GGSN과 FA간 프로토콜 구조 및 세션 구별자 적용 기법 설계

김 현 곤† · 김 영 진†† · 임 선 배†††

요 약

Release 99 UMTS/GPRS는 Mobile IP 서비스를 제공하기 위한 방안으로서 단계별로 3가지 망 구조를 제안하고 있다. 1단계 망 구조에서 GGSN(Gateway GPRS Support Node)과 FA(Foreign Agent)간 인터페이스는 구현사항으로 기술하고 있으며, GGSN과 FA를 동일 플랫폼에서 구현하는 경우와 별도 플랫폼에서 구현하는 경우를 둘 다 고려하고 있다. 그러나 후자의 경우에 필요한 인터페이스는 표준화 대상에서 제외하고 있다. 따라서 GGSN과 FA를 별도의 플랫폼에서 구현하기 위해서는 proprietary한 인터페이스가 새로이 정의되어야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 GGSN과 FA간 새로운 Gi+ 인터페이스를 정의하고, 이를 실현하기 위해 기본적으로 필요한 데이터 트래픽 프로토콜 구조와 신호 프로토콜 구조를 제안하였다. 그리고 GPRS의 GTP(GPRS Tunneling Protocol) ID를 세션 구별자로 사용하고, Gi+ 세션을 관리하기 위해 GGSN에 단말의 상태 관리 모델을 적용하는 SIAM(Session Identifier Adaptation Mechanism)을 설계 하였다. SIAM의 장점은 GGSN과 FA 사이에 Mobile IP 신호 전송은 UDP를, 그리고 데이터 트래픽 전송은 IP-in-IP를 사용할 수 있게 함으로서 Gi+ 인터페이스 구현의 용이성을 제공한다.

Design of a protocol suite and a session identifier adaptation mechanism between GGSN and FA

Hyun-Gon Kim† · Yeong-Jin Kim†† · Sun-Bae Lim†††

ABSTRACT

For supporting Mobile IP service in release 99 UMTS/GPRS, network architecture has been considered in three steps. At the first step, the interface between the GGSN(Gateway GPRS Support Node) and the FA(Foreign Agent) will probably not be standardized as the GGSN/FA is considered being one integrated node or, two separated nodes. The mapping between these two is a matter of implementation. For the latter case, however, a proprietary interface has to be defined to realize it. For this purpose, a proprietary Gi+ interface between the GGSN and the FA is newly defined in this paper. And data traffic and signal protocol suites are proposed. A SIAM(Session Identifier Adaptation Mechanism) is also designed, which uses a MN's state machine for managing a Gi+ session and a GTP(GPRS Tunneling Protocol) session identifier of GPRS for identifying a GTP session. It would enable us to implement the Gi+ interface with easy facility as Mobile IP signaling can be transferred over UDP and data traffic can be transferred over IP-in-IP.

1. 서 론

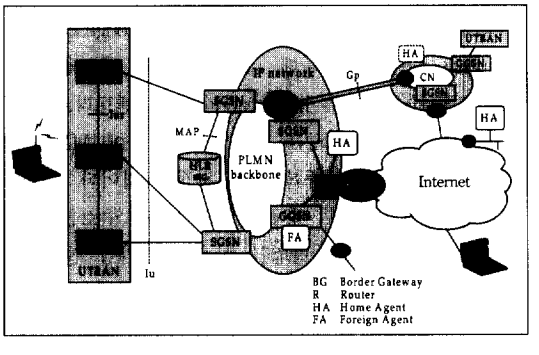
인터넷 망 가입자가 초기 홈 ISP로부터 할당받은 고유한 IP 주소를 가지고 이동통신 망으로 로밍하여 인터넷 서비스를 지속적으로 제공받기 위해서는 이동통신 망과 인터넷 망에 단일화된 하나의 라우팅 메커니즘이 적용되어야 한다. 이러한 메커니즘의 하나로서 IETF에서 정의하고 있는 Mobile IP[1](이하 MIP)를 들 수 있다. MIP는 접근 계층이 아닌 네트워크 계층 즉, IP 계층에서의 투명한 이동성을 제공한다. 그러나

† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 IMT-2000 개발본부 이동성관리연구팀 선임연구원
†† 준 회 원 : 한국전자통신연구원 IMT-2000 개발본부 이동성관리연구팀장
††† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 IMT-2000 개발본부 핵심망기술연구부장
논문접수 : 2000년 7월 1일, 심사완료 : 2000년 7월 31일

고정 인터넷 망의 이동성을 기반으로 한 MIP를 이동 통신 망에 적용하기 위해서는 추가적인 요구사항들이 반영되어야 한다. 이러한 요구사항들은 제 3세대 이동 통신 시스템의 표준화 문서인 3GPP2의 TR 45.6[2]과 3GPP의 TR 23.923[3]에 개략적으로 기술되어 있다.

3GPP에서 표준화되고 있는 제 3세대 이동통신 시스템인 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)는 인터넷과 같은 패킷 데이터 서비스를 제공하기 위해서 GPRS(Generic Packet Radio Service)[4] 시스템을 정의하고 있다. GPRS 시스템은 패킷 스위치 기능을 수행하는 SGSN(Serving GPRS Support Node)과 게이트웨이 기능을 수행하는 GGSN간 통신을 위해 IP 기반의 자체 백본 망을 가지고 있다. 또한 UMTS는 자체 망내에서 MIP 서비스를 제공하기 위해서 MIP 시스템을 정의하고 있다. GPRS 시스템과 MIP 시스템은 GGSN과 FA간 인터페이스를 통해 접속된다.

