

# MPLS망을 적용한 IMT2000 시스템에서의 패킷 데이터 처리 절차

유재필<sup>†</sup>·김기천<sup>††</sup>·이윤주<sup>†††</sup>

## 요약

인터넷과 이동통신의 급격한 성장으로 이동 인터넷의 요구사항이 급증하고 있다. 그러나 현재의 이동통신망은 설계 시 대역을 일정시간동안 점유하는 음성 트래픽의 특징에 최적화 하여 설계하였기 때문에 간헐적이고 빈번하게 전송되는 가변적 특징의 패킷데이터의 활용에는 비효율적이다. 이러한 이동 인터넷 서비스를 합리적으로 이용하기 위해서는 이동성을 지원하는 패킷 교환 망의 설계가 필수적이라 할 수 있다. 이동성을 지원하는 패킷 망은 특성 상 고정 망에 비해 전송 지연이 보다 크며 이를 보상하기 위해서는 고속 스위칭 기술 및 가입자의 요구에 따른 품질을 보장하기 위한 기술이 포함되어야 한다. 본 논문에서는 IP패킷의 고속교환과 가입자의 서비스 품질(Quality of Service)보장이 가능한 이동성 지원 패킷 망을 구성하기 위해서 GPRS(General Packet Radio Service)망과 MPLS(Multi Protocol Label Switching)의 구성방안 및 동작절차를 제시한다. 여기에서 GPRS는 이동성을 지원하기 위한 망으로서의 역할을, MPLS기술은 ATM 교환기술을 기반으로 하여 IP 패킷을 고속으로 전송 가능하게 하고 서비스의 품질을 보장하는 기능을 수행하게 된다.

## IMT-2000 Packet Data Processing Method utilizing MPLS

Jae-Pil Yoo<sup>†</sup> · Kee-Cheon Kim<sup>††</sup> · Yoon-Ju Lee<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

Because of the rapid growth of the mobile communication, the need for the mobile internet access has grown up as well. Since the current mobile communication network, however, is optimized for a voice communication system, which exclusively occupies a channel for a given time, it is not suitable for variable rate packet data. In order to support the mobile internet access, it is essential to design a reasonable packet switching network which supports the mobility. Since mobile packet network has longer latency, high speed switching and QoS are required to meet the user's requirements. In this paper, we suggest an reasonable way to construct a network and its operation procedures utilizing GPRS(General Packet Radio Service) network and MPLS(Multi Protocol Label Switching) to provide a high speed switching and QoS for mobile internet access. GPRS is used as a network which supports the mobility and MPLS guarantees the QoS and high speed IP protocol transmission based on the ATM switching technology.

### 1. 서론

인터넷의 폭발적인 성장으로 사회적인 인터넷 활용

의 개념이 전문 분야로부터 일상 업무 및 생활 분야까지 확산되었다. 동시에 이동 통신의 개념도 음성위주의 교환에서 점차로 데이터 교환으로 전환 되면서 IP를 기반으로 하는 이동 인터넷 활용의 요구가 증가하고 있다. 현 이동 통신의 교환방식은 일정 품질을 보장해야 하는 음성 트래픽의 교환을 목적으로 개발되었기 때문에 트래픽 교환시간 동안 독점적으로 주파수를

※ 본 논문은 1999년도 한국전자통신연구원 교환 전송기술 연구소의 연구비 지원에 의해 수행 중입니다.

† 준회원 : 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과

†† 중신회원 : 건국대학교 컴퓨터공학과 교수

††† 정회원 : 한국전자통신연구원 책임연구원

논문접수 : 1999년 9월 10일, 심사완료 : 1999년 11월 13일

점유하고 있다. 이러한 특성은 음성 트래픽의 교환에는 적당하나 작은 크기의 빈번한 데이터 교환이나 대용량 데이터의 연속적인 교환의 특성을 갖는 패킷 데이터의 교환에는 부적합 하다.

현재 다수의 이동 통신서비스 제공 업체에서 데이터 통신을 위한 교환 방식으로는 회선 교환 방식을 사용하고 있으나 이는 자원의 활용 상 또는 사용자 요금 측면에서 비 효율적이므로 데이터 트래픽의 특성에 알맞은 패킷교환으로의 전환이 필요하다. 이러한 이동성을 지원하는 패킷 교환망 개발에 대한 노력이 여러 단체를 통해 이루어지고 있다. 북미에서는 무선 CDMA 접속방식을 기반으로 하는 3세대 패킷 데이터 시스템이 표준화 중이며[5] 유럽에서는 GSM의 UMTS진화를 목표로 무선상의 주파수 시분할 방식을 기반으로 하는 GPRS방식이[6~8] 표준화 되고 있다.

이 중 유럽의 GPRS방식은 새로운 프로토콜을 지원하는 하드웨어 구성과 소프트웨어 기능 갱신을 필요로 하며 회선 교환 망과 분리된 독립적인 망을 구성하여 무선망의 변화와 망의 재사용에 능동적으로 대처하고 있다.

패킷 데이터의 서비스 품질 보장 측면에서 볼 때 최선 전달 서비스(best effort service)만을 제공하는 현 패킷 망을 그대로 사용한다는 것은 이동 망 고유의 지연에 대한 보상과 서비스 차별화 제공이 어렵기 때문에 기존 패킷 망의 기능적 갱신이 필요하다.

