

# UMTS/GPRS의 GGSN에서 IPv6 지원 방안에 대한 연구

임선화\*, 김영진  
 한국전자통신연구원 근거리 이동통신 연구부  
 {limsh, yjkim}@etri.re.kr

## The Study for Supporting IPv6 in GGSN of UMTS/GPRS

SunHwa Lim<sup>o</sup>, YeongJin Kim  
 Local Area Mobile Communication Department  
 Electronics and Telecommunications Research Institute

3세대 이동통신 시스템인 UMTS/GPRS는 모든 MS(Mobile Station)에게 인터넷 서비스를 항상 제공할 수 있도록 하는 것을 목표로 하고 있다. 그러나 최근 인터넷 사용의 증가로 인해 public IPv4 주소 부족 현상이 발생함에 따라 인터넷에 연결되어 있는 모든 MS에게 public IPv4 주소를 할당하는데 한계가 있다. 이에 따라 3GPP의 Release 2000 IM CN(IP Multimedia Core Network) 서브 시스템에서는 멀티미디어 서비스 지원을 위해 인터넷에 연결되어 있는 모든 MS에게 IP를 할당할 수 있도록 IPv6 지원을 필수로 정의하고 있다. 따라서 UMTS/GPRS에서 IPv6를 지원할 경우 이동망과 인터넷망 간의 패킷 서비스 전달을 위해 게이트웨이 기능을 수행하는 GGSN에서 가장 큰 변화가 이루어질 것이다. 그러므로 본 논문에서는 GGSN이 dual stack을 지원해야 하는지에 대해 살펴본 후 UMTS/GPRS 프로토콜 구조를 제안한다. 그리고 IPv6 지원을 위해 GGSN의 기능을 설계하고 GTP 메시지와 IPv6 주소 할당 방법에 대해 살펴본다.

### 1. 서론

3세대 이동통신 시스템인 UMTS/GPRS는 모든 MS에게 인터넷 서비스를 항상 제공할 수 있도록 하는 것을 목표로 하고 있다. 그러나 최근 인터넷 사용의 증가로 인해 public IPv4 주소 부족 현상이 발생함에 따라 인터넷에 연결되어 있는 모든 MS에게 public IPv4 주소를 할당하는데 한계가 있다. 이에 따라 3GPP의 Release 2000 IM CN 서브 시스템에서는 멀티미디어 서비스 지원을 위해 인터넷에 연결되어 있는 모든 MS에게 IP를 할당할 수 있도록 IPv6[2] 지원을 필수로 정의하고 있다[3].

조를 제안한다. 그리고 IPv6 지원을 위해 GGSN의 기능을 설계하고 GTP 메시지와 IPv6 주소 할당 방법에 대해 살펴본다.

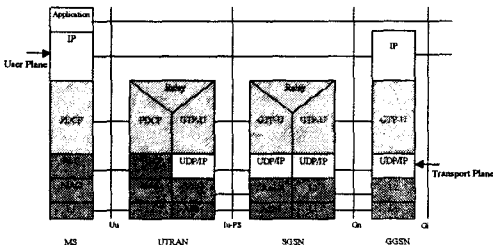
본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 UMTS/GPRS에서 User Plane과 Transport Plane에서 지원하는 IP에 따라 여러 가지 프로토콜 구조의 특징을 살펴본 후 프로토콜 구조를 제안한다. 제 3 장에서는 GGSN에서 IPv6 지원 시 고려해야 할 사항들에 대해 기술한다. 마지막으로 제 4 장에서는 결론 및 향후 연구 과제에 대해 기술한다.

### 2. 프로토콜 구조

UMTS/GPRS에 있는 MS, UTRAN, SGSN, GGSN이 단일 IP 모드(only IPv4 또는 only IPv6)를 지원하는 경우와 dual stack 모드를 지원하는 경우에 대해 각각 특징을 살펴보고 UMTS/GPRS의 프로토콜 구조를 제안한다.