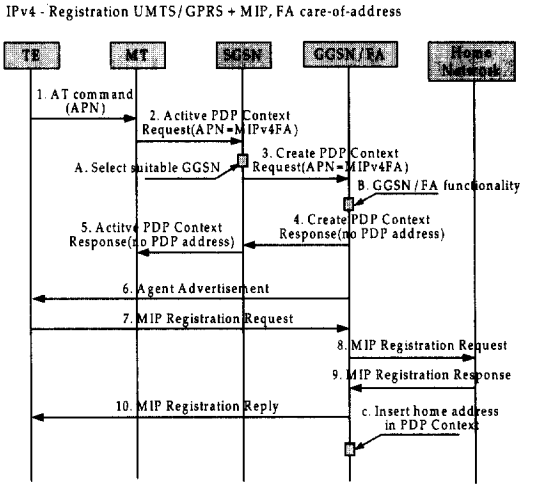
UMTS는 MIP 서비스를 제공하기 위해서 3단계의 단계별 망 구조를 정의하고 있다[3]. (그림 1)에서와 같이 제 1단계에서는 GPRS 시스템과 MIP 시스템을 접목시키는데 있어서 두 시스템의 변경을 최소화할 수 있는 망 구조를 갖는다. 제 2단계에서는 핸드오버로 인한 패킷 유실을 막고 라우팅을 보다 효율적으로 하기 위하여 SGSN간 핸드오버를 수행한 후, 새로운 GGSN/FA로 변경할 수 있는 구조를 갖는다. 제 3단계에서는 MIP 프로토콜을 전적으로 수용하고, SGSN과 GGSN 기능을 하나의 IGSN(Internet GPRS Support Node)으로 통합한 구조를 갖는다.



(그림 1) MIP 서비스 제공을 위한 제1단계 UMTS 망 구조

3GPP의 TR 23.923[3]에 의하면 GGSN과 FA간 인터페이스는 구현사항으로 기술하고 있다. 즉, GGSN과 FA를 동일 플랫폼에서 구현하는 경우와 별도 플랫폼에서 구현하는 경우를 둘 다 고려하고 있다. 그러나 후자의 경우에 필요한 인터페이스는 표준화 대상에서 제외하고 있다. 따라서 GGSN과 FA를 별도 플랫폼에서 구현할 경우를 위해서 proprietary한 새로운 인터페이스가 정의되어야 한다.

(그림 2)에 GPRS 기반에서의 MIP 등록 절차를 나타내었다[3]. 절차를 간략히 기술하면 다음과 같다. GPRS 가입자가 PDP(Packet Data Protocol) Context를 생성할 때, APN(Access Point Name) = MIPv4FA 값을 선택하여 MIP 서비스를 요청한다. MIP 서비스를 제공하기 위해 GPRS 망에서는 MT(Mobile Terminal)와 GGSN/FA간 하나의 GTP 터널을 생성한다. 이후 GGSN/FA는 MIP 프로토콜을 탑재한 TE(Terminal Equipment)에게 Agent Advertisement 메시지를 전송한다. TE는 이를 참조하여 GGSN/FA에게 MIP 등록을 요청한다. 등록 요청을 수신한 GGSN/FA는 다시 HA(Home Agent)에게 MIP 등록 요청을 한다. GGSN/FA는 HA로부터 등록 응답을 수신하면 이를 TE에게 전송한다. 이때 해당 TE의 홈 주소가 확정되므로 GGSN/FA는 해당 PDP Context에 이 주소를 저장한다.



(그림 2) GPRS 기반에서의 MIP 등록 절차

IETF의 MIP가 UMTS 망에 적용되었을 때 달라지는 점은 다음과 같다. MIP에서 FA는 자신의 존재와 파라메터를 전달하기 위해서 Agent Advertisement 메시지를 주기적으로 방송한다. 그러나 GPRS에서는 이

동 단말이 자신의 영역에 들어왔을 때, FA가 이를 알 수 있으므로 Agent Advertisement 메시지를 방송하지 않고 새로 진입한 해당 단말에게만 사전에 설정된 하나의 링크를 통해 이 메시지를 전달한다. 이를 통해 무선 인터페이스상에서 불필요한 트래픽을 줄여 무선 자원을 효율적으로 사용한다.

(그림 2)에서 GGSN과 FA간에는 별도의 인터페이스와 신호 절차가 정의되어 있지 않다. 본 논문에서는 GGSN과 FA가 별도 플랫폼에서 구현될 경우를 가정하고, 이들간 인터페이스를 정의하여 Gi+ 인터페이스로 명명하였다. 그리고 TE는 MIP에서 정의하고 있는 MN(Mobile Node)의 능력을 가졌다고 가정한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 제 2장에서는 데이터 트래픽 프로토콜 구조와 신호 프로토콜 구조를 제안하였다. 제 3장에서는 제안한 프로토콜을 기반으로 세션과 적용 가능한 세션 구별자를 도입하고, 세션 구별자 적용 시 문제점을 분석하였다. 제 4장에서는 본 논문에서 제안한 세션 구별자 적용 기법인 SIAM을 설계하고, 제 5장에서 결론을 맺는다.

2. 프로토콜 구조 제안

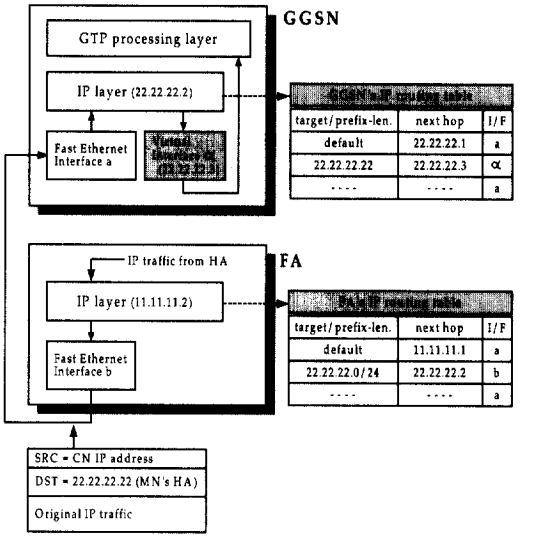
GGSN과 FA가 별도로 분리되므로 이들간 인터페이스인 Gi+에 필요한 데이터 트래픽 프로토콜 구조와 신호 프로토콜 구조가 설계되어야 한다. 이를 위해 이 장에서는 Gi+ 인터페이스에 적용 가능한 다양한 프로토콜들을 도입하여 각각의 장단점을 비교해보고 최종적으로 데이터 트래픽 구조와 신호 프로토콜 구조를 제안 하였다.

