



مؤسسه آموزش عالی نقش جهان

ساختار شبکه GPRS و پروتکل های آن

پروژه دوره کارشناسی

رشته فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)

توسط:

مصطفی مجاهدی فر

۸۹۱۳۰۹۰۴۷

استاد راهنما:

آقای مهندس جمال الدین طباطبایی

بهمن ۹۱





مؤسسه آموزش عالی نقش جهان

ساختار شبکه GPRS و پروتکل های آن

پروژه دوره کارشناسی

رشته فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)

توسط:

مصطفی مجاهدی فر

۸۹۱۳۰۹۰۴۷

استاد راهنما:

آقای مهندس جمال الدین طباطبایی

بهمن ۹۱

مقدمه

در اواسط دهه ۱۹۸۰ میلادی، مکالمات صوتی مهمترین خدمات شبکه های ثابت و بی سیم محسوب می شدند و از این رو، تکنولوژی GSM در ابتدا برای انتقال صوت طراحی و بهینه سازی شد. اما از اواسط دهه ۱۹۹۰ میلادی، اهمیت اینترنت به طور روز افزون در حال افزایش بود، به گونه ای که شبکه ارائه دهنده خدمات بسته ای رادیویی یا GPRS، استاندارد GSM را در ارتباط با انتقال دیتا به صورت قابل قبولی بهبود بخشید و امکان دسترسی به اینترنت را برای سیستم های و وسایل بی سیم فراهم نمود. اولین بخش این فصل بیانگر مزایا و معایب شبکه GPRS در مقایسه با روش پیشین انتقال دیتا در شبکه GSM و خطوط ثابت می باشد.

GPRS به عنوان سرویس ارزش افزوده از نسل دوم ارتباطات سیار به شمار می رود که امکان ارسال و دریافت اطلاعات را از طریق شبکه تلفن همراه فراهم می نماید.

تقدیم به پدر و مادرم

خدای را بسی شاکرم که از روی کرم، پدر و مادری فداکار نسیم ساخته تا در سایه درخت
 پر بار وجودشان بیایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و
 دانش تلاش نمایم.

والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم، چرا که این دو
 وجود، پس از پروردگار، مایه، مستی ام بوده اند. آموزگارانی که برایم زندگی، بودن و انسان بودن را
 معنا کردند.

فصل اول : معرفی شبکه GSM

- ۱-۱- معرفی شبکه GSM ۱
- ۲-۱- خلاصه ای از عناصر زیرسیستم های شبکه (GSM) ۲
- ۳-۱- ایستگاه سیار (MS) ۲
- ۴-۱- واحد شناسایی مشترکین (SIM) ۲
- ۵-۱- ایستگاه فرستنده گیرنده پایه (BTS) ۳
- ۶-۱- کنترل کننده ایستگاه پایه (BSC) ۳
- ۷-۱- واحد تطبیق نرخ و ترانسکدر (TRAU) ۳
- ۸-۱- مرکز خدمات سوئیچینگ موبایل (MSC) ۳
- ۹-۱- حافظه اطلاعات ثابت مشترک (HLR) ۴
- ۱۰-۱- حافظه موقت محلی (VLR) ۴
- ۱۱-۱- ثبات مشخصه تجهیزات (EIR) ۴
- ۱۲-۱- مرکز تصدیق هویت (AUC) ۵

فصل دوم: انتقال دیتا در شبکه GSM و GPRS

- ۱-۲- انتقال دیتا در شبکه GSM و GPRS ۶
- ۲-۲- انتقال دیتای سوئیچینگ مداری از طریق GSM ۷
- ۱-۲-۲- سوئیچینگ مداری دارای مزایای زیر است ۸
- ۲-۲-۲- معایب و مشکلات برای انتقال دیتا با پهنای متغیر ۸
- ۳-۲- انتقال دیتای سوئیچینگ بسته ای از طریق GPRS ۸
- ۱-۳-۲- مزایای سیستم های سوئیچینگ بسته ای ۹
- ۲-۳-۲- مزایای GPRS برای انتقال دیتا بر روی شبکه سوئیچینگ مداری GSM ۱۰
- ۴-۲- GPRS و پروتکل IP ۱۲
- ۵-۲- مقایسه انتقال اطلاعات در شبکه GPRS با شبکه خط ثابت ۱۲