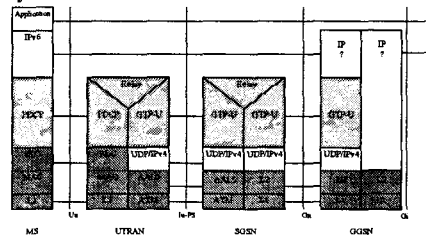
#### 2.1 단일 IP 모드인 경우

##### 2.1.1 only IPv4



(그림 1) UMTS/GPRS 프로토콜 구조

UMTS/GPRS 망에서는 MS와 CN(Correspondent Node) 간에 IP 패킷 서비스를 하기 위해 (그림 1)과 같이 User Plane과 Transport Plane으로 나눌 수 있다. 이들은 서로 독립적이기 때문에 각각 다른 IP 모드(IPv4 또는 IPv6)로 동작이 가능하다. 그러나 GGSN은 User Plane과 Transport Plane의 경우를 둘 다 고려해야 한다. 그러므로 본 논문에서는 User Plane과 Transport Plane의 IP 모드에 따라 프로토콜 구조를 살펴보고 적합한 UMTS/GPRS 프로토콜 구

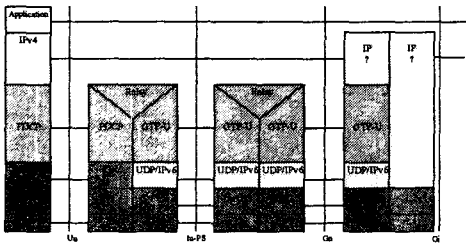


(그림 2) Only IPv4인 경우 UMTS/GPRS 프로토콜 구조

(그림 2)는 MS가 IPv6만 지원하고 UTRAN, SGSN,

GGSN은 IPv4만을 지원하는 프로토콜 구조를 나타낸다. 이러한 프로토콜 구조에서 Transport Plane이 IPv4인 경우 UTRAN, SGSN, GGSN 간의 통신을 위해 이들 시스템들은 기존의 IPv4 소스를 그대로 이용할 수 있다. 그러나 GGSN의 경우 IPv4만 지원하기 때문에 MS가 보낸 User Plane의 IPv6 패킷을 처리할 수 없다. 따라서 IPv6 패킷 서비스 처리를 위해 GGSN은 IPv6도 지원해야 한다. 또한 Release 2000 IM CN에서는 IPv6 지원이 필수로 정의되어 있기 때문에 UTRAN, SGSN 그리고 GGSN이 IPv6을 지원할 수 있도록 해야 한다.

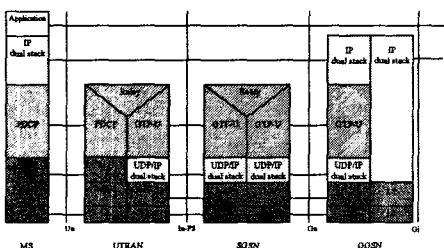
2.1.2 only IPv6



(그림 3) Only IPv6 인 경우 UMTS/GPRS 프로토콜 구조

(그림 3)은 MS가 IPv4만 지원하고 UTRAN, SGSN, GGSN은 IPv6만을 지원하는 프로토콜 구조를 나타낸다. 이러한 프로토콜 구조는 UTRAN, SGSN 그리고 GGSN이 IPv6를 지원하기 때문에 IP 멀티미디어 서비스 지원이 가능하다. 그러나 Transport Plane에서 SGSN과 GGSN 간의 IPv6 통신을 위해 기존에 있던 IPv4 소스를 일부 수정해야 한다. 그리고 GGSN이 IPv6만 지원하기 때문에 User Plane의 IPv4 패킷 서비스를 처리할 수 없다. 따라서 GGSN은 IPv4도 지원해야 한다.

2.2 Dual stack 모드인 경우



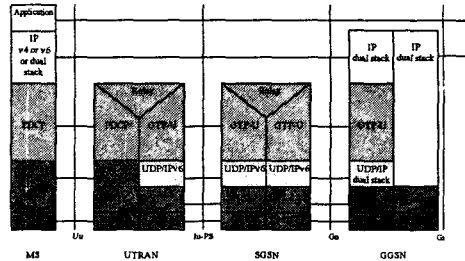
(그림 4) Dual stack 인 경우 UMTS/GPRS 프로토콜 구조

(그림 4)는 dual stack 프로토콜 구조를 나타낸다. User Plane과 Transport Plane이 모두 dual stack을 지원할 경우 기존의 IPv4 프로그램을 이용할 수 있으며 GGSN의 경우 User Plane과 Transport Plane이 서로 다른 IP를 사용할 수 있다. 그러나 모든 시스템에 public IPv4 주소를 할당해 주어야 하고 dual stack을 설치해야 하기 때문에 비용을 고려해야 하는 문제가 있다.