2.1 데이터 트래픽 구조

데이터 트래픽을 위한 프로토콜들은 라우팅을 효율적으로 처리할 수 있는 구조를 가져야 한다. GGSN과 FA 사이의 라우팅을 위해 두가지 기법이 적용 가능하다. 특정 호스트별로 라우팅을 수행하는 host specific routing 방법과 GGSN과 FA 사이에 터널을 사용하는 방법이다.

2.1.1 host specific routing

Gi+에서 host specific routing 기법을 이용한 데이터 트래픽의 라우팅 절차를 (그림 3)에 나타내었다. 적용한 시나리오는 MN이 GPRS 망에 MIP 등록을 한 후, 상대 노드(correspondent node)로부터 데이터 패킷을 수신하는 경우이다. MN의 IP 주소는 22.22.22.22로, FA의 IP 주소는 11.11.11.2로, 그리고 GGSN의 IP 주소는 22.22.22.2로 할당되어 있다고 가정하자.



(그림 3) Gi+에서의 host specific routing 절차

MN의 MIP 등록이 정상적으로 이루어진 후 FA가 MN의 IP 패킷(IP 헤더의 목적지 ; 22.22.22.22)을 수신하면, FA는 longest match lookup을 수행하여 라우팅 테이블에 있는 엔트리와 수신한 IP 패킷을 비교한다. 그리고 라우팅 테이블에 저장된 경로로 host-specific routing 또는 서브넷 단위의 라우팅 방법에 의해 GGSN으로 IP 패킷을 포워딩 한다.

GGSN이 FA로부터 IP 패킷을 수신하면 longest match lookup을 수행한다. 이때 GGSN은 라우팅 테이블에 MN의 홈 주소(MN's home address)를 엔트리로 가지고 있어야 한다. GGSN의 라우팅 테이블에 MN의 엔트리는 사전의 MIP 등록 시에 저장될 것이다. GGSN은 라우팅 테이블에 저장된 MN의 홈 주소를 보고 host-specific routing 방법을 이용하여 가상 인터페이스(virtual interface) 로 패킷을 포워딩 한다. 가상 인터페이스 α는 이를 GTP 처리 계층으로 포워딩 한다. 이후 IP 패킷은 GTP 터널을 통해 MN으로 전달된다.

그러나 이러한 라우팅 방법들을 이용할 경우 여러가지 문제점을 가질 수 있다. GGSN은 MN의 패킷을 라우팅하기 위해 MN의 홈 주소를 라우팅 테이블에 저

장하고 있어야 한다. 즉, 하나의 GGSN은 자신이 관장하는 영역내에서 MIP 서비스를 받는 모든 MN의 홈 주소를 라우팅 테이블에 저장해야 한다. MN의 홈 주소는 인터넷 망의 다수의 HA로부터 주소를 할당 받기 때문에 대부분 다른 서브넷 주소를 가질 것이다. 따라서 GGSN의 라우팅 테이블에 저장해야 할 엔트리 수가 많아진다. 이로 인해 라우팅 테이블 사이즈가 커지게 되고, 특정 엔트리를 lookup 하는데 더 많은 시간이 소요될 것이다. 또한 GGSN 전체의 패킷 처리 성능을 저하시킨다. 이로 인해 GGSN의 성능이 라우팅 테이블의 최대 엔트리 수에 의해 한정될 수가 있다.

2.1.2 GGSN과 FA 사이의 터널링

GGSN과 FA 구간에만 적용되는 전용 터널을 도입하여 peer-to-peer간 통신을 이루는 기법이다. GGSN 또는 FA는 패킷 송신 시 패킷에 외부(outer) 헤더를 piggyback 형태로 부착시켜 터널을 생성하고, MIP 데이터 트래픽을 투명하게 송신한다. <표 1>에 Gi+ 인터페이스에 터널을 이용할 수 있는 프로토콜들을 나타내었다. 그리고 각각의 프로토콜에 대해 fragmentation 계층, 구현의 용이성, 상대적인 성능 측면에서 비교하였다.

〈표 1〉 터널링을 위한 트래픽 프로토콜

	Traffic Protocol	Fragmentation	Implementation	Relative Performance
1	GPRS Tunneling Protocol(GTP)	IP layer	- GGSN : easy - FA : difficult	Low
2	UDP/Generic Tunneling Protocol	IP layer	- GGSN : easy - FA : easy	Low
3	UDP	IP layer	- GGSN : easy - FA : easy	Low
4	IP-in-IP	IP layer	- GGSN : easy - FA : easy	Medium
5	Minimal IP Encapsulation	IP layer	- GGSN : easy - FA : easy	Medium
6	Generic Routing Encapsulation (GRE)	IP layer	- GGSN : easy - FA : easy	Medium
7	DLPI	Data Link layer	- GGSN : medium - FA : medium	High
8	PPP	Data Link layer	- GGSN : medium - FA : difficult	High
9	Leased line + Any protocol	Physical or Data Link	- GGSN : medium - FA : med.	High

GTP는 3GPP의 TS 29.060[5]에 정의된 프로토콜을 나타낸다. 이 프로토콜을 적용할 경우 GGSN은 기본적으로 GTP 프로토콜을 탑재하고 있으므로 추가해야 할 기능이 없다. 그러나 일반적으로 FA는 GTP를 사용하지 않으므로 GTP 프로토콜을 추가해야 하는 부담이 있다. 데이터 트래픽을 위해 GTP를 적용할 경우 신호 프로토콜도 GTP가 되어야 한다.