이동성 지원 패킷 망의 구성에는 멀티미디어 서비스의 지원이 가능한 ATM교환기 기반의 망 구성이 가능하다. 그러나 ATM 교환 기술이 자원예약 및 가상회선 설정 등의 특징을 가지고 있지만 데이터그램 기반의 최선 전달 서비스의 특징을 갖는 IP와 기능적 특징의 부조화로 인해 서로 연동될 경우 ATM 교환 기술의 장점을 포기하거나 복잡한 다른 기능요소의 추가를 필요로 한다[1]. ATM교환기상의 IP패킷 전송 기술은 상당 기간 동안 많은 방법들이 제시되어 왔으나 현재 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 표준화가 진행되고 있는 통합방식의 MPLS기술이 망의 확장성(scaleability)면에서나 규모 면에서 효율적이다[1~3].

GPRS표준은 이동성을 지원하는 패킷 교환망의 구성을 제시하고 있으나 서비스 차별화 및 QoS보장에 대한 실질적 방안은 구현자에게 맡기고 있다. 따라서 본 논문은 서비스의 차별화 및 품질을 보장하는 이동성 지원 패킷 망의 구성을 정의한다. 이는 이동성 지

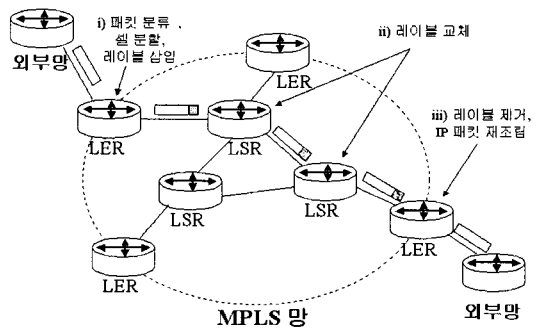
원이 가능한 GPRS망의 구성에 있어서 IP의 고속 교환과 QoS보장을 위해 MPLS기술을 적용한다. 특히 MPLS 기술과 GPRS의 결합에 있어서 문제가 되는 점은 노드상의 기능절차이며 이러한 GPRS와 MPLS 적용방안을 유선 인프라 구조범위 에서 각 구성요소의 기능 및 동작 절차를 정의한다.

본 논문의 구성은 2장에서 MPLS 관련기술을 기술하고 3장에서는 이동성을 지원하기 위한 GPRS망에 대하여 기술하며 4장에서는 GPRS망의 MPLS기법 적용방안 및 각각의 구성요소에 대한 기능 절차를 기술하며 5장에서는 결론 및 향후 연구과제에 대해 기술한다.

## 2. MPLS 관련기술

MPLS기술은 IETF에서 표준화가 진행 중으로 ATM 교환기 상에서 IP패킷 교환이 가능한 기술이다. 본 논문에서는 하부 전송 기술로 ATM교환기술을, 상위의 라우팅 기반 기술을 IP로 가정하며 본 장에서는 MPLS망의 구성요소와 동작 절차를 알아본다.

MPLS의 동작과정은 (그림 1)과 같다.



(그림 1) MPLS망의 동작과정

MPLS망은 외부와의 인터페이스 역할을 담당하는 LER (Label Edge Router)와 내부의 교환기 역할을 담당하는 LSR(Label Switch Router)로 구성되어 MPLS 망을 구성한다. LER은 패킷의 진행 방향에 의해 진입 라우터(Ingress router)와 출구 라우터(Egress router)의 역할을 담당한다.

i) 진입 라우터는 외부 망으로부터 진입하는 패킷들의 정보를 분석하여 특정한 논리에 따라 동일한 패킷의 흐름으로 간주되는 FEC(Forwarding Equivalence

Class)분류를 하고 구분된 FEC별로 레이블을 첨가 후 다음 홉으로 전송하는 기능을 담당한다. FEC분류를 위한 정책은 패킷의 목적지 주소, 포트 번호, 기타 서비스 타입 등이 될 수 있으며 MPLS는 이를 기반으로 QoS의 차별화가 가능하다.

ii) 진입 라우터를 거친 패킷들은 FEC분류에 따라 VPI/VCI필드에 레이블 값이 할당 되어 ATM셀 형태로 전송이 되고 출구 라우터에 도달할 때까지 레이블을 교체하면서 스위칭을 하는 다수개의 LSR(Label Switch Router)를 거친다. 이는 각 홉마다 빈번하게 변경되는 IP 라우팅 테이블의 참조로 인한 경로 배정이 아닌 미리 배정된 레이블의 교체로 고속교환이 이루어진다.

교체되는 레이블의 배정은 레이블의 배정을 목표로 하는 프로토콜인 LDP(Label Distribution Protocol)가 담당하거나 IP 라우팅 프로토콜의 경로배정 시 Piggy-backing의 형태로 완성된다. 특별히 사용자의 QoS보장을 위해서 CR-LDP(Constraint based Routing-LDP)가 연구 중이다. 이는 트래픽의 특징에 따라 대역을 보장해 줄 수 있는 LSP를 찾는 명시적 경로설정 메커니즘을 포함한다. CR-LDP의 동작방식은 모든 인접노드의 자원 여유 상태 점검하고 서비스 품질을 보장할 수 없는 링크를 제거 한 후 최단거리 알고리즘을 적용하고 위의 과정을 반복하여 목적지까지 이르는 CR-LSP를 찾고 레이블을 배정하게 된다. CR-LDP의 활용은 LER에서 FEC분류 정책을 적용함에 있어서 QoS보장의 필요성이 있을 경우 이를 수행할 수 있다.