2.3 제안한 프로토콜 구조

앞에서 살펴본 바와 같이, UTRAN, SGSN은 Transport Plane만을 고려하면 되므로 IP 멀티미디어 지원, 기존 시스템의 변경 그리고 시스템 비용 등을 살펴봐왔을 때

only IPv6를 지원하는 것이 적합하다고 판단된다. 그리고 GGSN은 User Plane과 Transport Plane을 고려해야 함으로 dual stack이 지원되어야 한다. 이러한 프로토콜 구조를 가질 경우 MS가 어떠한 IP 모드로 동작하더라도 GGSN은 IPv4와 IPv6 패킷을 루팅할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 (그림 5)와 같이 UMTS/GPRS 프로토콜 구조를 제안한다.



(그림 5) 제안한 UMTS/GPRS 프로토콜 구조

3. GGSN에서 IPv6 지원 시 고려 사항

제안한 UMTS/GPRS 프로토콜 구조를 기반으로 GGSN에서 IPv6를 지원할 경우 고려해야 할 사항들은 다음과 같다.

3.1 GTP 메시지

MS와 CN 간에 IP 패킷 서비스를 위해 3GPP에서는 IPv4를 기반으로 GTP[4]를 이용하여 인터넷 서비스가 이루어진다. <표 1>은 GGSN에서 사용하는 GTP 메시지의 인스턴스들을 나타내며 이 중 IPv6를 위해 고려해야 할 인스턴스들은 다음과 같다.

<표 1> GGSN에서 사용하는 GTP 메시지 인스턴스

Information elements	Presence requirements
IMSI	Conditional
Recovery	Optional
Selection mode	Conditional
Tunnel Endpoint Identifier Data 1	Mandatory
Tunnel Endpoint Identifier Control Plane	Conditional
NSAPI	Mandatory
Linked NSAPI	Conditional
Charging Characteristics	Optional
Trace Reference	Optional
Trace Type	Optional
End User Address	Conditional
Access Point Name	Conditional
Protocol Configuration Options	Conditional
SGSN Address for signalling	Mandatory
SGSN Address for user traffic	Mandatory
MSISDN	Conditional
Quality of Service Profile	Mandatory
TFT	Conditional
Trigger Id	Optional
OMC Identity	Optional
Private Extension	Optional
Cause	Mandatory
Reordering required	Conditional
Charging ID	Conditional
GGSN Address for Control Plane	Conditional
GGSN Address for user traffic	Conditional
Charging Gateway Address	Optional
Access Point Name	Mandatory
MAP Cause	Optional
MS not Reachable Reason	Optional
GSN Address	Optional

- “End User Address”에는 PDP type과 PDP address가 있다. MS가 어떠한 IP 모드로 패킷 서비스를 하는가에 따라 이 두 파라미터의 값과 크기가 달라진다. PDP type이 IPv6인 경우, PDP Address는 IPv6 주소가 정적·동적으로 할당된다.
- “SGSN Address for signalling, SGSN Address for user traffic, GGSN Address Control Plane, GGSN Address for user traffic”은 SGSN과 GGSN 간에 GTP-C와 GTP-U 메시지를 처리하기 위해 각각 SGSN과 GGSN의 IPv6 주소가 사용된다.