UDP/Generic Tunneling Protocol[6]은 3GPP의 GTP를 일반화시켜 IETF에 상정한 프로토콜이다. 헤더 포멧이 GTP와 유사하지만 일부 다른 필드가 정의되어 있다. 권고 초안 상태이므로 도입하기에는 시간이 필요하다. 한편 UDP를 적용할 경우에는 트래픽 헤더를 별도로 정의하여야 한다. 그러나 <표 1>의 1, 2, 3번 프로토콜들은 UDP 이상에서 패킷 라우팅이 이루어지므로 상대적으로 패킷 처리 성능이 낮고 프로세싱에 필요한 자원 소모가 크다.

IETF의 터널링 프로토콜인 IP-in-IP[7], Minimal Encapsulation[8], 그리고 GRE[9]를 적용할 수 있다. IP-in-IP은 가장 널리 사용되고 있는 터널링 프로토콜이다. Minimal Encapsulation은 헤더의 길이가 IP- in-IP 보다 짧으며, GRE는 다양한 프로토콜을 수용할 수 있는 장점을 각각 가지고 있다. 그러나 이러한 터널링 프로토콜들을 Gi+ 인터페이스에 적용할 경우, 단점은 이들 프로토콜들이 새로운 필드를 추가할 수 있는 확장성을 제공하지 않는다는 점이다. 즉, 새로운 필드(예 ; GTP ID)를 추가할 수 있는 공간을 제공하지 않는다.

DLPI(Data Link Provider Interface)[10, 11]는 데이터 링크 계층에서 peer-to-peer 통신 기능을 제공하는 프로토콜이다. IP 계층 하단에 위치하므로 성능면에서 유리하나 fragmentation/de-fragmentation을 자체적으로 수행해야 하는 단점이 있다.

MIP 서비스 제공을 위한 제 1단계 UMTS 망 구조에 의하면 GGSN과 FA는 밀접하게 결합되어 있다. 따라서 전용선(leased line)+임의의 프로토콜을 적용하는 방법과 PPP(Point-to-Point Protocol)[12] 프로토콜을 적용하는 방법도 고려해 볼 수 있다. 장점으로서 트래픽 처리 성능을 높일 수 있다. 단점으로서 모든 관련 기능들을 구현해야 하므로 구현이 상대적으로 어렵다. 그리고 GGSN은 PDP 타입이 PPP인 경우를 위해 PPP 프로토콜을 탑재하고 있지만 FA는 일반적으로 탑재하고 있지 않으므로 추가로 탑재하여야 한다. 전용선을 적용할 경우 인터넷 망을 이용하지 않으며, 데이터 링

크 계층에는 임의의 프로토콜을 탑재할 수 있다.

2.2 신호 프로토콜 구조

Gi+의 신호 프로토콜은 트래픽 프로토콜에 의존적으로 결정되어야 한다. 그리고 GGSN과 FA간 추가적인 신호 메시지를 위해 확장성이 제공되어야 한다. 추가적인 신호 메시지의 예로서 운용 및 유지 보수 목적의 신호 메시지를 들 수 있다. 데이터 트래픽 프로토콜 구조에 따라서 적용 가능한 신호 프로토콜을 <표 2>에 나타내었다.

〈표 2〉 데이터 트래픽 프로토콜에 따른 신호 프로토콜

	Traffic Protocol	Signal Protocol	Remark
1	GPRS Tunneling Protocol	GPRS Tunneling Protocol	
2	UDP/Generic Tunneling Protocol	UDP/Generic Tunneling Protocol	
3	UDP	UDP	
4	IP-in-IP	IP-in-IP is not applicable	UDP is another solution
5	Minimal IP Encapsulation	Minimal IP Encap. is not applicable	UDP is another solution
6	Generic Routing Encapsulation (GRE)	GRE is not applicable	UDP is another solution
7	DLPI	DLPI	
8	PPP	PPP	
9	Leased line + Any protocol	Leased line + Any protocol	

데이터 트래픽을 위해 GTP, UDP/Generic Tunneling Protocol, 그리고 UDP를 적용할 경우 이들을 신호 프로토콜로 동일하게 적용할 수 있다. 그러나 GTP의 경우 데이터 트래픽과 동일하게 FA는 GTP를 사용하지 않으므로 GTP 프로토콜을 추가해야 한다. 그리고 표준에 정의되지 않는 새로운 메시지를 추가하기 위해 GTP 프로토콜을 확장해야 한다. 따라서 호환성이 문제될 수 있다. IP-in-IP, Minimal Encapsulation, 그리고 GRE는 외부 헤더가 유한 길이를 가지며 확장성을 제공하지 않는다. 따라서 신호 프로토콜로 적용하기 어렵다. 대안으로 트래픽 프로토콜은 IP-in-IP, Minimal Encapsulation, GRE 중 하나를 이용하고 신호 프로토콜로서 UDP를 이용할 수 있다. PPP는 특별한 장점이 없으며, DLPI, 그리고 전용선+임의의 프로토콜은 적용 가능하나 구현이 상대적으로 어렵다.