같은 FEC로 분류된 패킷들의 집합은 외부 망으로 나가기 위하여 동일한 LSR들을 지나는 일정한 경로를 유지하게 되며 이를 LSP(Label Switch Path)라 한다. LSR은 레이블이 추가된 입력 패킷을 레이블 교체 테이블을 기반으로 레이블을 교체하고 원하는 경로에 위치하는 다음 홉으로 전송을 한다.

iii) 출구 라우터는 MPLS망 외부로 향하는 패킷의 전송을 위해 출구 라우터로 입력되는 패킷의 레이블을 제거하고 일반적인 IP 라우팅 정책에 따라 MPLS망 외부로 전송한다.

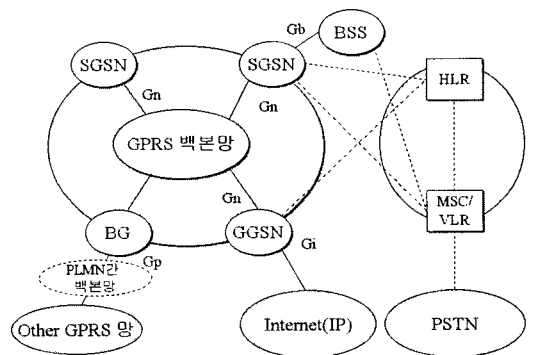
### 3. GPRS 관련기술

GPRS는 GSM상에서 패킷교환에 최적화 할 수 있는 기능을 부여하고자 구성한 독립적인 패킷 망으로 새로

운 두 가지의 하드웨어 구성과 BSS(Base Station System)와 HLR(Home Location Register)의 소프트웨어의 갱신을 필요로 한다. 본 장에서는 GPRS의 구성요소와 동작과정을 알아 본다.

#### 3.1 GPRS 구성요소

GPRS망의 구성은 (그림 2)와 같다. GPRS망은 크게 구성요소를 SGSN(Serving GPRS Support Node)과 GGSN(Gateway GPRS Support Node)으로 나눌 수 있다. SGSN은 서비스 지역내의 가입자의 위치를 추적하고 패킷 송수신을 위한 논리적 링크를 생성하며, 이동성 관리 정보 저장 및 패킷 교환에 필요한 세션관리 정보를 생성한다. GGSN은 외부 패킷 망과의 연동을 하는 기능으로 망에 등록된 GPRS 사용자의 경로정보를 가지고 있고, 경로정보를 이용하여 SGSN으로의 터널링을 수행한다. 또한 HLR은 기존에 유지하던 가입자 정보 중 현재의 이동노드가 서비스를 제공받고 있는 SGSN의 위치를 저장하는 기능을 포함한다. GPRS 망은 다수개의 GSN들로 구성되어있으며 GSN간의 연결을 위하여 IP기반의 백본 망으로 구성되어 있다. 각기 다른 GPRS사업자 망은 GPRS망간에 BG(Border Gateway)를 경유하여 로우밍 서비스를 제공할 수 있다. BG는 망간의 로우밍 등의 정책 및 보안상의 기능을 담당하게 된다.



(그림 2) GPRS망의 구성요소

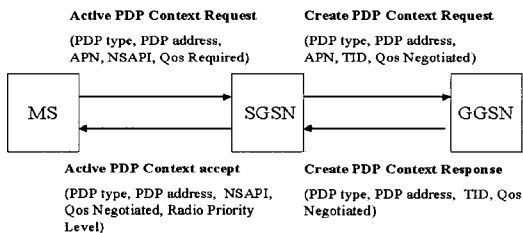
#### 3.2 GPRS 동작과정

GPRS망에서 패킷 데이터 교환을 위한 절차를 보면 이동노드는 자신을 망에 등록(attach)하여 이동성 관리를 받는 과정과 동시에 데이터 교환을 위한 세션을 여는 과정 그리고 이 후의 데이터 교환과정으로 크게 나

눌 수 있다.

이동노드의 등록 과정은 다음과 같다. 이동노드는 현재 자신을 서비스하고 있는 SGSN에 등록을 한다. 등록과정을 통하여 SGSN은 이동노드와 논리적 링크를 설정하며 이동노드에 대한 이동성관리 정보를 얻게 된다. 동시에 이동노드는 세션을 열기 위한 정보를 SGSN에게 전송한다. 세션관리는 GGSN이 이동단말을 서비스하는 SGSN의 위치를 알게 하여 데이터 전송을 위한 망 내부 GSN으로의 터널링을 수행하고 서비스 품질을 협상 가능하게 한다. 이는 Mobile IP의 등록과정과 유사하나 GPRS는 Mobile IP와는 달리 망 내의 사용자 데이터와 신호의 구분과 패킷 데이터의 터널링을 위해 GTP(GPRS Tunneling Protocol)을 사용하여 패킷 데이터를 전송한다.

등록과 세션유지에 관한 정보를 수신한 SGSN은 GGSN과 세션관리 정보를 협상한 후 데이터 전송 준비를 마친다. 이에 대한 이동노드와 GGSN간의 세션관리상의 절차인 PDP컨텍스트 활성화 과정을 보면 (그림 3)과 같다.



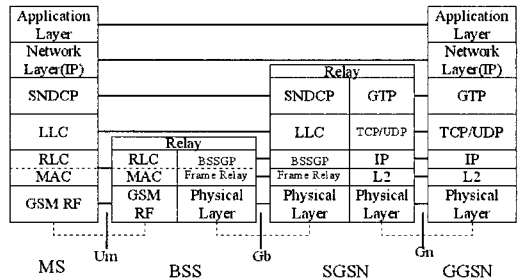
(그림 3) 세션설정을 위한 PDP컨텍스트 활성화

이동노드는 세션을 열기 위한 PDP컨텍스트 활성화 요구 메시지를 SGSN에게 전송하고 SGSN은 NSAPI(Network Service Access Point Identifier)와 IMSI(International Mobile Subscriber Identifier)를 결합한 TID(Tunnel Identifier)를 GTP헤더에 포함하고 네트워크의 부하를 점검하여 서비스 품질을 재 협상 한 후에 GGSN의 IP주소를 얻고 GTP(GPRS Tunneling Protocol)로 터널링을 시켜 GGSN에게 전송한다.

