷은 유실되거나 QoS보장이 어렵게 된다.

RR절차에서도 HoT 메시지에 대한 패킷 유실 가능성을 가지고 있다. 박스 안의 4번 과정인 HoTI 메시지는 HA를 거쳐 CN으로 전송되고 6번 과정인 HoT 메시지는 HA를 거쳐 다시 MN으로 들어올 때 GGSN에서 source address가 매칭되지 않아 RR절차가 끝날 수 없다. 따라서 8번 CN에 대한 Binding Update 메시지가 전달되지 못하여 RO이 수행되지 못할 수 있다. UMTS에서 가장 큰 문제점은 IP datagram이 정확한 QoS 서비스를 받지 못한다는 점이다. UMTS에서 QoS 서비스는 적은 bit-rate bandwidth에 대한 예약과정이다. 만일 이 서비스를 제대로 수행하지 못한다면 QoS 보장을 받지 못하기 때문에 연결되는 path에 너무 작은 bandwidth를 가지게 되거나 패킷 전송에 대한 보장을 받지 못하게 될 것이다.

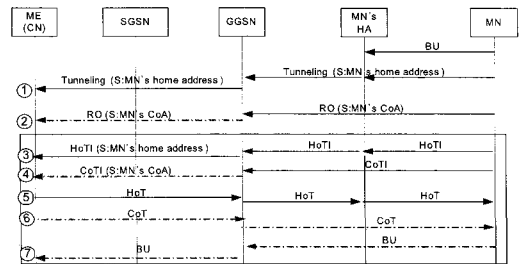


그림 3-1. 단말이 CN일 경우의 문제점

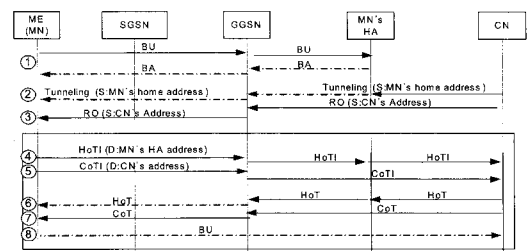


그림 3-2. 단말이 MN일 경우의 문제점

3.2 제안하는 Mobile IPv6 적용 방안

앞 절에서 제시한 문제점을 해결하기 위하여 GGSN에서 RO의 사전 과정인 RR절차와 패킷 유실 방지를 할 수 있는 새로운 알고리즘을 제시하고 UMTS에서 단말이 MN 및 CN으로 동작할 경우에 대한 절차를 제안한다. 그림 3-3은 UMTS 노드가 CN으로 동작할 경우에 GGSN에서 필요한 동작에 관한 설명이다. CN의 address와 MN의 home address가 등록된 TFT필터를 가진 GGSN에서는 MN의 HA로부터 터널링된 패킷을 통과시키지만 1번 과정처럼 RO로 들어오는 패킷에 대해서는 버리거나 QoS 보장을 하지 못한다. 그래서 GGSN에서는 TFT필터에서 CN의 binding cache를 유지 하는 기능을 추가하여 CN으로 RO를 통해 들어오는 패킷에 대한 source address를 매칭할 수 있는 정보를 가져 QoS와 패킷 전송에 대한 보장을 받도록 한다.

또한 TFT 필터에서는 source address, destination address, port만을 검사하는 것이 아니라, 2번 과정처럼 확장헤더 중에 Mobility option 이 있는지 검사를 하여 존재한다면 GGSN에서 버리지 않고, RR절차에 사용되는 시그널링 패킷이 source address에 상관없이 지날 수 있도록 한다. Mobility option의 처리로 RR절차가 정상적으로 수행되면 3번 과정처럼 CN으로 전달되는 Binding Update, Binding Acknowledgement 메시지를 GGSN에서 감지하여 TFT필터에서 유지하고 있는 CN의 binding cache 정보를 업데이트 하여, 이후 RO를 통해 전송되는 패킷에 대한 전송을 보장한다.