فصل سوم : واسطه هوایی در GPRS

- ۱-۳- واسطه هوایی در GPRS ۱۴
- ۲-۳- کاربرد تایم اسلات روی واسطه هوایی در شبکه های GSM و GPRS ۱۵
- ۳-۳- کلاس بندی مالتی اسلات ها ۱۶
- ۴-۳- کاربرد تایم اسلات GSM/GPRS ترکیبی در یک ایستگاه پایه ۱۹

- ۳-۵-کلاس های ایستگاه سیار (MS) ۱۹
- ۳-۶-مد عملیاتی شبکه ۲۰

فصل چهارم : کانال های منطقی GPRS بروری واسطه هوایی

- ۴-۱-کانال های منطقی GPRS بروری واسطه هوایی ۲۳
- ۴-۲-کانال ترافیک دیتای بسته ای (PDTCH) ۲۴
- ۴-۳-کانال کنترلی وابسته ای بسته ای (PACCH) ۲۴
- ۴-۴-کانال کنترل پیشترفتگی زمانی بسته ای (PTCCH) ۲۵
- ۴-۵-کانال دسترسی تصادفی (RACH) ۲۶
- ۴-۶-کانال پذیرش دسترسی (AGCH) ۲۶
- ۴-۷-کانال فراخوانی (PCH) ۲۶
- ۴-۸-کانال کنترل پخش (BCCH) ۲۷
- ۴-۹-ترکیب کانال ها ۲۹
- ۴-۱۰-نگاشت کانال های منطقی دیتای بسته ای بر روی کانال های فیزیکی ۳۰

فصل پنجم : مدل حالت GPRS

- ۵-۱-مدل حالت GPRS ۳۲
- ۵-۲-حالت سرگردان ۳۳
- ۵-۳-حالت آماده ۳۳
- ۵-۴-حالت انتظار ۳۵

فصل ششم : عناصر شبکه GPRS

- ۶-۱-عناصر شبکه GPRS ۳۷
- ۶-۲-واحد کنترل بسته (PCU) ۳۸
- ۶-۱-۲-پیام های سیگنالینگ GPRS ومانیتورینگ GSM ۳۹
- ۶-۲-۲-مکان قرار گیری PCU ۳۹
- ۶-۳-ند پشتیبانی خدمات GPRS (SGSN) ۳۹
- ۶-۴-۱-مدیریت سطح کاربری ۳۹
- ۶-۴-۲-مدیریت سطح سیگنالینگ ۴۱
- ۶-۳-ند پشتیبانی گذرگاه GPRS (GGSN) ۴۵

فصل هفتم : مدیریت منابع رادیویی GPRS

- ۷-۱-مدیریت منابع رادیویی GPRS ۴۶
- ۷-۲-جریان های بلاک موقتی (TBF) در مسیر Uplink ۴۷

۴۹.....	۳-۷- جریان های بلاک موقتی در مسیر DOWNLINK
---------	--

فصل هشتم : واسطه های GPRS

۵۲.....	۱-۸- واسطه های GPRS
۵۳.....	۲-۸- واسطه ABIS
۵۴.....	۳-۸- واسطه Gb
۵۴.....	۴-۸- واسطه Gn
۵۶.....	۵-۸- واسطه Gi
۵۶.....	۶-۸- واسطه GR
۵۸.....	۸-۸- واسطه Gp
۵۹.....	۹-۸- واسطه GS

فصل نهم : معماری پروتکلی GPRS

۶۰.....	۱-۹- معماری پروتکلی GPRS
۶۴.....	۲-۹- تصدیق هویت مشترک
۶۵.....	۳-۹- رمزنگاری
۶۵.....	۴-۹- محرمانه سازی هویت مشترک

فصل دهم : معماری کلی سیستم GPRS

۶۶.....	۱-۱۰- معماری کلی سیستم GPRS
۶۹.....	۲-۱۰- مسیریابی
۶۹.....	۳-۱۰- فرآیند آدرس دهی و تبدیل آن در GPRS
۷۰.....	۴-۱۰- ارتباط با شبکه های IP

فصل یازدهم : به کارگیری WAP از طریق GPRS

۷۲.....	۱-۱۱- به کارگیری WAP از طریق GPRS
۸۴.....	۲-۱۱- خدمات پیام رسانی چند رسانه ای (MMS) در GPRS
۹۱.....	۳-۱۱- جستجوی صفحات وب از طریق شبکه GPRS
۹۱.....	۱-۳-۱۱- تأثیرگذار عامل تاخیر بر روی عملکرد جستجوی صفحات وب
۹۴.....	۲-۳-۱۱- بهینه سازی جستجو گر و برای جستجوی صفحات وب از طریق موبایل
۹۶.....	نتیجه گیری
۹۷.....	منابع