(그림 3)에서 APN(Access Point Name)은 외부 망에 접근하기 위한 참조 점을 나타내며 TID(Tunnel Identifier)는 IMSI(International Mobile Subscriber Identifier)와 NSAPI의 결합으로 GPRS백본 망에서 이동노드의 세션을 식별하는 식별자를 의미한다.

위의 절차가 완료되면 이동노드, SGSN, GGSN간의 경로설정이 되고 데이터 전송이 가능하다. 데이터 전송은 일반적으로 세 가지를 생각할 수 있는데 외부 패킷 망과 이동노드간의 데이터 전송인 i) 이동노드 발신 전송(MO : Mobile Originated Transfer), ii) 이동노드 종료 전송(MT : Mobile Terminated Transfer)과 이동노드간의 데이터 전송인 iii)이동노드 발신 및 종료 전송으로 나눌 수 있다.

데이터 전송 중 패킷의 변화를 보면 외부 망에서 GPRS백본으로 진입할 경우 순수한 IP패킷이 GTP로 캡슐화되고 GTP는 전송 프로토콜인 IP헤더로 망 내에 라우팅이 된다[7]. GTP는 다양한 신호를 처리하는 기능을 가지며 그 종류로는 경로 관리 신호, 터널 관리 신호, 위치 관리 신호, 이동성 관리 신호등을 들 수 있다. 다음은 GPRS의 전송 프로토콜 스택을 나타낸다.



(그림 4) GPRS 전송 프로토콜 스택 구조

데이터의 전송 중 노드의 이동에 따른 전송 인터페이스의 변화를 보면 노드의 이동은 동일한 사업자 망 내의 이동과 다른 사업자망간의 이동을 생각할 수 있으며 이러한 예는 위의 세 가지 전송의 예에 따라 달라진다. MO 또는 MT 전송의 경우 서로 다른 사업자간의 라우팅 시 GPRS망의 BG를 경유하며 MO & MT전송 시는 목적지 단말의 주소를 얻기 위해 외부 데이터 망을 경유한다.

#### 4. MPLS기반의 패킷데이터 처리절차

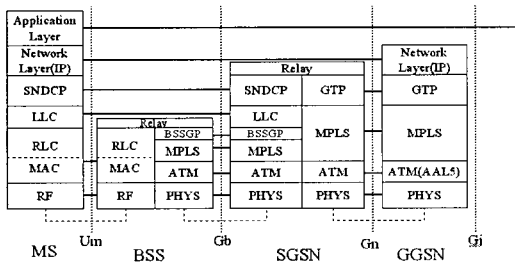
GPRS 표준은 GPRS백본 망을 활용하여 가입자의 QoS를 보장할 것을 제안하고 있으며 그 구현은 구체적으로 정의하고 있지 않다. 본 장에서는 서비스 차별화 및 ATM기반 IP교환기술로서 MPLS를 활용하고,

이를 적용 하여 GPRS망을 구성하고 전송하기 위한 처리 절차를 유선 망 구조에서 정의한다.

GPRS표준은 서비스 품질 프로필을 정의하여 GPRS 망 내에서 원하는 서비스 품질을 지원할 것을 요구하고 있으며 이러한 서비스 품질 지원은 무선망에서의 자원의 할당 조절과 유선 망에서의 서비스 품질 지원 정책에 달려 있다.

본 장은 표준을 따르는 GSN의 데이터 전송 절차 중 특히 서비스 품질보장을 위하여 MPLS기법 적용 시 수반되는 절차를 새롭게 정의한다. 이를 위해서는 서비스 품질을 제공하기 위한 일관된 트래픽 분류정책이 필요하고 서비스 프로필을 지원하는 정책 또한 필요하다.

본 논문은 MPLS 트래픽 분류 정책을 GPRS사용자의 각 세션마다 각기 다른 QoS를 적용하기 위해 GTP의 TID를 사용한 분류 정책을 이용하고 이러한 차별화된 QoS를 지원하기 위해 일정대역을 보장하는 명시적 경로 선택기법을 이용하는 CR-LDP를 적용한 절차를 제시한다. 또한 트래픽 분류 정책을 망 내부의 터널링 목적지와도 연관시킨다. 이는 GPRS망 내부의 패킷 터널링 시 에이전트의 기능을 담당하는 GSN으로의 경로설정을 위해 캡슐화되는 부가적인 IP헤더를 중복성을 MPLS의 레이블 기반 스위칭 특성을 이용하여 해결하는 방식을 사용하여 부가적인 헤더의 사용을 억제한다.



(그림 5) MPLS를 적용한 GPRS전송 프로토콜 스택

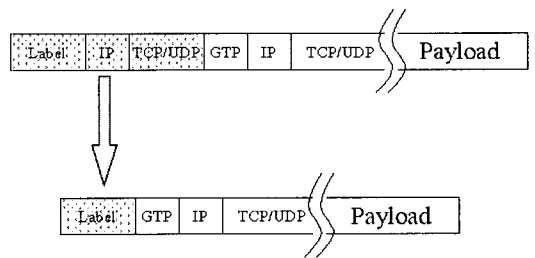
(그림 5)는 MPLS기법을 적용한 GPRS망의 전송 프로토콜 스택구조로 본 장의 프로토콜 스택은 (그림 5)의 구조를 따른다.