UMTS 단말이 MN으로 동작하고 있고, CN이 외부 인터넷에 존재하고 있을 경우에서 제안한 방안은 그림 3-4와 같다. MN이 외부망이나 다른 사업자의 UMTS에서 이동하였을 경우 MN은 할당 받은 CoA를 HA로 BU하기 위하여 1번 과정처럼 Binding Update 메시지를 보내고 Binding Acknowledgement 메시지를 기다린다. 이때 GGSN에서는 Mobility option을 가진 패킷을 계속 모니터링 하고 있다가, BU를 위한 메시지를 감지하여 MN이 가지는 binding update list를 구성하고, TFT 패킷 필터에서 MN에 해당하는 부분에 추가시키도록 한다. 그래서 2번 과정처럼 CN이 아직 RO를 수행하지 못하여 HA를 통해 터널링으로 전송하는 TFT 패킷 필터의 source address 부분과 일치하지 않아 패킷이 유실되거나 QoS를 보장받지 못하는 경우를 방지한다. 이후에 CN과의 RO를 위해서 RR 절차를 수행할 때 교환되는 시그널링 메시지에 대해서는

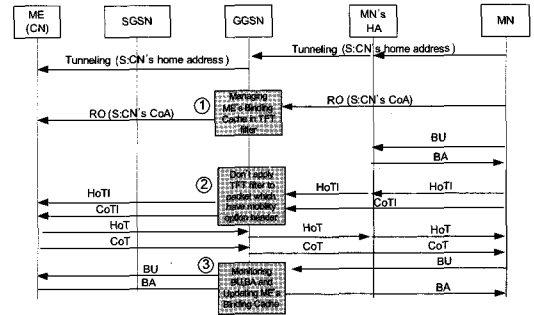


그림 3-3. 단말이 CN일 경우 GGSN에서 제안하는 기능

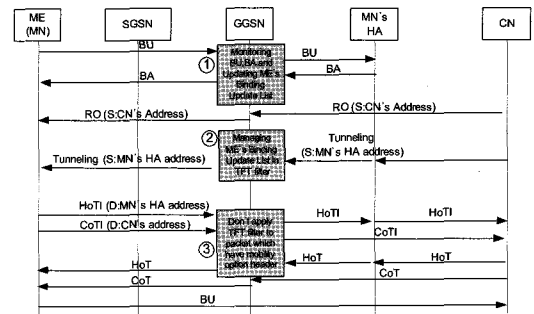


그림 3-4. 단말이 MN일 경우 GGSN에서 제안하는 기능

Mobility option을 가졌는지 확인하고 통과시켜서 RR절차와 RO를 위한 BU가 될 수 있도록 한다.

그림 3-5는 GGSN에서 필요한 기능에 대하여 외부망에서 들어오는 패킷과 외부망으로 나가는 패킷에 대한 처리를 나타낸다. 제안된 GGSN 동작을 위해서 기존의 TFT 필터에서 유지하고 있는 정보 외에도 MN이 유지해야 하는 binding update list와 CN이 유지해야 하는 binding cache라는 개념 데이터 구조체를 TFT 필터에 포함 시킨다.

외부망으로부터 들어오는 incoming packet은 source address, destination address를 확인한 후 source address가 TFT 패킷 필터 테이블의 binding update list와 binding cache와 일치하지 않는다면, 패킷의 Mobility option 유무를 확인한다. 이 때 Incoming packet이 Binding Update, Binding Acknowledgement 메시지이면 목적지 주소와 관련된 binding update list와 binding cache를 갱신하며, HoT, CoT 메시지이면 그냥 단말로 통과 시킨다. 만일 이외의 패킷이라면 버려질 수 있다. 또한 외부로 전송되는 outgoing packet을 모니터링 하면서 Mobility option을 가진 패킷 중 Binding Acknowledgement, Binding Update 메시지가 있다면 해당 source address에 관련된 binding cache나 binding