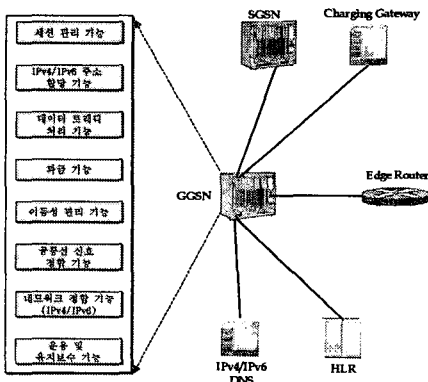
- “TFT(Traffic Flow Template)” 인스턴스는 외부 인터넷 망으로부터 온 IP 패킷을 MS 에게 전송하기 전에 GGSN 은 PDP context 에 따라 IP 패킷을 필터링한다. 이 “TFT” 인스턴스 중에서 “Source Address(IPv6) and Subnet Mask, Next Header (IPv6), Traffic class (IPv6) and Mask, Flow Label (IPv6)” 파라미터들을 처리할 수 있도록 해야 한다.
- “Charging Gateway Address”는 생성된 세션에 대해 과금 관련 정보를 교환하기 위해 GGSN 은 과금 시스템과 연동한다. 과금 시스템이 IPv6 인 경우 IPv6 주소가 사용된다.
- “GSN Address”는 SGSN 과 GGSN 의 IPv6 주소가 된다.

GGSN 에서 이러한 인스턴스들을 고려해야 할 프로시저는 다음과 같다.

- 터널 관리 메시지(Tunnel Management Messages)
  - Create PDP Context Request
  - PDP Context Response
  - SGSN-Initiated Update PDP Context Request
  - GGSN-Initiated Update PDP Context Request
  - Update PDP Context Response by a GGSN
  - PDU Notification Request
  - PDU Notification Reject Request
  - Send Routing information for GPRS Response
  - Note MS Present Request
- MS 의 이동 관리 메시지(Location Management Messages)
  - Send Routing Information for GPRS Response
  - Note MS Present Request

### 3.2 GGSN 기능

(그림 6)는 GGSN 의 기능을 나타낸 것으로 기존의 기능[5]에서 IPv6 를 지원할 경우 어떠한 부분을 고려해야 하는지에 대해 기술한다.



(그림 6) GGSN 기능

- 세션 관리 기능  
세션(Session)이란 패킷에 대한 사용자 인스턴스로서 사용자가 패킷 서비스를 하려고 할 때, 시작부터 종료 시까지의 모든 과정을 포함한다. GGSN 의 세션 관리 기능은 사용자의 세션을 초기에 설정하고, 통신 중 유지/관리하고, 통신을 끝마친 후에는 삭제하는 기

능을 수행한다. 세션을 관리하기 위하여 GGSN 은 SGSN 과의 통신을 필요로 하는데, 이때 사용되는 중심 프로토콜로서 “GTP(GPRS Tunneling Protocol)”를 이용한다. 따라서 앞에서 기술한 인스턴스들을 고려해야 한다. 또한 SGSN 과의 Path 를 항상 모니터링하여 SGSN 의 결합 유무, 설정된 Path 의 결합 유무를 감지하는 기능을 포함한다. 따라서 SGSN 과의 통신을 위해 IPv6 주소가 사용된다.

- IPv4/IPv6 주소 할당 기능  
GPRS 망을 통해 패킷 서비스를 받고자 하는 MS 는 먼저 IP 주소를 할당 받아야 한다. IP 주소 할당은 GGSN 에서 관리하는 주소 영역(Address Pool)에서 할 수 있고 또는 외부 주소 할당 서버(DHCP)를 이용할 수 있다. GGSN 은 IPv6 주소 영역을 관리하여 동적으로 할당한 후 사용이 끝나면 회수하는 기능을 수행하도록 한다. 그리고 IPv6 DNS 를 두어 A 레코드 뿐만 아니라 AAAA 레코드도 지원하도록 한다.

- 데이터 트래픽 처리 기능  
MS 로부터 받은 IPv6 패킷을 외부 인터넷망으로 보내며, 반대로 외부 인터넷망으로부터 받은 IPv6 패킷을 MS 에게 전송할 수 있도록 IPv6 패킷을 라우팅할 수 있도록 한다.