فهرست شکل ها

صفحه

عنوان

۲	شکل (۱-۱) خلاصه ای از عناصر زیرسیستم های شبکه GSM
۷	شکل (۲-۱) ارتباطات انحصاری یک سیستم سوئیچینگ مداری
۹	شکل (۲-۲) انتقال دیتای سوئیچینگ بسته ای
۱۱	شکل (۲-۳) مقایسه سرعت انتقال دیتا در GSM، GPRS و EGPRS
۱۱	شکل (۲-۴) پرداخت صورت حساب بر حسب حجم اطلاعات
۱۶	شکل (۳-۱) نمایش ساده شده ای از تخصیص PDTCH و تجمیع تایم اسلات
۱۹	شکل (۳-۲) بکارگیری اشتراکی تایم اسلاتهای یک سلول برای GSM و GPRS
۲۲	شکل (۳-۴) فراخوانی برای یک مکالمه ورودی از طریق واسطه GS
۲۳	شکل (۴-۱) کانال های منطقی GPRS از مد NOMII
۲۵	شکل (۴-۲) کانال های PDTCH و PACCH بروی تایم اسلات مشترک ارسال می شوند
۲۶	شکل (۴-۳) درخواست منابع در مسیر Uplink در مد NOMII
۲۸	شکل (۴-۵) فرآیند فراخوانی یک MOBILE-TERMINATED PACKET TRANSFER
۳۱	شکل (۴-۶) ساختار مالتی فریم با ۵۲ فریم TDMA
۳۲	شکل (۵-۱) مدل حالت GPRS
۲۵	شکل (۵-۲) تفاوت بین حالت انتظار و آماده
۳۷	شکل (۶-۱) ندهای شبکه GPRS
۴۰	شکل (۶-۲) واسطه ها و پروتکل های SGSN بروی لایه های ۲ و ۳
۴۱	شکل (۶-۳) رمزنگاری در GSM و GPRS
۴۲	شکل (۶-۵) بروز رسانی منطقه مسیریابی درون SGSN
۴۴	شکل (۶-۵) بروز رسانی منطقه مسیریابی برون
۴۵	شکل (۵-۶) تغییر مکان مشترک در داخل شبکه GPRS
۴۷	شکل (۷-۱) بکارگیری پرچم حالت آپلینک (USF)
۵۰	شکل (۷-۲) پیام پیکربندی دوباره تایم اسلات بسته ای مطابق با استاندارد 3GPPTS44.060
۵۱	شکل (۷-۳) بکارگیری TFI در مسیر DOWNLINK
۵۳	شکل (۸-۱) پشته های پروتکل GPRS در شبکه رادیویی
۵۴	شکل (۸-۲) بسته پروتکل واسطه GN
۵۵	شکل (۸-۳) بسته GTP روی واسطه Gn

شکل (۸-۴) واسطه GR	۵۷
شکل (۸-۵) واسطه Gp	۵۹
شکل (۹-۱) معماری پروتکلی طرح انتقالی GPRS	۶۱
شکل (۹-۲) جریان دیتا و سگمن بندی بین لایه های پروتکلی در MS	۶۳
شکل (۹-۳) تصدیق هویت مشترک در GPRS	۶۴
شکل (۱۰-۱) معماری سیستم، واسطه ها و مسیریابی در GPRS	۶۷
شکل (۱۰-۲) آدرس دهی و تبدیل آدرس: بسته IP ورودی (انتقال دیتا با خاتمه پذیری در MS)	۷۰
شکل (۱۰-۳) مسیریابی و تبدیل آدرس: بسته IP خروجی (انتقال دیتا با آغازپذیری در MS)	۷۰
شکل (۱۰-۴) ارتباط شبکه GPRS با اینترنت	۷۱
شکل (۱۱-۱) صفحه WML ساده	۷۴
شکل (۱۱-۲) نمونه ای از WAP	۷۵
شکل (۱۱-۳) تولید مدارک WML و HTML	۷۶
شکل (۱۱-۴) بسته های پروتکلی متفاوت در دو سمت گذرگاه WAP	۷۶
شکل (۱۱-۵) معماری WAP	۸۲
شکل (۱۱-۶) معماری سیستم WAP و تراکنش درخواست / پاسخ	۸۳
شکل (۱۱-۷) معماری پروتکلی WAP بر روی GPRS	۸۴
شکل (۱۱-۸) معماری MMS	۸۵
شکل (۱۱-۹) توصیف SMIL از قالب یک پیام MMS	۸۷
شکل (۱۱-۱۰) رمزهای MIME از بخش های مختلف یک MMS	۸۸
شکل (۱۱-۱۱) تصویر غیر فشرده شده یک هدر MMS	۹۰
شکل (۱۱-۱۲) گردش بسته IP و زمان تاخیر در حین دانلودی صفحه ی وب	۹۳
شکل (۱۱-۱۳) فعال گزینه ی Pipelinig در جستجوگر فایرفاکس	۹۵

