

UMTS/GPRS 을 기반으로한 IPv6 지원에 대한 연구

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

The Study on IPv6 based on UMTS/GPRS

SunHwa Lim^o, YeongJin Kim
 Local Area Mobile Communication Department
 Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

제 3세대 이동통신 시스템인 UMTS/GPRS는 현재 IPv4를 기반으로 MS(Mobile Station)에게 패킷 서비스를 제공하고 있다. 그러나 3GPP의 Release 2000 IM CN(IP Multimedia Core Network) 서비스 시스템에서는 멀티미디어 서비스 지원을 위해 인터넷에 연결되어 있는 모든 MS에게 IP를 할당할 수 있도록 IPv6 지원을 필수로 정의하고 있다. 따라서 본 논문에서는 UMTS/GPRS에서 IPv4 패킷 서비스 뿐만 아니라 IPv6 패킷 서비스를 지원할 수 있도록 UMTS/GPRS에 다양한 IPv6 변환 메커니즘(dual-stack, tunneling, transition)을 적용하여 비교한 후 적합한 UMTS/GPRS 네트워크 모델을 제안한다.

1. 서론

제 3세대 이동통신 시스템인 UMTS/GPRS[1]는 현재 IPv4를 기반으로 MS에게 패킷 서비스를 제공하고 있다. 그러나 최근 인터넷 사용의 증가로 인해 IPv4 주소 부족 현상이 발생함에 따라 MS에게 IPv4 주소를 할당하는데 한계가 있다. 또한 3GPP의 Release 2000 IM CN 서비스 시스템에서는 멀티미디어 서비스 지원을 위해 인터넷에 연결되어 있는 모든 MS에게 IP를 할당할 수 있도록 IPv6 지원을 필수로 정의하고 있다[2]. 따라서 현재 개발되어진 UMTS/GPRS에서 IPv6를 지원하기 위해 고려해야 할 사항은 다음과 같다. 첫번째는 MS와 CN(Correspondent Node)에서 동작하고 있는 어플리케이션이 어떠한 IP 모드(IPv4 모드, IPv6 모드)로 동작하는지에 대해 고려해야 한다. 두번째는 GPRS 망이 어떠한 외부 인터넷 망(IPv4 Internet, IPv6 Internet)과 연동하는지에 따라 IP 패킷 전송 방식이 달라진다. 그러므로 본 논문에서는 여러가지 UMTS/GPRS 네트워크 모델과 이러한 모델에 적용할 수 있는 다양한 IPv6 변환 메커니즘을 살펴보고 각각에 대해 장/단점을 비교한 후 적합한 UMTS/GPRS 네트워크 모델을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 UMTS/GPRS 네트워크 모델에 다양한 변환 메커니즘을 적용하여 그 특징을 비교한다. 제 3장에서는 차세대 이동통신을 위해 적합한 UMTS/GPRS 네트워크 모델을 제안한다. 제 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해 기술한다.

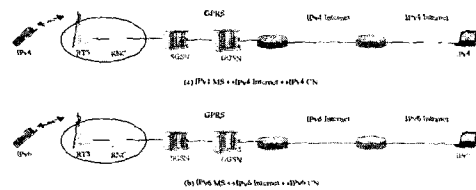
2. UMTS/GPRS 네트워크 모델

MS와 CN에서 동작하는 어플리케이션의 IP 모드에 따라 변환 메커니즘을 적용하고 그 특징들을 살펴본다. RNC, SGSN, GGSN 시스템은 dual-stack을 지원한다고 가정한다.

2.1 동일한 IP 모드인 경우

(그림 1)는 MS, 인터넷 망, CN이 모두 동일한 IP 모드로 동작하는 경우를 나타내며 MS와 CN 간의 패킷 변환 없이

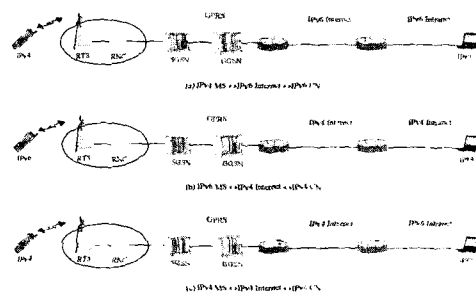
IPv4 또는 IPv6 패킷을 그대로 전송할 수 있다.