- 과금 기능  
GGSN 의 과금은 외부 인터넷망의 사용과 관련된 과금 정보를 수집하는 기능이다. 과금 기능은 과금 정보 운영을 위해 GPRS 과금 레코드 중 G-CDR(GGSN-CDR) 자료 구조를 갖는다. G-CDR 인스턴스들 중에서 Served PDP Address 는 MS 가 요청한 PDP Type 에 따라 IPv4 또는 IPv6 주소가 되어야 한다. 그리고 GSN Address, SGSN Address, Charging Gateway Address 는 IPv6 주소를 사용한다.

- 이동성 관리  
네트워크 시작 세션의 처리를 위해 현재 MS 가 위치하고 있는 RA(Routing Area)를 관리하는 SGSN 의 주소를 조회하는 기능이다. 따라서 GGSN 은 HLR 로부터 IPv6 주소를 얻기 위한 구조로 변경되어야 한다.

- 공통선 신호 정합 기능  
이동성 관리 기능은 MAP 프로토콜을 사용하여 GGSN 이 공통선 신호망에 접속할 수 있도록 기능을 제공한다. 프로토콜의 구성은 ATM 을 하부 프로토콜로 하고, 그 상부로 MTP3-B, SCCP, TCAP 등의 프로토콜이 운영되는 No.7 over ATM 방식을 따른다. 이 기능에서는 IP 프로토콜을 사용하지 않기 때문에 고려해야 할 사항은 없다.

- 네트워크 정합 기능  
GPRS 가 이동 가입자에게 IP 패킷 서비스를 제공하는데 있어서 GPRS 망 내 GGSN 은 GPRS 내부 망과의 물리적/논리적 정합이 이루어져야 하며 또한 외부 망 접속을 통해 제공되는 서비스를 위해서는 외부 인터넷망과의 물리적/논리적 정합도 이루어져야 한다. 따라서 GGSN 은 SGSN, IPv4/IPv6 DNS, 그리고 과금 시스템과 IPv6 통신이 가능하도록 지원되어야 한다.

- 운용 및 유지 보수 기능  
GGSN 에 있는 모든 기능들이 정상적으로 동작하고 있는지를 주기적으로 체크하고 GGSN 의 형상 데이터(Configuration Data)를 관리한다. GGSN 과 연동하는

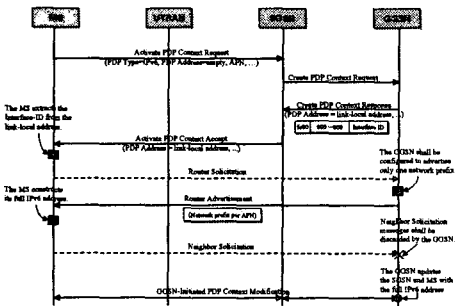
SGSN, IPv4/v6 DNS, 과금 시스템의 상태를 모니터링하기 위해 IPv6 주소를 사용한다.

### 3.3 IPv6 주소 할당

GGSN은 MS에게 IPv6를 정적 또는 동적으로 할당해 줄 수 있다. 동적 IPv6 주소 할당 방법 중 stateless address autoconfiguration[1] 방법과 GGSN에서 관리하고 있는 Address pool에서 IPv6 주소를 직접 할당해 주는 방법에 대해 살펴본다.

#### 3.3.1 Stateless Address Autoconfiguration Procedure

(그림 7)는 MS가 full IPv6 주소를 만들기 위해 IPv6 stateless address autoconfiguration를 수행하는 절차로서 처리 동작은 다음과 같다.