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۸	جدول (۳-۱) تعدادی از کلاس های مالتی اسلات GPRS
۲۴	جدول (۴-۱) کانال های منطقی در GPRS
۲۹	جدول (۴-۲) کانال های منطقی در GPRS
۲۹	جدول (۴-۳) ترکیب های کانال های منطقی GPRS
۸۶	جدول (۱۱-۱) نمونه ای از ویژگی های MMS

چکیده

امروزه ارتباطات سیار با استفاده از شبکه مخابرات سیار در هر شهر، کشور و حتی قاره ای امکان پذیر شده است. شبکه مخابرات سیار در برگیرنده یک سری از دستورالعمل های هوشمند است که از تحریک پذیری شخصی مشترک و یا کاربر شبکه با توجه به چگونگی تشخیص هویت و تصدیق اعتبار او تا تعیین مکان و مدیریت فرآیند ارتباط رسانی به کاربر سیار را شامل می شود. در آغاز، مخابرات سیار به طور انحصاری تنها برای ارتباطات مبتنی بر مکالمه گرفته می شود، اگرچه به زودی با استفاده از سرویس پیام کوتاه روند برقراری ارتباط بین مشترکین مخابرات سیار دچار تحول شگرف شد، به گونه ای که امروز میلیاردها پیام متنی به طور ماهیانه بین مشترکین شبکه مخابرات سیار رد و بدل می شود. با روند روبه رشد در سیستم های ارتباطی سیار، سرویس های ارتباطی دیگر نیز که مبتنی بر ارائه خدمات با نرخ بالای دیتا بودند، به جمع ارائه دهندگان خدمات ارتباطی سیار افزوده شدند که از این بین می توان به سرویس بسته ای رادیویی عمومی اشاره نمود. این گونه سرویس ها، این قابلیت را برای کاربران خود فراهم می نمایند که برخلاف سیستم جی اس ام که در آن توسط پایانه نهایی تنها یک تایم اسلات یا شکاف زمانی برای ارائه یک سرویس در یک زمان بکار گرفته می شود، اجازه استفاده از چندین تایم اسلات را به منظور بهبود در عملکرد نرخ دیتای ارائه شده فراهم نمایند در ادامه این روند، به منظور ارائه سرویس های با پهنای باند بیشتر و نرخ دیتای افزون تر، قابلیت دسترسی بی سیم به اینترنت به عنوان فاکتور اساسی در مباحث مرتبط با شبکه های ارتباطی سیار مطرح شد که همانا پیوند زدن این گونه شبکه ها با شبکه جهانی اینترنت بود.

فصل اول

معرفی شبکه GSM

۱-۱- معرفی شبکه GSM^۱

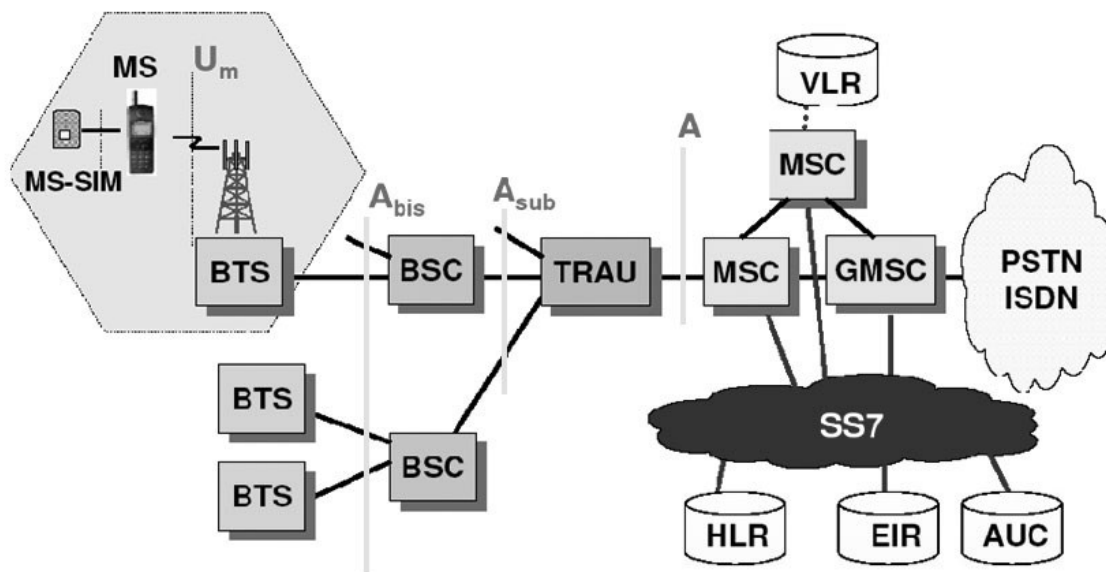
شبکه GSM از یک ساختار سلولی استفاده می کند. ایده اصلی شبکه سلولی تقسیم نمودن رنج فرکانسی در دسترس می باشد تا تنها بخش هایی از طیف فرکانسی رابه هر ایستگاه فرستنده و گیرنده پایه (BTS)^۲ اختصاص داد.