(그림 1) 동일한 IP 모드인 경우

2.2 서로 다른 IP 모드인 경우

(그림 2)는 MS와 CN이 서로 다른 IP 모드로 동작할 경우 UMTS/GPRS 네트워크 모델을 나타낸다.



(그림 2) 서로 다른 IP 모드인 경우

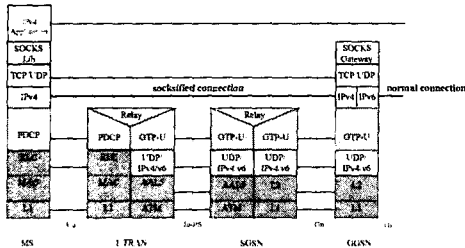
이러한 경우에는 MS와 CN 간에 IP 패킷 전송을 위해 프로토콜 변환이 필요하다. 프로토콜 변환은 MS, CN 또는 GGSN에서 변환이 이루어지는 호스트 레벨 변환(Host Level Transition)과 GPRS 망과 CN이 속해 있는 망의 edge router에서 패킷 변환이 이루어지는 네트워크 레벨 변환(Network Level Transition)으로 나눌 수 있다. 이러한 레벨에 따라 IPv6 변환 메커니즘 중 SOCKS[3], BIS[4], SIIT[5], NAT-PT[6]을 UMTS/GPRS 네트워크 모델에 적용하고 각각의 문제점을 살

퍼본다. 본 논문에서는 MS와 GPRS 망의 edge router에서 패킷 변환만을 고려하며 CN과 CN의 edge router에서는 패킷 변환이 이루어진다고 가정한다.

2.2.1 호스트 레벨 변환(Host Level Transition)

■ SOCKS

이 변환 메커니즘은 client 노드에 있는 "SOCKS Lib"를 이용하여 destination 노드의 주소를 얻어 SOCKS gateway와 통신하는 방법이다. SOCKS gateway는 client와 "socksified connection"으로 통신하고 destination과는 "normal connection"으로 통신한다.

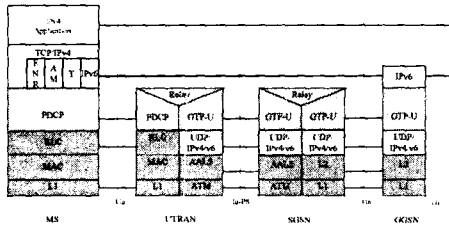


(그림 3) SOCKS를 적용한 UMTS/GPRS 프로토콜 구조

(그림 3)은 SOCKS 메커니즘을 UMTS/GPRS 프로토콜 구조에 적용한 것으로 client와 destination은 MS와 CN이 되며 패킷 변환과 전달 역할을 해주는 SOCKS Gateway는 GGSN이 될 수 있다. 이 메커니즘을 사용할 경우 장점은 "DNS resolving delegation mechanism"을 사용함으로써 기존의 DNS를 변경할 필요가 없으며 IPv4와 IPv6를 위한 주소 테이블(Address Table)을 관리할 필요가 없다. 그러나 MS가 CN의 주소를 요청할 경우 fake IP가 필요하며 MS에 "SOCKS Lib" 기능이 추가되어야 한다. 그리고 GGSN에는 SOCKS Gateway 기능과 MS와 GGSN 간의 socksified connection을 위한 새로운 프로시저를 추가해야 하는 문제점이 있다.

■ BIS(Bump-in the Stack)

이 메커니즘은 dual stack host에 있는 IPv4 어플리케이션이 only IPv6 host와 통신할 경우 IPv4 어플리케이션을 변경하지 않고 IPv6 host와 통신하는 방법이다.