2.3 제안한 프로토콜 구조

선술한바와 같이 GGSN과 FA 사이에 데이터 트래픽을 효율적으로 라우팅하기 위해서는 host-specific routing 방법보다 터널을 이용하는 방법이 더 적합하다. 터널을 형성하는 프로토콜 중에서는 구현의 용이성 제공, fragmentation 계층, 상대적인 성능 측면에서 IP-in-IP이 적합할 것으로 판단된다. 그리고 신호 프로토콜로서 신호 메시지의 확장성 제공, 구현의 용이성 제공, 그리고 신호 메시지가 성능에 큰 영향을 미치지 않는 점에서 UDP가 적합할 것으로 판단된다. 따라서 본 논문에서는 데이터 트래픽을 위해서는 IP-in-IP/IP/Ethernet 구조를, 그리고 신호를 위해서는 UDP/IP/Ethernet 구조를 제안한다.

3. 세션과 세션 구별자의 도입

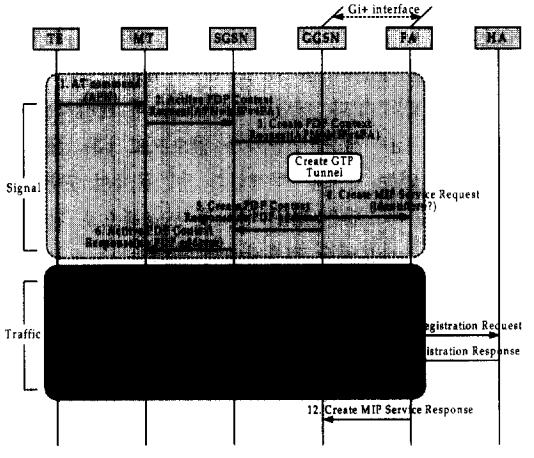
데이터 트래픽을 위해 IP-in-IP, 그리고 신호를 위해 UDP를 적용할 경우에는 특정 세션을 구별하기 위해 세션(session)과 세션 구별자(identifier)가 도입되어야 한다. 이 장에서는 세션과 세션 구별자의 도입 필요성을 기술하였다. 그리고 세션에 적용 가능한 세션 구별자를 identify하고 각각의 문제점을 살펴 보았다.

3.1 Gi+ 세션과 세션 구별자의 도입 필요성

(그림 2)에 나타낸 GPRS 기반에서의 MIP 등록 절차를 기반으로 GGSN과 FA를 분리하여 설계한 MIP 등록 절차를 (그림 4)에 나타내었다. Create MIP Service Request(4)와 Create MIP Service Response (12) 메시지를 추가로 정의하였다. Create MIP Service Request는 GGSN이 GTP 터널을 완성한 후, FA에게 전송하여 MIP 서비스를 요청하는 메시지이다. 그리고 Create MIP Service Response는 FA가 MIP 등록을 완료한 후, GGSN에게 전송하여 MIP 등록 결과와 MN의 홈 주소를 알려주는 메시지이다.

본 논문에서는 Gi+ 세션의 개념을 도입하였다. Gi+ 세션이란 Gi+ 인터페이스 구간에서만 적용되는 개념으로 MN이 시작하는 하나의 MIP 서비스에 대해 서비스 요청 절차에서 MIP 등록 절차까지 연관된 플로우를 의미한다. (그림 4)에서 Create MIP Service Request (4) 메시지가 FA로 전달될 때 하나의 세션이 만들어진다. 그리고 이 세션은 Create Service Response(12) 메시지가 GGSN으로 전달될 때 종료된다. 즉, Gi+ 세션

은 MN이 MIP 등록을 수행하는 짧은 기간 동안에만 유지되고 관리된다.



(그림 4) Gi+ 인터페이스를 위한 MIP 등록 절차

Gi+ 인터페이스에서 세션과 세션 구별자를 도입한 이유는 다음과 같다. Create PDP Context Request(3) 메시지를 수신한 GGSN은 하나의 GTP 터널을 생성한다. 메시지내의 APN이 MIPv4FA로 지정되어 있으면, GGSN은 MIP 서비스임을 인지하며 PDP 주소를 할당하지 않는다. 할당하지 않는 이유는 FA가 HA에게 MIP 등록 요청을 하고 정상적으로 등록이 완료되는 시점에 해당 MN에 대한 주소가 결정되기 때문이다. GGSN은 0.0.0.0인 PDP 주소와 IMSI(International Mobile Subscriber Identity)를 포함시켜 Create MIP Service Request(4) 메시지를 FA에게 전송한다. GGSN은 IMSI를 SGSN으로부터 전달받지 못할 경우에는 IMSI를 널(null)로 셋팅하여 FA에게 전달한다. 이 단계까지의 신호 메시지는 신호 프로토콜을 통해 전달된다.

이후 송수신되는 MIP 신호 메시지(7)(8)(11)는 트래픽 프로토콜을 통해서 전달된다. GPRS에서는 MIP 신호 메시지를 IP 트래픽으로 간주하며, GTP 구간에서도 트래픽 채널(GTP-U)을 통해 MN에게 전달한다.

만약 FA가 Agent Advertisement 메시지를 트래픽 프로토콜인 IP-in-IP를 통해 GGSN에게 전달할 때, 하나의 세션 구별자를 포함시켜 전달할 수 있다면 GGSN은 해당 세션을 구분할 수 있을 것이다. 그러나 문제는 IP-in-IP 프로토콜의 외부 헤더에 세션 구별자를 포함시킬 공간이 없다는 것이다. 세션 구별자가 포함되지 않을 때 Agent Advertisement 메시지를 GGSN이 수신하면, GGSN은 수신한 메시지가 자신이 전달한 특정 MN의 Create MIP Service Request(4)에 대한 응답인지 확인할 방법이 없다. 이러한 이유로 세션이 도입되어야 하며, 각각의 세션을 구분할 수 있는 세션 구별자가 필요하다.