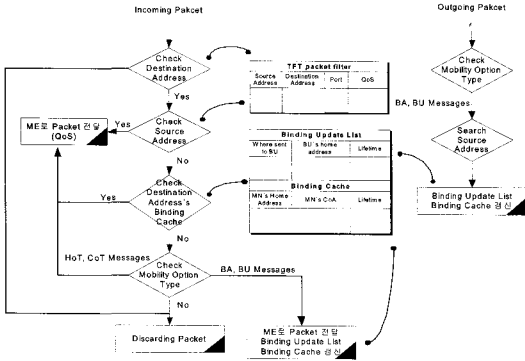


그림 3-5. GGSN에서 제안된 동작

update list를 갱신시킨다. 이외의 패킷은 외부망으로 전송된다.

#### IV. 실험결과 및 고찰

##### 4.1 시뮬레이션 환경 및 시나리오

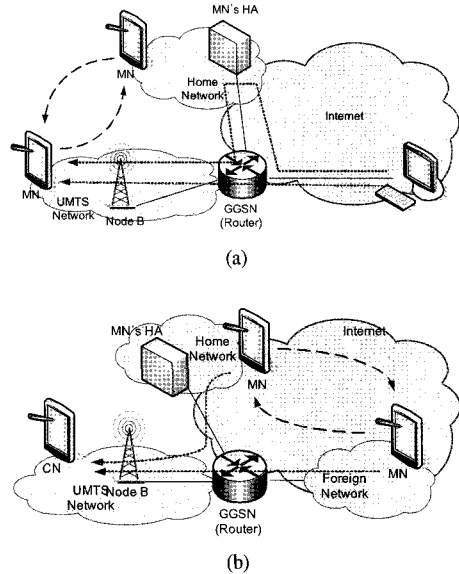
본 시뮬레이션에서는 제안한 메커니즘의 성능분석을 위한 툴로서 UC Berkeley의 ns-2 (Network Simulator 2)를 사용하였다. 이를 위해 Redhat기반의 7.1기반의 리눅스를 OS로 사용하였고, 2.1b6 버전의 ns-2를 설치하였다. 그러나 ns-2의 기본 기능은 Mobile IP를 지원하지 않기 때문에 Mobile IPv6를 지원할 수 있는 Mobiwan를 추가 설치하였다<sup>[14][15]</sup>.

실험은 제안한 방법을 사용하였을 때 얻을 수 있는 효과를 볼 수 있도록 하였다. GGSN에서 TFT필터로 인한 Mobile IPv6의 RO 절차 수행여부에 따른 지연시간을 측정하기 위하여 그림 4-1 (a)와 같이 네트워크 구성하였다. UMTS의 단말은 Node B를 통해 GGSN으로 연결되어 있고, GGSN은 라우터 및 패킷 필터링 역할을 한다. Node B와 GGSN 사이의 구간은 지연시간 5ms를 가지는 대역폭 10Mbps/s 가시도록 하였다. GGSN은 HA와 CN과 연결되어 있으며, HA와 GGSN, CN과 GGSN은 우선으로 지연시간 10ms, 대역폭 10Mbps/s을 가시도록 구성하였으며, 실험은 네트워크의 트래픽을 변화시키며 실험하였다. 그림 4-2 (b)에서는 UMTS 단말이 CN으로 동작했을 경우에 MN이 CN과 RO를 수행하였지만 GGSN에서 패킷전송 보장을 해주지 못했을 경우에 일정수의 패킷을 보내는 어느정도 데이터를 수신하였는지 실험하기 위한 네트워크 구조이다. 실험환경은 GGSN에 초당 1Mbps/s 이상 패킷이 들어올 경우에 50%, 2Mbps/s이상 들어올

때는 패킷을 75% 확률로 버리도록 정책을 정하고 실험하였다.