(그림 4) BIS를 적용한 UMTS/GPRS 프로토콜 구조

(그림 4)는 BIS 메커니즘을 UMTS/GPRS에 적용한 것으로 dual stack MS에는 IPv4와 IPv6 패킷 헤더를 변환시켜주는 Translator, IPv4 어플리케이션으로부터 받은 DNS request를 처리하는 Extension Name Resolver, 그리고 IPv6 주소와 temporary IPv4 주소를 매핑시켜주는 Address Mapper 기능이 필요하다. 이 메커니즘은 IPv4 어플리케이션을 IPv6 어플리케이션으로 변경할 필요 없이 그대로 사용할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 IPv4와 IPv6 주소 간의 매핑 테이블(Mapping Table)을 관리해야 하며 모든 IPv6 MS에게 IPv4 주소를 할당해 줄 수 없기 때문에 오랫동안 사용하지 않은 IPv4 주소를 회수하는 방법이 필요하다. 또한 IPv4 어플리케이션을 사용하는 MS는 반드시 dual stack이 지원되어야 하는 단점이 있다.

2.2.2 네트워크 계층 변환(Network Layer Transition)

■ SIIT(Stateless IP/ICMP Translator)

IPv4와 IPv6 헤더를 영역별로 변환하는 메커니즘으로 주소 변환과 패킷 헤더 변환으로 나눌 수 있다. 이 메커니즘의 특징은 IPv6 MS에게 IPv4 주소를 동적으로 할당해주지 않는다. 그리고 IP 패킷 서비스를 위해 세션이 생성되면 지정된 SIIT 라우터를 통해 패킷이 전송될 필요가 없다. 그러나 checksum 계산이 어려우며 단편화(fragmentation) 과정이 복잡하고 IP 패킷 변환 시 의미 손실이 발생할 수 있다는 단점이 있다.

■ NAT-PT(Network Address Translation-Protocol Translation)

이 메커니즘은 SIIT 메커니즘과 비슷하지만 차이점은 IPv6 MS에게 IPv4 주소를 동적으로 할당해준다. 그리고 각 세션마다 IPv6-to-IPv4 매핑 정보와 IP 변환 파라미터들에 대한 정보를 관리하고 있다. 따라서 NAT-PT를 통해 처음에 세션이 생성되면 그 후에도 같은 NAT-PT를 통해 전송해야 하는 단점이 있다.

(그림 5)는 (그림 2)의 (b) 경우를 가지고 SIIT 또는 NAT-PT를 edge router에 적용한 것을 나타낸다.



(그림 5) SIIT 또는 NAT-PT를 적용한 UMTS/GPRS 네트워크 모델

<표 1>은 위에서 적용한 패킷 변환에 대해 여러 가지 측면에서 비교한 것을 나타낸다.

<표 1> IPv4<->IPv6 변환 기법

	Host Level Transition		Network Level Transition	
	SOCKS	BIS	SIIT	NAT-PT
Transition Scope	GGSN	MS	Edge router	Edge router
Overleaf Node	MS, GGSN	MS	Edge router	Edge router
Dual stack Requirements	GGSN	MS	Edge router	Edge router
DNS change	Not needed	Not needed	Not needed	Needed
Address Mapping Table	Not needed	Needed	Not needed	Needed
IPv4 address Requirements	Fake IPv4 address	Temporary IPv4 address	Temporary IPv4 address	Globally routable IPv4 address
IPv6 address Requirements	None	None	IPv4-mapped and IPv4-translated address	None
Implementation Requirements	MS: Socks Lib GGSN: Socks Gateway	MS: ENR, AM, Translation Function GGSN: not needed	MS: not needed GGSN: not needed	MS: not needed GGSN: not needed

2.3 동일한 IPv6 모드이며 IPv4 인터넷 망인 경우



(그림 6) 동일한 IPv6 모드이며 IPv4 인터넷 망인 경우

(그림 6)은 IPv4 인터넷을 통해 MS와 CN이 IPv6 모드로 통신하는 경우를 나타내며 IP 패킷 서비스를 하기 위해서는 터널링 메커니즘이 필요하다. 터널링 방식은 IPv6 패킷을 IPv4 패킷으로 인캡슐레이션(Encapsulation)한 후 터널을 통해 IPv6 패킷을 전송하는 메커니즘으로 Automatic tunneling[7], Configured tunneling[7], 6to4[8] 메커니즘 등이 있다.