3.2 세션 구별자

세션 구별자로 적합한 ID를 선정하기 위해서 GTP ID, IMSI, PPP를 이용한 임시 IP 주소, 그리고 별도로 정의한 ID를 고려해 보았다. 다음은 각 세션 구별자에 대한 문제점과 적용 가능성을 기술하였다.

3.2.1 GTP ID

IP 패킷을 다운 링크로 전송할 때 사용되는 GTP 터널의 식별자이다. 그러나 GTP ID는 데이터 트래픽 프로토콜과 신호 프로토콜 구조가 GTP를 동시에 적용할 경우에 한해서만 사용할 수 있다. 즉, 신호 프로토콜이 GTP 이고 데이터 트래픽 프로토콜이 IP-in-IP인 경우에는 GTP ID를 적용할 수 없다.

3.2.2 IMSI

이동 가입자의 고유 식별번호이다. 만약 SGSN이 GGSN에게 전달하는 Create PDP Context Request(3) 메시지내에 IMSI가 포함되어 있다면 이를 세션 구별자로 사용할 수 있다. 그러나 IMSI는 이동성 관리(mobility management) 세션에만 관여되므로 SGSN에서는 중요한 키로 사용되지만 GGSN에서는 이를 조건부로 수신하고 있다. 즉, 모든 MIP 서비스 요청에 대해서 IMSI를 수신할 수 없기 때문에 세션 구별자로 적용할 수 없다.

3.2.3 PP를 이용한 임시 IP 주소

GPRS에서는 PDP 타입으로서 IP와 PPP를 제공한다. PPP의 경우에는 transparent 모드와 non-transparent 모드가 별도로 정의되어 있다. GGSN이 PPP 서버로 운용될 경우를 가정해 보자. MIP 서비스가 요청되면 MN과 GGSN간에는 PPP 링크가 설정된다. GGSN은 PPP 링크 설정 시 임시로 동적인 IP 주소를 할당한다. 따라서 임시 IP 주소를 IP-in-IP의 외부 헤더에 포함시킬 수 있기 때문에 세션 구별자로 적용할 수 있다.

(그림 4)의 MIP 등록절차를 기준으로 기술한다. GTP 터널이 완성된 후 즉, Active PDP Context Re-

sponse(6) 절차가 완료된 후, MN과 GGSN간 PPP LCP negotiation과 IPCP negotiation 절차가 수행되며, 이때 MN의 임시 IP 주소가 얻어진다. 이후 GGSN은 할당된 IP 주소를 Create MIP Service Request(4) 메시지에 포함시켜 FA에게 전달한다. 즉, (그림 4)의 6번 절차 이후에 4번 절차가 시작된다. 이를 수신한 FA는 Agent Advertisement 메시지를 전달할 때, 외부 헤더의 근원지(source) 주소에 임시 IP 주소를 포함시켜 트래픽 프로토콜인 IP-in-IP를 통해 GGSN에게 전달한다. 따라서 임시 IP 주소는 Gi+ 세션을 구분할 수 있는 세션 구별자로 적용할 수 있다. 이후 세션이 끝나는 시점 즉, Create MIP Service Response(12) 메시지를 수신할 시점에 고정 IP 주소가 할당되므로 GGSN은 이때 임시 IP 주소를 수거한다. 그리고 할당된 고정 IP 주소를 세션 구별자로 사용한다.

그러나 임시 IP 주소를 세션 구별자로 사용할 수는 있으나 PDP 타입이 PPP인 경우에 한정되어 적용 가능하며, IP인 경우에는 적용할 수 없는 한계를 가지고 있다. 그리고 GGSN은 임시 주소를 생성하고 관리하는 추가적인 임무를 수행해야 한다. 그리고 임시 IP 주소를 수용하기 위해서 별도의 IP 주소 공간을 가져야 한다.

3.2.4 별도로 정의한 ID

Gi+ 인터페이스 구간에만 사용할 수 있도록 별도로 정의한 ID를 의미한다. 그러나 이러한 ID를 사용하는 방법도 GTP ID와 마찬가지로 데이터 트래픽 프로토콜 구조가 IP-in-IP인 경우에는 적용할 수 없다. 또한 새로운 ID를 생성하고 관리해야 하는 단점이 있다.

3.3 GTP ID를 세션 구별자로 적용할 때 문제점

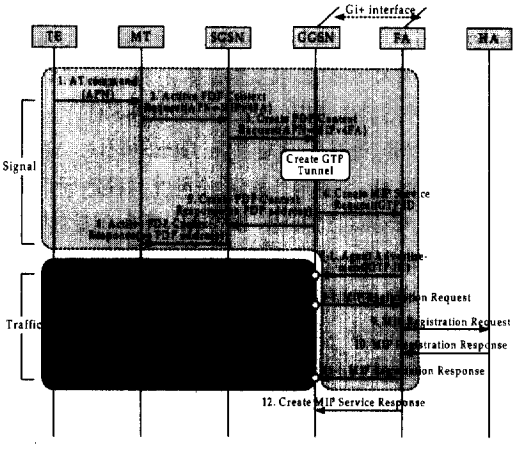
GTP 세션은 GPRS 시스템에서 하나의 IP 서비스를 제공하기 위해 동적으로 생성되고 제거된다. 시간적으로 보면, GTP 세션은 Gi+ 세션과 동일한 시점에서 생성되지만 IP 서비스가 완료될 때까지 유지되므로 Gi+ 세션보다 훨씬 더 긴 기간을 갖는다. 따라서 GTP 세션은 Gi+ 세션을 위해서도 활용될 수 있다. GTP ID는 GTP 세션들 중 하나의 세션을 구별하기 위한 구별자이다. 이를 연장하여 GTP ID를 Gi+ 세션의 구별자로 사용할 경우, 선술한 다른 세션 구별자보다 관리나 구현 측면에서도 많은 장점을 갖는다.