본 논문은 GPRS 전송 프로토콜 스택구조의 2, 3계층을 MPLS로 구성하였다. MPLS는 위의 전송 프로토콜 스택에서 GTP로 캡슐화된 패킷 데이터를 GPRS망

내에 전송하는 전달(delivery)프로토콜과 QoS지원의 역할을 담당한다.

MPLS는 레이블을 이용하여 GSN을 목적지로 하는 부가적인 IP헤더의 사용을 대신한다. GPRS는 이동노드의 위치관리 기능을 수행하는 SGSN이 정의 되어 있으며 본래의 목적지인 이동노드의 IP주소 외에 이동노드의 위치를 관리하는 SGSN으로의 터널링을 위한 IP주소가 부가적으로 필요하게 된다. 본 논문의 결합된 구조에서는 MPLS망이 적용되는 망의 경계가 GSN을 포함하는 경계와 일치하며 GSN망 내에서는 이러한 GSN간의 패킷 교환을 부가적인 IP헤더의 추가없이 레이블만으로 교환이 가능한 특징을 가지고 있다.

MPLS기법과 접목시키지 않을 경우 GPRS백본 망 내부의 사용자 데이터는 IP-UDP-GTP-IP순으로 헤더가 붙게 된다. 하지만 MPLS의 FEC를 망 내의 터널링 종단점 별로 적용할 경우 터널링을 위한 경로설정의 역할을 레이블이 대신하는 것이 가능하므로 GTP-IP순의 헤더만으로 전송이 가능하다. 다음 (그림 6)은 GPRS망 내에서 전송되는 헤더의 구조를 보여주고 있다. (그림 6)에서 아래의 것은 GPRS망 내부에서 특정 GSN으로 터널링 시 경로설정을 위한 방법으로 레이블만을 이용한 모습을 나타낸다. GPRS백본망 내의 모든 전송은 (그림 6)에서 아래 그림의 형태를 나타내게 된다.



(그림 6) GPRS망 내부의 전송 패킷 헤더

4.1 LER-SGSN

SGSN은 GPRS망의 경계에서 이동노드와 논리적 링크 설정 및 데이터 송수신을 책임지며 이동성 관리와 세션관리에 대한 메시지를 주고 받으며 망 내의 다른 GSN으로 데이터를 터널링 하는 기능을 담당한다. 서비스 품질 보장이 가능한 SGSN의 기능적 요소는 MPLS망에 있어서의 유입패킷의 분류와 레이블 할당의 시작점이 되는 LER의 기능적 요소와 맞물리며 본

논문에서는 MPLS망의 LER을 기반으로 하는 SGSN을 LER-SGSN이라 정의한다.

다음은 서비스 품질보장을 위한 LER-SGSN의 데이터 패킷 전송 및 제어신호의 전송상의 기능적 절차를 정의한다.

4.1.1 MO전송 (Gb-Gn)

MO전송 패킷의 LER-SGSN에서의 처리절차는 (그림 7)과 같다.

SGSN은 ① 유입되는 메시지와 헤더를 분석하여 TID를 기반으로 FEC분류를 시행한다. TID는 IMSI와 NSAPI의 결합으로 SGSN이 생성을 하게 되며 망 내부로 터널링 함에 있어서 GTP헤더 안에 포함되게 된다. 이는 IMSI와 NSAPI의 특성상 하나의 사용자에 대한 각각의 세션을 나타내게 되며 QoS지원의 단위를 이용자가 아닌 세션의 단위로 세분화 할 수 있는 분류의 근원이 된다.

② 세션 설정을 위한 서비스 품질 협상을 위해 GPRS PDP 컨텍스트 활성화 요구 메시지의 QoS 프로필을 분석하고 특성에 따라 필요시 CR-LDP의 트래픽 파라미터 인자로 매핑 한다. CR-LDP는 일정 품질이 보장되는 명시적 경로를 얻기 위해 CR-LDP내의 트래픽 파라미터와 경로 상 노드의 자원여유상태를 점검하게 되며 CR-LDP의 동작으로 GSN간의 경로가 설정된 경우 이러한 경로는 GPRS사용자의 QoS 프로필의 요구 사항에 알맞게 된다. LER-SGSN은 서비스 품질 요구를 충족시키기 위해 CR-LDP를 이용하여 GGSN으로

향하는 CR-LSP를 명시적 경로설정을 통해 설정하고 갱신된 트래픽 파라미터를 PDP 컨텍스트 활성화 요구 메시징내의 서비스 품질 프로필 인자로 대응시킨 후 갱신된 PDP 컨텍스트 활성화 메시지에 GTP헤더를 추가하고 완성된 G-PDU를 ATM셀로 분할한다.

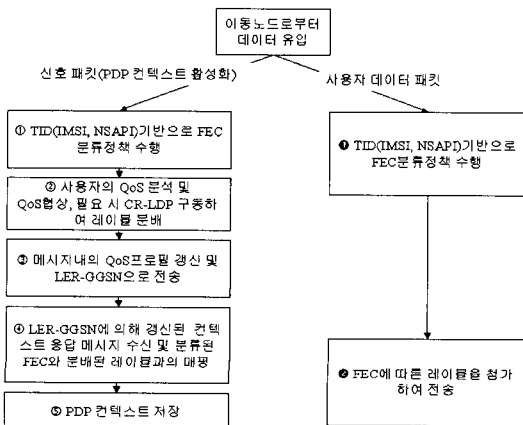
③ SGSN은 GGSN의 IP주소를 획득한 후 IP주소에 대응하는 FEC분류과정을 거치고 해당레이블을 삽입 후 전송한다. GGSN으로 전송된 세션 신호 메시지는 PDP컨텍스트 활성화 과정을 거치고 PDP 컨텍스트 생성 응답메시지로 돌아오게 된다.