##### 4.2 실험결과 및 고찰

본 시뮬레이션에서는 GGSN에 제안한 알고리즘의 성능비교를 위해 MN이 UMTS로 이동하였을 때 CN에서 MN으로 전송되는 패킷의 지연시간을 RO가 수행되었을 경우와 그렇지 못할 경우에 대해서 측정 하였다. 그리고 RO가 수행되더라도 GGSN에서 패킷 전달을 보장할 경우와 그렇지 않을 경우에 대해서 CoA할당 받기 전 20초 전부터 MN이 전송한 1,000개의 패킷에 대한 누적 수신량을 측정하였다. MN은 홈 네트워크에서 UMTS 네트워크로 이동하며 CN은 MN으로 50ms 마다 1,400byte 크기의 데이터를 전송하도록 하였다.

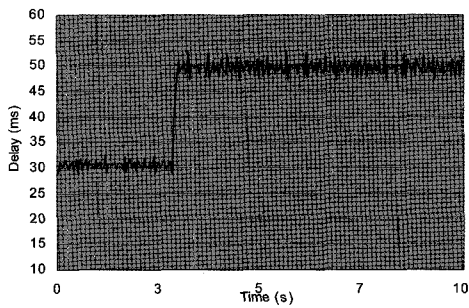


(a) RO에 관한 실험 (b) 패킷 전송보장에 대한 실험  
그림 4-1. 시뮬레이션을 위한 네트워크 구성

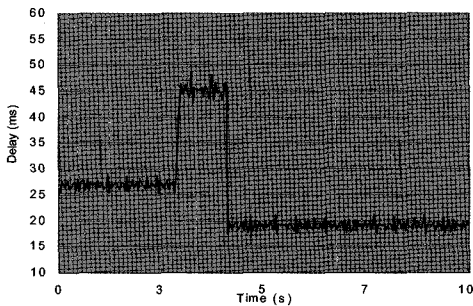
그리고, 실험 결과는 패킷에 대한 지연시간을 측정 하였으며, 그림 4-2 (a)는 GGSN에서 RO에 대한 과정을 처리하지 못했을 경우를 그림 4-2 (b)는 성공적으로 RO를 수행하였을 경우에 대한 결과를 보여준다. 실험결과는 MN이 이동 후 CoA를 할당 받기 3초 전부터 10초간 측정하였다. 각 실험에서 결과는 앞 절의 시나리오에서 경우에 대한 실험 결과를 수집하고 평균을 내어 도식하였다. 그림 4-2 (a)에서는 MN이 홈 네트워크에 있을 경우 약 25~28ms 가량의 지연시간이 측정되지만, MN이 UMTS 네트워크로 이동 후에는 약 43~47ms 정도

의 지연시간을 보인다. 이것은 MN이 HA로의 BU는 성공해서 이동한 지점에서 CN의 패킷을 받을 수 있지만 CN으로 BU는 실패하여 RO를 수행하지 못해 삼각라우팅 현상이 발생하기 때문이다.

CN이 보낸 패킷은 라우터, HA를 거쳐 다시 라우터를 통해 UMTS로 들어오기 때문에 지연시간이 길어지는 것을 확인할 수 있다. 그러나 그림 4-2 (b)에서는 MN이 UMTS로 이동 후 약 1초간 지연시간이 증가하지만 바로 낮은 지연시간을 가지는 것을 볼 수 있다. 이것은 이동 후 MN이 HA로 먼저 BU를 하였기 때문에 1초 정도 RO가 되지 않은 상태에서 삼각라우팅이 발생하기 때문이다. CN이 보낸 패킷은 HA를 통해 터널링되어 돌아서 전달되어 약 43~47ms정도의 지연시간을 가진다. 그러나, CN으로 BU가 성공적으로 끝난 후에는 약 17~21ms가량의 지연시간을 가지는 것을 볼 수 있다. 지연시간이 MN의 홈 네트워크에 있을 경우보다 낮게 나오는 이유는 결과를 쉽게 확인하기 위하여 GGSN, MN간의 지연시간을 짧게 설정하였기 때문이다. 실험결과를 통해 RO가 성공하지 못할 경우에 지연시간이 비효율적인 값을 가지게 되는 것을 확인할 수 있다.