2.3.1 Automatic Tunneling



(그림 7) Automatic Tunneling을 적용한 UMTS/GPRS 네트워크 모델

(그림 7)는 Automatic Tunneling 을 적용한 UMTS/GPRS 네트워크 모델을 나타낸다. Dual stack 이면서 IPv4-compatible address 를 가지고 있는 MS 와 CN 간에 IPv4 인터넷을 통해 패킷 서비스를 하는 메커니즘으로 MS 와 CN 에 public IPv4 주소를 할당해줘야 한다. GGSN 과 edge router 에서는 단지 IP 패킷 라우팅을 수행하며 MS 와 CN 에서는 인/디캡슐레이션이 수행되기 때문에 MS 와 CN 의 부하가 발생한다.

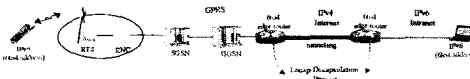
2.3.2 Configured Tunneling



(그림 8) Configured Tunneling 을 적용한 UMTS/GPRS 네트워크 모델

(그림 8)은 Configured Tunneling 을 적용한 UMTS/GPRS 네트워크 모델을 나타낸다. 이 터널링 메커니즘은 GPRS 망의 edge router 와 IPv4 인터넷을 통해 CN 이 있는 edge router 간에 TEP(Tunnel End Point)를 설정한 후 IPv6 패킷을 터널을 통해 전송하는 방법이다. IPv6 패킷의 인/디캡슐레이션은 각각 edge router 에서 이루어지며 MS 와 CN 은 dual stack 일 필요가 없다. 이 메커니즘은 edge router 가 dual stack 이여야 하며 터널링하고자 하는 edge router 간에 TEP 를 설정해줘야 하는 단점이 있다.

2.3.3 6to4



(그림 9) 6to4 를 적용한 UMTS/GPRS 망 모델 구조

(그림 9)는 6to4 를 적용한 UMTS/GPRS 네트워크 모델을 나타낸다. 이 터널링 메커니즘은 edge router 에 하나의 public IPv4 주소를 할당하여 인캡슐레이션을 위해 IPv6 prefix 내에 있는 public IPv4 주소를 사용하는 방법이다. 6to4 형식의 IPv6 주소를 가지고 있는 MS 가 IPv6 패킷을 보내면 edge router 는 6to4 주소로부터 IPv4 주소를 얻어 IPv6 패킷을 인캡슐레이션하여 터널을 통해 전송한다. 이 터널링 방식은 한 사이트(site)마다 하나의 public IPv4 주소가 할당되기 때문에 public IPv4 주소를 많이 요구하지 않는다. 그리고 MS 또는 CN 은 dual stack 일 필요가 없으며 edge router 간의 TEP 정보도 필요없다. 그러나 MS 와 CN 은 6to4 형식의 IPv6 주소를 가져야 하며 GGSN 은 MS 가 6to4 주소를 요구할 경우 이 주소를 MS 에게 할당하기 위해 6to4 주소를 관리해야 한다. 그리고 6to4 prefix 를 갖는 DNS 레코드를 생성해야 하는 단점이 있다.

<표 2>는 위에서 적용한 터널링 메커니즘에 대해 여러 가지 측면에서 비교한 것을 나타낸다.