④ 이의 수신과 동시에 SGSN은 TID에 기반 하여 분류된 FEC와 ②의 과정에서 결정된 GGSN으로 향하는 레이블과의 매핑을 수행한다. 이때 터널링을 위한 IP와 TCP/UDP헤더는 포함하지 않는다.

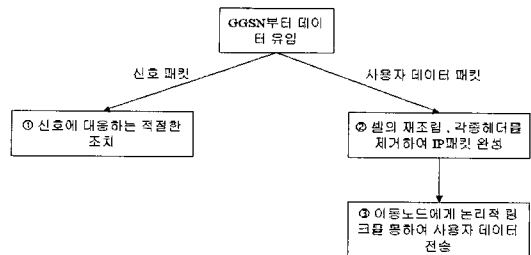
⑤ 이상의 과정을 통하여 특정 서비스 품질을 갖는 세션이 설정되고 데이터 전송을 위한 모든 준비가 완료된다. 이 외에 다른 제어 메시지가 수신될 경우 적당한 대응을 취한다. ①세션설정이 된 후 이동노드에서 SGSN으로 유입되는 데이터 패킷들은 TID를 기반으로 FEC분류과정을 거치게 된다. ②IP데이터 패킷들은 GGSN으로의 터널링을 위한 GTP헤더가 추가되고 ATM셀로 분할한 뒤 ④의 과정에서 결과된 레이블을 추가한 후 전송된다. 이후의 과정은 LER-GGSN에서의 MO전송의 처리절차를 따른다.

4.1.2 MT 전송 (Gn-Gb)

MT전송은 외부 패킷 망에서 전송된 데이터 패킷이 SGSN을 거쳐 이동노드로 전달 될 때의 기능 절차이다. 이의 절차가 (그림 8)에 나타나 있다.



(그림 7) MO 전송 패킷의 LER-SGSN에서의 처리절차



(그림 8) MT전송 패킷의 LER-SGSN에서의 처리절차

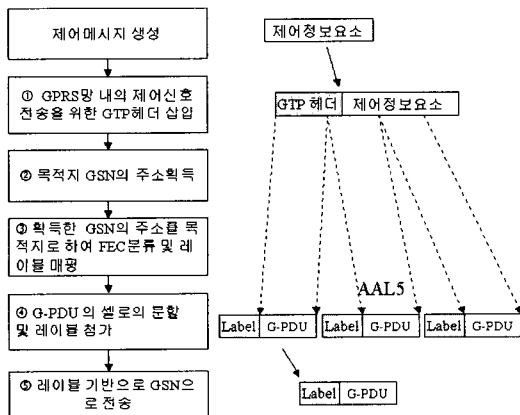
GGSN으로부터 셀을 수신한 SGSN은 레이블을 제거하고 셀을 재조립하여 G-PDU를 완성한다. ① GTP

헤더의 메시지타입을 조사하여 제어신호일 경우 적당한 대응을 취하거나 대응하는 메시지를 전송한다. ② 메시지의 타입이 데이터 패킷일 경우 GTP헤더의 TID에서 IMSI와 NSAPI를 추출하고 GTP헤더를 제거함과 동시에 IP패킷을 완성한다. ③ 이동성관리 컨텍스트와 PDP 컨텍스트를 참조하여 현 이동노드를 서비스하는 기지국으로 패킷을 전송한다.

#### 4.1.3 MO & MT 전송 (Gb-Gn-Gi-Gn-Gb) MO전송과 MT전송 절차의 결합과 동일하다.

#### 4.1.4 망 내부 제어신호 전송 (Gn)

GPRS망은 사용자의 데이터 전송 외에 이동성 관리 정보 및 세션 관리 정보를 생성, 유지 및 교환을 수행하고 망의 상태를 유지하는 정보들을 교환하게 된다. 이러한 정보들은 이동노드나 외부 패킷 망이 생성한 데이터처럼 GPRS망 외부로 전송되는 것과는 달리 GPRS망 내부에서 생성되고 이해된다. 제어신호의 GSN내의 처리과정 및 패킷 헤더의 변화가 (그림 9)에 나타나 있다.



(그림 9) 제어신호 메시지의 LER-GSN에서의 처리절차

① LER-GSN은 메시지의 형태에 따라 정보 요소들을 채우고 GTP헤더를 붙인 후 메시지타입에 알맞은 제어 신호 값을 할당한다. ② 제어신호 메시지를 전송할 목적지 LER-GSN의 IP주소를 얻어내고 ③ 목적지 IP주소를 기반으로 하여 FEC분류를 시행한다. ④, ⑤ GTP헤더를 포함한 제어신호에 할당된 FEC에 대응하는 레이블을 붙인 후 목적지로 전송한다. 제어신호도

사용자 데이터와 마찬가지로 GSN간 전송 시 터널링을 위해 외부 IP-TCP/UDP헤더를 붙이지 않는다.

#### 4.2 LER-GGSN

GGSN의 기능은 유입되는 패킷을 조사하여 정책에 따라 분류를 하고 경로배정 및 전송기능을 담당하는 MPLS망의 LER기능과 유사하다.