그러나 GTP ID를 세션 구별자로 적용했을 때 다음과 같은 문제점이 발생한다. 3.1절에서 세션 구별자의 도입 필요성에 기술한 바와 같이, (그림 4)에서 FA가 Agent Advertisement(7) 메시지를 GGSN에게 전송할 때, 이 메시지를 트래픽 프로토콜인 IP-in-IP에 포함시켜 전달한다. 그러나 IP-in-IP의 외부 헤더에 GTP ID를 포함시킬 공간이 없으므로 GTP ID를 포함 시킬 수 있는 방법이 없다. 당연히 GGSN은 이 메시지를 수신했을 때, Gi+ 세션 구별자가 없으므로 Gi+ 세션을 구분할 수 없는 문제가 발생한다. 이 문제의 근본 원인은 GPRS 시스템은 MIP 신호를 트래픽으로 간주하며, 트래픽 프로토콜을 적용하는데 있다.

4. 제안한 세션 구별자 적용 기법

GTP ID를 세션 구별자로 적용하는데 있어서 발생하는 문제점들을 해결하기 위해서 본 논문에서는 세션 구별자 적용 기법인 SIAM을 설계 하였다. SIAM은 첫째, Gi+ 인터페이스 구간에 한해서 MIP 신호 메시지를 신호 프로토콜 즉, UDP를 통해 전달하는 기법을 사용한다. 즉, UDP의 사용자 데이터에 MIP 신호 메시지와 GTP ID를 포함시켜 해당 세션을 구분할 수 있게 함으로서 3장에서 기술한 문제점을 해결하는 것이다. 둘째, GGSN에 MN의 MIP 등록 상태를 관리하기 위해 MN의 상태 관리 모델을 적용한다.

SIAM에서는 데이터 트래픽을 위해 IP-in-IP를 적용하고 신호를 위해 UDP를 적용한다. 그리고 세션 구별자는 GTP ID를 사용한다. SIAM을 설명하기 위해 (그림 5)에 제안한 SIAM에서의 MIP 등록 절차를 나타내었다.



(그림 5) 제안한 SIAM에서의 MIP 등록 절차

4.1 SIAM에서의 MIP 등록 절차

(그림 4)에서 MIP 신호 메시지는 FA와 GGSN간에는 트래픽 프로토콜인 IP-in-IP를 통해 그리고 GGSN과 MN간에는 트래픽 프로토콜인 GTP-U를 통해 전달되었다. 그러나 SIAM에서는 이 메시지들을 구간별로 다른 프로토콜을 통해 전달된다. 즉, 다운 링크의 경우 GGSN과 FA간에 송수신되는 Agent Advertisement(7-1), MIP Registration Request(8-1), 그리고 MIP Registration Response(11-1) 메시지는 신호 프로토콜인 UDP를 통해 GGSN에게 전달된다. 그리고 GPRS 구간에는 기존과 동일하게 트래픽 프로토콜인 GTP-U를 통해 MN으로 전달된다. 즉, SAIM에서는 MIP 신호 메시지가 Gi+ 구간에서 투명하게 전달되지만 기존의 트래픽 형태가 아닌 신호 메시지 형태로 전달된다.

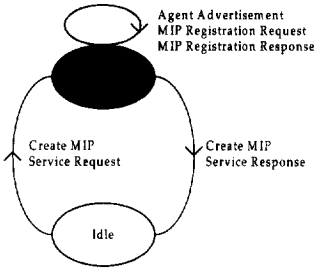
세션을 구분하는 방법은 다음과 같다. GGSN은 Create MIP Service Request(4) 메시지내에 세션 구별자인 GTP ID를 포함시켜 FA에게 전달한다. FA는 UDP 사용자 데이터에 Agent Advertisement(7-1) 메시지에 GTP ID를 포함시켜 GGSN에게 전달한다. GGSN은 GTP ID를 참조하여 해당 세션을 구분한다. 그리고 수신한 Agent Advertisement(7-1)의 실제 내용만을 추출하여 Agent Advertisement(7-2) 메시지를 만들고, 이를 GTP-U에 실어서 MN으로 전달한다.

이를 위해 GGSN은 다운 링크의 경우 MIP 신호 메시지를 수신하면 트래픽 형태인 GTP-U로 변환시켜 MN에게 전달해야 한다. 업 링크의 경우 GTP-U를 수신하면, GGSN은 이를 UDP 신호 메시지로 변환시켜 FA에게 전달해야 한다. 그러나 GTP-U로 전달된 IP 패킷이 MIP 신호 메시지인지 아니면 데이터 트래픽인지를 구분하기 위해서는 IP 패킷을 분석(open)해야 하는 문제가 발생한다. 이를 방지하기 위해서 본 논문에서는 MN의 상태를 관리할 수 있는 MN의 상태 관리 모델을 제안하였다.

4.2 MN의 상태 관리 모델

GGSN에서 관리해야 하는 MN의 상태 관리 모델을 (그림 6)에 나타내었다.

GGSN은 초기 상태에서 MN으로부터 MIP 서비스를 요청 받으면 Create MIP Service Request(4) 메시지를 FA에게 전달한다. 그리고 해당 MN의 상태를 Idle에서 MIP signal 상태로 전환한다. MIP signal 상태에서 MN으로부터 수신한 모든 MIP 패킷은 MIP 신호 메시지로 간주하고 이를 UDP 프로토콜을 통해 FA로 전달한다. 다운 링크의 경우 FA로부터 수신한 모든 MIP 패킷을 MIP 신호 메시지로 간주하고 이를 GTP-U에 실어 MN에게 전달한다. 이후 FA로부터 Create MIP Service Response(12) 메시지를 수신하면 GGSN은 MN의 상태를 MIP signal 상태에서 Idle 상태로 전환한다. GGSN은 Idle 상태에서 수신되는 모든 MIP 패킷은 트래픽으로 간주하고 IP-in-IP를 통해 FA에게 또는 GTP-U를 통해 MN으로 전달한다.