(a)

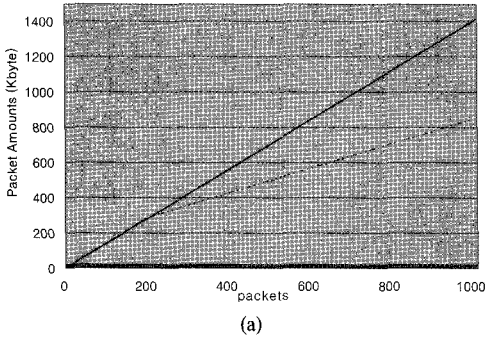


(b)

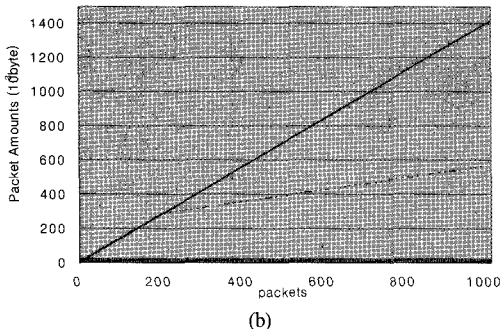
(a) RO를 실패할 경우 (b) RO를 성공할 경우  
그림 4-2. MN-CN간 지연시간

그림 4-3은 UMTS 단말이 CN으로 동작할 경우에 GGSN에서 Mobile IPv6에 대한 지원이 불가능하여 RO이 되어 들어오는 패킷에 대해 패킷전달 보장을 하지 못해 유실되는 경우의 실험이다. MN은 0.1초 간격으로 1,400byte의 패킷을 CN으로 전송하고 있으며, 다른 네트워크로 이동한 후 HA와 BU를 하고 1초 후에 CN과 BU를 통해 RO된 패킷이 CN으로 전송된다. 실험결과는 MN이 CoA를 할당 받기 전 20초부터 MN에서 보낸 1,000개의 패킷을 측정하였다. 그림 4-3 (a)에서는 GGSN에 트래픽이 1Mbits/s가량 발생할 때 알고리즘 적용할 경우와 그렇지 않을 경우에 누적 패킷 수신량을 나타낸다. 점선은 MN이 다른 네트워크로 이동 하였을 때 GGSN에서 처리되는 패킷이 초당 1Mbyte가 넘기 때문에 50%확률로 GGSN에서 RO를 통해 전송되는 패킷에 대해 전송보장을 해주지 못하는 경우를 나타내며 1,000개의 패킷 중 약 0.85Mbyte 정도의 데이터가 수신되었다. 또 하나의 선은 알고리즘 적용에 따라 전송률이 저하되지 않는 것을 확인할 수 있으며 1,000개의 패킷 중 1.43Mbyte 정도의 데이터가 수신되었다. 그림 4-3 (b)에서는 GGSN에서 트래픽의 양을 2Mbits/s로 달리하여 실험한 결과이다. 실험환경에서 GGSN의 정책을 트래픽이 2Mbits/s일 경우에 패킷 전달을 75% 확률로 버리도록 하였기 때문에 알고리즘 적용하지 않을 경우에 4-3 (a)에서 보는 것보다 누적 패킷 수신량 0.58M byte가량으로 더 적은 것을 확인할 수 있다. 두 실험을 통해 GGSN에서 정책적으로 패킷을 더 많이 버리는 상황이 발생할 경우 알고리즘이 보다 더 필요함을 나타낸다.