본 절은 이러한 기능적 요소를 기반으로 MPLS기반의 GPRS망의 구성에 있어서 LER의 기능적 요소를 GGSN에 매핑하고 이를 LER-GGSN이라 하며 데이터 패킷 전송 및 제어 신호의 전송에 있어서의 LER-GGSN의 기능적 절차들을 정의 한다.

#### 4.2.1 MO 전송 (Gn-Gi)

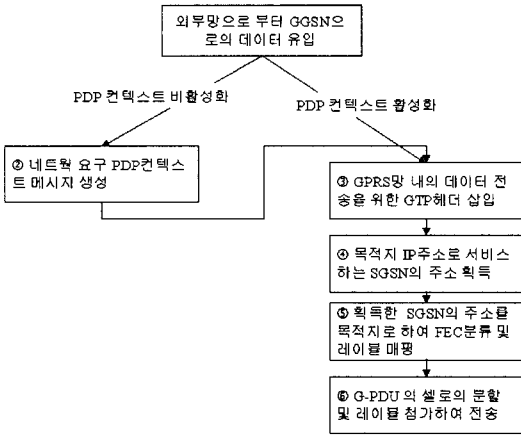
다음은 SGSN으로부터 데이터를 받아서 외부 패킷 망으로 전송할 경우 외부 망과의 관문 역할을 하는 LER-GGSN이 수행하는 기능 절차를 정의 한다.

SGSN으로부터 레이블이 첨가된 G-PDU의 형태의 패킷을 전송 받은 LER-GGSN은 같은 레이블로 유입되는 ATM셀을 조립 하여 G-PDU를 완성한다. ① GTP메시지 타입의 값이 제어 신호를 나타낼 경우 제어신호 정보 요소 등을 확인하고 적당한 대응을 취한다. ② GTP헤더의 메시지 타입 값을 조사하여 사용자 패킷일 경우 GTP헤더를 제거하고 IP 패킷을 완성하며 ③ IP 목적지 주소를 기반으로 하여 외부 패킷 망의 다음 홉으로 전송하게 된다.

#### 4.2.2 MT 전송(Gi-Gn)

다음은 IP기반의 외부 데이터 패킷 망에서 이동노드로 사용자 데이터 패킷을 전송할 경우 외부 패킷 망과의 관문 역할을 하는 LER-GGSN이 수행하는 기능 절차를 정의 한다. 이러한 과정은 (그림 10)에 나타나 있다.

외부에서 SGSN으로 패킷을 전달하기 위해서는 외부에서 진입하는 IP패킷을 전송 받은 LER-GGSN이 IP주소의 목적지인 이동노드에게 패킷을 전달하기 위하여 이동노드를 서비스하는 SGSN으로의 데이터 터널링을 준비한다. 이를 위해 ① GGSN은 진입된 IP패킷의 목적지 주소를 기반으로 하여 현재 GGSN내에 활성화된 PDP 컨텍스트가 있는지를 검색한다. ② PDP 컨텍스트가 존재하지 않을 경우 GGSN은 유입된 외부 데이터 패킷을 버퍼에 저장하는 동시에 HLR로부터 SGSN에 대한 정보를 얻은 후에 네트워크가 요구하



(그림 10) MT전송 패킷의 LER-GGSN에서의 처리 절차

는 PDP 컨텍스트 메시지를 생성하여 SGSN에게 전송한다. 이때는 표준과 따라 SGSN PDP컨텍스트 생성 메시지와는 달리 서비스 품질 지원을 위한 정책을 수행하지 않는다. ③ PDP 컨텍스트가 설정되면 진입된 IP패킷에 SGSN로 터널링을 위한 GTP헤더를 삽입한다 ④ 이동노드를 서비스하는 SGSN의 IP주소를 얻어내고 이 주소를 기반으로 FEC 분류를 거친 후 ⑤ SGSN으로 향하는 레이블과 분류된 FEC와의 매핑을 수행한다. ⑥ ATM셀로 변환 후 FEC에 해당하는 레이블을 삽입 후 GPRS백본 망으로 전송한다.

#### 4.2.3 MO & MT 전송 (Gn-Gi-Gn)

MO & MT 전송을 위한 경로는 이동노드를 떠난 IP 패킷이 SGSN에서 GGSN으로 전송이 되고 수신자가 같은 사업자 망 내에서 서비스를 받을 경우 곧바로 Gn인터페이스를 거쳐서 동일 사업자 망 내의 SGSN으로 전송하고 서로 다른 사업자 망일 경우 GGSN에서 IP 패킷의 주소를 확인한 후 외부 패킷 망을 경유하여 IP 패킷의 목적지의 해당하는 사업자 망의 GGSN으로 유입이 된다. 여기서 LER-GGSN의 역할은 목적지 이동노드의 위치 파악의 역할을 하게 된다.

#### 4.2.4 망 내부 제어 신호 전송(Gn)

(그림 9)와 동일한 과정을 거친다.

### 4.3 LER-BG

GPRS망에서 BG는 로우밍 서비스를 위해 외부 사

업자 망과 데이터 및 신호가 오가는 Gp인터페이스로서의 역할을 한다. BG는 상호 사업자망 간의 동의에 로우밍이 가능하고 이를 위한 보안기능이 수행되는데 이의 구현은 이동성 관리 정보 및 세션관리 정보를 기반으로 서비스의 차등적용이 가능하다. 이를 위한 사업자 망 간의 BG상의 기능절차를 정의하면 레이블을 제거하고 셀을 재조립하여 G-PDU를 추출하고 GTP헤더에서 TID를 분석하여 이동성 관리 정보인 IMSI와 세션관리 정보인 NSAPI를 분리한다. 이를 기반으로 합의된 사업자 망 상호 동의 정책을 적용하여 전송 여부를 결정한다. 이후 재조립된 패킷의 셀 분할은 사업자망간의 MPLS기능의 지원 여부에 달려있다.