(그림 6) MN의 상태 관리 모델

SIAM의 장점은 트래픽 프로토콜로서 IP-in-IP를 적용할 수 있고, 신호 프로토콜로서 UDP를 적용할 수 있는 방법을 제공한다. 이를 통해 IP 기반에서 Gi+ 인터페이스를 용이하게 구현할 수 있게 해준다. 또한 기존 GTP ID를 세션 구별자로 사용했을 때 생기는 문제점을 해결하여 GTP ID를 Gi+ 인터페이스에서도 적용할 수 있게 해준다. 따라서 Gi+ 인터페이스를 위해 별도의 세션 구별자를 생성하고 관리할 필요가 없다.

5. 결 론

본 논문에서는 UMTS 시스템의 GGSN과 FA간 Gi+ 인터페이스에 필요한 데이터 프로토콜 구조와 신호 프로토콜 구조를 제안하였다. 데이터 트래픽을 위한 프로토콜 구조는 구현의 용이성 제공, fragmentation 계층, 상대적인 성능 측면에서 비교하였을 때 IP-in-IP이 적합할 것으로 판단된다. 신호 프로토콜 구조는 신호 메시지의 확장성 제공, 구현의 용이성 제공, 그리고 신호 메시지가 성능에 큰 영향을 미치지 않는 점에서 UDP가 적합할 것으로 판단된다.

그리고 이들 프로토콜 구조를 기반으로 GTP ID를 세션 구별자로 적용했을 때 생기는 문제점을 해결할 수 있는 세션 구별자 적용 기법인 SIAM을 설계하였다. SIAM의 장점은 트래픽 프로토콜로서 IP-in-IP를

적용할 수 있고, 신호 프로토콜로서 UDP를 적용할 수 있는 방법을 제공한다. 이를 통해 IP 기반에서 Gi+ 인터페이스를 용이하게 구현할 수 있게 해준다. 또한 기존 GTP ID를 세션 구별자로 사용했을 때 생기는 문제점을 해결하여 GTP ID를 Gi+ 인터페이스에서도 적용할 수 있게 해준다. 따라서 Gi+ 인터페이스를 위해 별도의 세션 구별자를 생성하고 관리할 필요가 없다.

본 논문에서 제안한 프로토콜 구조와 SIAM은 GGSN과 FA가 별도의 플랫폼에 구현될 경우에 유용하게 사용될 것이다. 이후의 연구과제로서 Gi+ 인터페이스를 위해 추가적으로 필요한 신호 메시지 정의, 각 신호 메시지의 정보 요소 정의, Gi+ 인터페이스 구현, 그리고 성능분석을 수행할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] IETF RFC2002, "IPv4 Mobility Support," C. E. Perkins, October 1996.

[2] TIA TR 45.6, "Wireless IP Network Architecture based on IETF Protocols," January 2000.

[3] 3GPP, "Combined GSM and Mobile IP Mobility handling in UMTS IP CN," 3G TR 23.923 version 3.0.0, May 2000.

[4] 3GPP, "General Packet Radio Service(GPRS); Service Description ; Stage 2," 3G TS 23.060 version 3.3.0, April 2000.

[5] 3GPP, "GPRS Tunneling Protocol(GTP) across the Gn and Gp Interface," 3G TS 29.060 version 3.4.0, March 2000.

[6] Alessio Casati, Charles E. Perkins, "Generic Tunneling Protocol(GTP)," draft-casati-gtp-00.txt, March 2000.

[7] IETF RFC2003, "IP Encapsulation within IP," C. E. Perkins, October 1996.

[8] IETF RFC2004, "Minimal Encapsulation within IP," C. E. Perkins, October 1996.

[9] IETF RFC1702, "Generic Routing Encapsulation over IPv4 networks," S. Hanks et al., October 1994.

[10] W. Richard Stevens, "UNIX Network Programming Networking APIs : sockets and XTI," Prentice Hall, 1998.

[11] Stevens, "TCP/IP Illustrated, Volume 1," Addison Wesly, 1994.

[12] IETF RFC1661, "The Point-to-Point Protocol(PPP)," July 1994.

김 현 곤

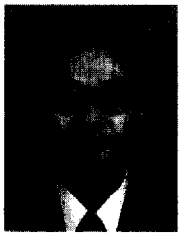
e-mail : hgkim@amadeus.etri.re.kr

1992년 금오공과대학교 전자공학과 학사

1994년 금오공과대학교 전자공학과 석사

1994년~현재 한국전자통신연구원 IMT-2000 개발본부 이동성관리연구팀 선임연구원

관심분야 : 이동 인터넷 프로토콜, 이동통신망 기술



김 영 진

e-mail : yjkim@amadeus.etri.re.kr

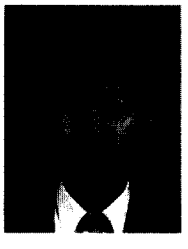
1981년 고려대학교 전자공학과 학사

1983년 고려대학교 전자공학과 석사

1989년~1991년 벨기에 BTM 방문연구원

1983년~현재 한국전자통신연구원 IMT-2000 개발본부 이동성관리연구팀장

관심분야 : CDMA 시스템, IMT-2000 시스템, 제4세대 이동통신망



임 선 배

e-mail : sblim@amadeus.etri.re.kr

1978년 고려대학교 전자공학과 학사

1989년 한국과학기술원 전산학과 석사

1993년 고려대학교 전자공학과 박사

1984년~현재 한국전자통신연구원 IMT-2000 개발본부 핵심망기술연구부장

관심분야 : CDMA 시스템, IMT-2000 시스템, 제4세대 이동통신망