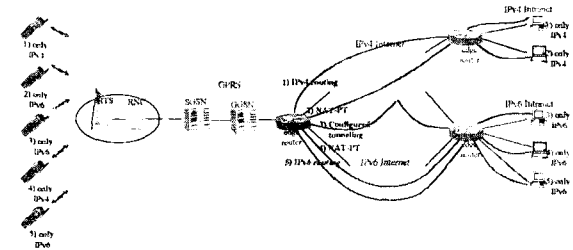
<표 2> 터널링 기법

	Automatic tunneling	Configured tunneling	6to4
Encap/Decapsulation Scope	MS, CN	Edge router	Edge router
Tunneling Requirements	IPv4-compatible address	TEP	6to4 prefix
Dual stack Requirements	MS, CN	Edge router	Edge router
Overload Node	MS, CN	Edge router	Edge router
IPv4 address Requirements	1 per host	1 per site	1 per site
Constraints	Public IPv4 address insufficiency	Manually configured tunneling	6to4 address requirement

3. UMTS/GPRS 네트워크 모델 제안

위의 특징을 살펴본 결과 MS 와 CN 간에 IP 패킷 서비스를 하기 위해서는 MS, CN 그리고 외부 인터넷 망을 고려한

후 UMTS/GPRS 네트워크 모델을 설계해야 한다. 따라서 먼저 패킷 변환 기법을 살펴보면, 호스트 레벨에서의 변환 기법은 MS, CN 또는 GGSN 의 부하를 증가시키며 dual stack 으로 인해 비용을 증가시킬 수 있다. 그러므로 가급적이면 시스템의 부하를 줄이고 대신 edge router 에서 패킷 변환이 이루어지는 것이 적합하다고 판단된다. 따라서 edge router 에 SIIT 기능을 포함하고 있는 NAT-PT 메커니즘을 두어 IPv4 ↔ IPv6 패킷 변환을 하도록 한다. 그리고 터널링 방식을 적용한 경우 MS 와 CN 에서 인/디캡슐레이션 기능이 이루어진다면 변환 기법에서와 마찬가지로 시스템의 부하와 비용을 증가시킬 수 있다. 그러므로 edge router 에 TEP 를 설정하여 IPv6 패킷을 전송할 수 있는 Configured tunneling 기법을 적용한다. 그리고 이외의 경우는 IPv4 또는 IPv6 패킷을 포워딩할 수 있도록 선정한다. 따라서 하나의 edge router 에서 패킷 특성에 따라 융통성 있게 IP 패킷 포워딩이 가능하도록 제안한다. (그림 10)은 제안한 UMTS/GPRS 네트워크 모델을 나타낸다.



(그림 10) 제안한 UMTS/GPRS 네트워크 모델

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 현재 개발되어진 3세대 이동통신 시스템에서 IPv6 지원을 위해 네트워크 모델을 제안하였다. 제안한 UMTS/GPRS 네트워크 모델은 UMTS/GPRS 에 있는 시스템들의 부하와 비용을 줄이기 위해 edge router 에서 패킷 변환과 터널링이 수행되도록 하여 패킷의 특성에 따라 융통성 있게 IP 패킷을 포워딩할 수 있도록 제안하였다. 본 논문에서 제안한 UMTS/GPRS 네트워크 모델은 차세대 이동통신을 위해 IPv4 뿐만 아니라 IPv6 패킷 서비스가 가능하도록 해준다.

향후 과제로는 제안한 UMTS/GPRS 네트워크 모델에 따라 IPv6 을 지원할 경우 IP 를 기반으로하고 있는 GPRS 망에서 SGSN 과 GGSN 시스템에서 고려해야 할 사항들이 있으며 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] NOKIA, "Transition to IPv6 in 2G and 3G mobile networks," White Paper.
- [3] IETF RFC3089, "A SOCKS-based IPv6/IPv4 Gateway Mechanism," H. Kitamura, April 2001.
- [4] IETF RFC2767, "Dual Stack Hosts using the "Bump-in-the-Stack" Technique (BIS)," K. Tsuchiya, February 2000.
- [5] IETF RFC2765, "Stateless IP/ICMP Translation Algorithm (SIIT)," E. Nordmark, February 2000.
- [6] IETF RFC2766, "Network Address Translation - Protocol Translation (NAT-PT)," G. Tsirtis, February 2000.
- [7] B. Carpenter, K. Moore, "Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds without Explicit Tunnels," draft-ietf-ngtrans-6to4-02.txt, June 1999.