#### 4.4 기타 기능

제안된 GPRS망에서는 대부분의 트래픽이 외부 패킷 망을 경유하므로 GPRS망 내의 정책인 고속 패킷 교환과 서비스 품질 지원 방안이 효력을 발휘하지 못한다. 이를 위해서는 이동 인터넷 응용서비스를 제공하는 기능들을 MPLS-GPRS망 내에 두는 것이 효율적이며 이를 GGSN내에 정의하는 것이 타당하다. 즉 동적인 IP주소를 할당하는 기능을 담당하는 DHCP, 빠른 웹 서비스를 제공하기 위한 웹 캐쉬 서버 등을 GGSN과 연동 함으로써 좀더 효율적인 서비스를 지원할 수 있다. 또한 SGSN과 BSS간의 Gb인터페이스를 모두 MPLS로 구성하여 GPRS백본 망만이 아닌 BSS-GSN 간 QoS지원 기능이 포함될 수 있다.

### 5. 결 론

지금까지 MPLS의 특징인 ATM상에서의 IP패킷의 고속교환 및 서비스 품질 보장 정책 등을 이용하여 GPRS망을 구성할 때의 기능요소간의 관계 및 동작절차들을 기술하였다. 이러한 기술 접목으로서 얻을 수 있는 특징은 이동성을 지원하는 망에서 서비스 품질을 지원하는 방법을 제시하여 이동 인터넷의 활용범위를 넓히고 레이블을 기반으로 한 터널링으로 헤더의 중복을 없애며 이러한 망들을 연동 하여 서비스 품질을 지원이 가능한 확장된 로우밍 환경이 제공 될 수 있다.

그러나 이러한 구성의 문제점은 첫째, GTP가 동작 가능한 구성요소인 SGSN과 GGSN을 새로 구성해야 하는 비용 적인 문제를 들 수 있으며 둘째로 GPRS망을 경유하는 단문메시지나 가입자 호출 등을 제외한



대부분의 트래픽이 Gi인터페이스를 통한 외부 패킷 망을 경유하나 이러한 외부 패킷 망은 현재까지 QoS를 보장하지 못하는 망이 대부분이므로 본 논문에서 정의한 MPLS를 적용한 GPRS망의 서비스 품질 보장 정책을 GPRS망 내에만 지원하는 한계가 있다. 결국 GPRS망과 인터넷을 포함한 전체적인 사용자의 서비스 품질 보장은 전체적인 유선 인프라 구조의 진화와 함께 한다고 할 수 있다.

차후 연구과제로는 외부 패킷 망에서도 서비스 품질을 보장할 수 있는 GGSN에서의 외부로 향하는 패킷에 대한 정책과 MPLS의 Gb인터페이스 확장기법, 공중망으로의 활용방안을 들 수 있으며 가장 중요한 것은 이러한 망의 실질적인 구성과 성능검증에 있다고 하겠다.

### 참 고 문 헌

- [1] Paul Patrick White Univ. College London, "ATM Switching and IP Routing Integration," IEEE Communications Magazine, April 1998, pp.79-83.
- [2] Daniel Minoli, Andrew Schmidt, "Network Layer Switched Services," John Wiley and Sons, Inc, 1998, pp.269-300.
- [3] Eric C. Rosen, Arun Viswanathan, Ross Callon , "Multiprotocol Label Switching Architecture," IETF Internet Draft, April 1999.
- [4] Daniel O. Awduche, Joe Malcolm, Johnson Agogbua, Mike O'Dell, Jim McManus, UUNET, "Requirements for Traffic Engineering Over MPLS," IETF Internet Draft, June 1999.
- [5] Tom Hiller, "Wireless IP network Architecture based on IETE Protocols," Internet Draft, December 1998.
- [6] ETSI SMG, "GSM 3.60 version 6.1.1-General Packet Radio Service description Stage 2," European Standard Draft, August 1998.
- [7] ETSI SMG, "GSM 9.60 version 6.1.0-GPRS Tunnelling Protocol," European Standard Draft,

August 1998.

- [8] ETSI SMG, "GSM 9.61 version 6.3.0-Interworking between PLMN supporting GPRS and PDN," Technical Specification, October 1998.



### 유 재 필

e-mail : willow@kkucc.konkuk.ac.kr  
 1999년 건국대학교 컴퓨터 공학과 졸업(학사)  
 1999년 현재 건국대학교 컴퓨터 공학과 석사과정  
 관심분야 : 이동 인터넷, IMT-2000



### 김 기 찬

e-mail : kckim@kkucc.konkuk.ac.kr  
 1988년 서울대학교 계산 통계학과 졸업(학사)  
 1992년 미국 Northwestern Univ. 전산학(박사)  
 1998년~현재 건국대학교 컴퓨터 공학과 조교수

관심분야 : 이동 인터넷, IMT-2000, MMDB



### 이 윤 주

e-mail : yjlee@etri.re.kr  
 1974년 숭실대학교 전자공학과 졸업(학사)  
 1989년 숭실대학교 전자공학과 대학원 졸업(석사)  
 1998년 숭실대학교 전자공학과 대학원 졸업(박사)

1979년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원  
 1991년~1992년 미국 Virginia Polytechnic Institute 방문연구원

관심분야 : Digital Switching, PCS, IMT-2000 MSC, Wireless ATM