(그림 7) IPv6 Stateless Address Autoconfiguration Procedure

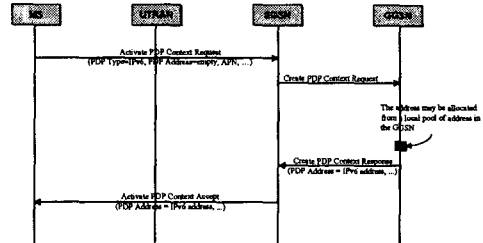
- ① MS는 PDP Type을 IPv6로 하고 PDP Address를 empty 상태로 해서 SGSN에게 Activate PDP Context Request를 수행한다.
- ② GGSN은 SGSN으로부터 Create PDP Context Request를 받으면 자신이 관리하고 있는 interface ID를 하나 선택한 후 PDP Address를 link-local address로 만들어 MS에게 할당한다.
- ③ MS는 GGSN으로부터 받은 link-local address에서 interface ID만을 추출해낸다.
- ④ MS는 GGSN으로부터 network prefix를 받기 위해 GGSN에게 Router Solicitation을 보내며 GGSN은 MS에게 network prefix를 주기 위해 Router Advertisement를 수행한다.
- ⑤ MS는 GGSN으로부터 받은 network prefix와 interface ID를 가지고 full IPv6 주소를 만든다. 그리고 MS는 자신이 만든 IPv6 주소가 unique한 주소인지를 알기 위해 Neighbor Solicitation을 수행한다. GGSN은 MS에게 이미 unique한 interface ID와 prefix를 할당했기 때문에 이 메시지를 받은 후 discard시킨다.
- ⑥ Full IPv6 주소를 가지고 GGSN-Initiated PDP Context Modification이 수행되며 IPv6 패킷 서비스가 제공된다.

이러한 IPv6 Stateless address autoconfiguration 프로시저를 사용할 경우 GGSN은 interface ID와 APN마다 network prefix를 관리해야 한다. 그리고 Neighbor Solicitation 처리를 추가로 수행해야 하는 문제가 있다.

#### 3.3.2 IPv6 Address Allocation Procedure by GGSN

위의 IPv6 stateless address autoconfiguration 프로시저에서

발생하는 문제들을 해결하기 위해 (그림 8)과 같이 3GPP 표준에는 정의되어 있지 않지만 또 다른 방법으로 GGSN에서 관리하고 있는 IPv6 address pool에서 할당해 줄 수 있다. 이 방법은 stateless address autoconfiguration 프로시저보다 GGSN의 IPv6 주소 할당으로 인한 부하와 처리 절차를 줄여 줄 수 있다는 장점이 있다. 다음은 (그림 8)의 처리 동작을 나타낸다.



(그림 8) IPv6 Address Allocation Procedure by GGSN

- ① MS는 PDP Type을 IPv6로 하고 PDP Address를 empty 상태로 해서 SGSN에게 Activate PDP Context Request를 수행한다.
- ② GGSN은 SGSN으로부터 Create PDP Context Request를 받으면 자신이 관리하고 있는 IPv6 address pool에서 full IPv6 주소를 PDP Address로 할당하여 MS에게 전송한다.

## 4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 현재 개발되어진 UMTS/GPRS의 GGSN에서 IPv6 지원을 위해 UMTS/GPRS 프로토콜 구조를 제안하였다. UMTS/GPRS 프로토콜 구조는 IP 멀티미디어 지원, 기존 시스템의 변경 그리고 시스템 비용 등을 고려해 보았을 때, UTRAN과 SGSN은 only IPv6, 그리고 GGSN은 dual stack이 적합할 것으로 판단된다. 그리고 GGSN에서 IPv6 지원을 위해 GTP 메시지의 인스턴스, GGSN의 기능, 그리고 IPv6 동적 주소 할당 방법에 대해 살펴보았다.

향후 계획으로는 본 논문에서 설계한 GGSN의 기능을 구현하고자 한다. 그리고 Mobile IP 망에 가입된 MS 또는 ISP 망에 가입된 MS가 이동 망으로 이동한 후 IPv6 패킷 서비스를 하고자 할 경우 GGSN은 이들 망과 연동(Interworking)하기 위해 이들에 대한 연구가 필요하다.

### 참고 문헌

- [1] 3GPP, "General Packet Radio Service(GPRS); State 2," 3G TS 23.060 version 4.0.0, March 2001.
- [2] IETF RFC 2460, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification," S. Deering and R. Hinden, December 1998.
- [3] NOKIA, "Transition to IPv6 in 2G and 3G mobile networks," White Paper.
- [4] 3GPP, "GPRS GPRS Tunneling Protocol (GTP) across the Gn and Gp Interface," 3G TS 29.060 version 4.0.0, March 2001.
- [5] 김영진 외, "GGSN 서버 시스템 구조도," 한국전자통신연구원 기술문서, July 2000.