제안한 GGSN에서의 Mobile IPv6 적용 방안은 기존에 제안된 방법이 없었기 때문에 비교실험 할 수 없었다. 따라서 방법론적으로 제안한 알고리즘의 타당성에 대하여 생각해 보아야 한다. 첫번째로 GGSN과 단말간에 처리할 수 없는 패킷을 통과시키기 위해 TFT필터를 만드는 절차를 정의하는 것을 생각해 볼 수 있다. 이 경우 단말, GGSN간에 새로운 메시지를 추가하여 단말이 가지는 고유한 테이블 정보를 TFT 패킷필터 내에서 그 정보를 유지할 수 있도록 하여야 한다. 그러나 이 방법은 IPv6의 표준안 이외에 새로운 메시지를 정의하여야 하며, UMTS에 들어온 단말이 미리 정의한 절차를 수행하여야 하기 때문에, 많은 단말에 기능의 추가가 필요하고, 기능상의 변화를 주기에도 어려움을 가질 것이다. 그리고 RO과정을 위하여 BU를 하기



(a)



(b)

(a) 1Mbits/s이상의 트래픽 (b) 2Mbits/s이상의 트래픽  
그림 4-3. CN에서 누적 패킷 수신량

전에 CN에게 권한을 할당 받는 절차인 RR을 수행할 경우 교환되는 HoT, CoTI 메시지를 처리할 수 없다는 문제점도 가지게 될 것이다. 따라서 본 논문에서 제안한 Mobility option을 모니터링하여 시그널링 패킷을 처리해 할 수 있는 방안도 필요하게 될 것이다.

두번째로 생각해 볼 수 있는 방법은 GGSN에서 Home Address Destination option을 모니터링 하는 방법이다. 이 방법은 GGSN에서 단말이 가지는 binding cache를 유지하지 않아도 된다는 장점을 가질 수 있을 것이다. 그러나 단말이 UMTS로 이동하여, MN으로 동작 할 경우 HA를 거쳐 터널링되어 들어오는 패킷은 source address가 TFT 패킷필터에 등록되지 않기 때문에 전달보장을 하기 어려우며, RR 절차에서 사용되는 HoT, CoTI 메시지와 같은 시그널링 패킷을 처리하기 어려울 것이다. 또한 TFT 패킷필터에 등록되지 않은 source address를 가지는 모든 패킷에 대한 Home Address Destination option을 확인하여야 하기 때문에 GGSN에서 패킷 처리되는 시간에 있어 비효율적인 점을 가지게 될 것이다.

본 논문에서 제안된 알고리즘은 첫번째 방법과 비교하였을 경우에는 Mobile IPv6나 IPv6에 변화를

가하지 않고 오직 GGSN에서 기능추가만을 통해 문제점을 해결하였다는 장점을 있으며, 이것은 추후에 기능을 추가, 수정 할 때 많은 사용자가 사용하는 단말의 변화가 아닌 GGSN의 수정만으로 된다는 장점을 가지게 될 것이다. 두번째 방법과 비교하여 생각해볼 경우에는 제안한 방법은 TFT 패킷필터에 UMTS단말이 가지는 테이블 정보를 유지함으로써 source address만 확인 후 바로 통과가 가능하므로, GGSN에서 패킷을 처리하는 효율면에서 더 좋은 결과를 나타낼 것이다.

## V. 결론

본 논문에서는 UMTS에서 이기종의 네트워크와 Mobile IPv6를 통해 이동성을 제공받기 위한 매커니즘을 제안하였다. 제안한 Mobile IPv6 적용방안은 시뮬레이션과 정성적인 설명을 통해 타당성을 검증하였다. 제안한 Mobile IPv6 적용 방안은 이동통신망에서 GGSN에서 기능추가로 기존의 Mobile IPv6를 수정하지 않고 이기종 네트워크와의 통합에서 바로 적용할 수 있는 방법을 제시하였다. GGSN에서 제안된 기능은 TFT 패킷 필터에서 Mobile IPv6의 BU과정에서 발생하는 시그널링 패킷의 유실을 막기 위하여 Binding Update, Binding Acknowledgment 메시지와 RR 절차에 사용되는 메시지들과 같이 Mobility option을 가지는 패킷에 대한 모니터링을 하고, GGSN에서 CN이나 MN이 가지고 있는 binding cache와 binding update list를 유지를 통해 시그널링 패킷이 유실되는 것을 막고 패킷전송 보장을 하여 패킷전송 지연 시간을 줄이고 패킷의 전송량의 증가시킬 수 있도록 하였다.

앞으로 차세대 IP 기반의 통합 네트워크에서는 이동성의 제공을 위하여 Mobile IPv6의 사용은 필수적이다. 본 논문에서 제안한 방안은 UMTS에서 나타날 수 있는 불필요한 삼각 라우팅 문제, 패킷전송 보장에 관한 문제를 해결하였다. 그러나 이 부분은 아직까지는 많은 연구가 진행되지 않은 초기 단계라고 할 수 있다. 따라서 네트워크 통합 측면의 기술 확보에 있어 차후 많은 관심과 연구 개발 노력이 필요한 분야가 될 것이다.

## 참고 문헌

- [1] A. Forouzan, *TCP/IP Protocol Suite*, McGraw Hill, 2003.



- [2] M. Wasserman, "Recommendations for IPv6 in Third Generation Partnership Project (3GPP) Standards," RFC 3314, September 2002.
- [3] X.Chen, "Problem Statement for MIPv6 Interactions with GPRS/UMTS Packet Filtering," draft-chen-mip6-gprs-03.txt, February 2005.
- [4] C. Perkins, "IP Mobility Support," RFC 2002, October 1996.
- [5] S. Thomson, "IPv6 Stateless Address Auto-configuration," IETF RFC 2462, December 1998.
- [6] S. Deering and R. Hinden, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification," RFC 2460, IETF, December 1998.
- [7] D. Johnson, "Mobility Support in IPv6," RFC 3775, June 2004.
- [8] S. Clint and C. Daniel, *3G Wireless Networks*, McGraw-Hill, 2002.
- [9] S. Hagen, *IPv6 Essentials*, O'REILLY, 2002.
- [10] H. C. Jung, M. J. Kim and S. W, Min, "An Effective Address Allocation Mechanism in IPv6-Based Mobile Networks," *2004 SK Telecom Telecommunication Review*, vol 14, page 810-825, January 2004.
- [11] 3G TR 23.821 v1.0.1, "Architecture Principle for Release 2000," 3GPP, July 2000.
- [12] 3GPP TS 23.923 v3.0.0, "Combined GSN and Mobile IP Mobility Handling in UMTS IP CN," 3GPP May 2000.
- [13] K. Ahmavaara and H. Haverinen, "Interworking Architecture Between 3GPP and WLAN Systems," *IEEE Communications Magazine*, November 2003.
- [14] "The network simulator-ns 2," <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
- [15] "MobiWan : ns-2 extensions to study mobility in Wide-Area IPv6 Networks," <http://www.inrialpes.fr/planete/mobiwan/>.

차 승 범 (Seung-bum Cha)

준회원

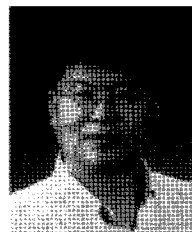


2003년 2월 광운대학교 전자공학부 졸업  
 2005년 8월 광운대학교 전자통신공학과 석사  
 2005년 8월~현재 LG전자 단말 연구소  
 <관심분야> UMTS, IPv6, Mobile IPv6, MMS

mobile IPv6, MMS

민 상 원 (Sang-won Min)

중신회원



1988년 2월 광운대학교 전자통신공학과 졸업  
 1990년 2월 KAIST 전기 및 전자공학과 석사  
 1996년 2월 KAIST 전기 및 전자공학과 박사  
 1999년 1월~1999년 3월 LG 정

보통신

1999년 3월~현재 광운대학교 전자통신공학과 부교수

김 용 진 (Yong-jin Kim)

정회원



1983년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업  
 1989년 2월 KAIST 전기 및 전자공학과 석사  
 1997년 2월 KAIST 전기 및 전자공학과 박사  
 1983년 1월~2002년 8월 한국전

자통신연구원 팀장, 책임연구원

2002년 11월~현재 모다정보통신 CTO