یکی از اهداف مهم طراحی شبکه، کاهش تداخل بین ایستگاه های پایه مختلف می باشد. از آنجایی که طیف امواج رادیویی محدود است و فرکانس کمی در اختیار سیستم قرار می گیرد، لذا برای ارائه خدمات به مشترکین باید از روش استفاده مجدد فرکانس یا تکرار فرکانس و نیز تقسیم سلولی بهره گرفت. البته این نکته را نیز نمی توان از یاد برد که تکرار فرکانس نیز باعث تداخل در سیستم می گردد که وظیفه اپراتور، حذف یا به حداقل رسانی آن می باشد. نکته بسیار با اهمیتی که می بایست در نظر گرفت آن است که دو سلول همسایه نمی بایست دارای فرکانس برابر باشند زیرا این امر باعث تداخل کانال مشابه می گردد.

^۱ - Global System for Mobile Communication

^۲ - Base Transceiver Station

۱-۲- خلاصه ای از عناصر زیرسیستم های شبکه (GSM)



شکل ۱-۱: خلاصه ای از عناصر زیرسیستم های شبکه (GSM)

۱-۳- ایستگاه سیار (MS)^۱

MS در اصل کوچکترین جزء یک شبکه GSM محسوب می شود. دستگاه های MS وظیفه برقراری ارتباط بین مشترک موبایل و شبکه مخابراتی را بر عهده دارند.

یک شبکه GSM-PLMN تا حد امکان می تواند شامل تعداد زیادی MS گردد. این ایستگاه ها هم از نظر مدل و هم از نظر کلاس بندی توان، متفاوت می باشند.

۱-۴- واحد شناسایی مشترکین (SIM)^۲

شبکه GSM بین شناسایی مشترک و تجهیزات موبایل تفکیک در نظر گرفته است. SIM یک پایگاه داده در طرف مصرف کننده می باشد که به طور فیزیکی از یک Chip تشکیل شده است که مشترک باید کارت را در داخل تلفن GSM پیش از بکارگیری قرار دهد به منظور تسهیل جابه جایی، SIM به صورت یک کارت اعتباری و یا PLUG-IN می باشد.

1-Mobile Station

2-Subscriber Identity Module

مدل کارت اعتباری امروزه کاربرد ندارد ولی PLUG-IN که از نظر اندازه کوچکتر می باشد، بسیار پر کاربرد می باشد. باقرار گرفتن سیم کارت در داخل دستگاه موبایل، هویت MS از سایر MS ها تفکیک می شود و به این صورت هر دستگاه موبایل توسط این سیم کارت دارای یک شخصیت حقیقی می شود. سیم کارت به طور مستقیم با VLR و به طور غیر مستقیم با HLR در ارتباط است. یکی از مزایای سیم کارت ها، قابلیت تحرک پذیری آن ها می باشد که با استفاده از این مزیت، مشترک به راحتی قادر است که سیم کارت خود را در دستگاه موبایل دیگری جایگزین نماید و در نتیجه این امکان را فراهم نماید که هر دستگاه موبایل از سیم کارت های اپراتورهای مختلف و در شبکه های بسیار متفاوت با ویژگی های متنوع استفاده نماید.

۱-۵- ایستگاه فرستنده گیرنده پایه (BTS)

در ساختار شبکه GSM ایستگاه های فرستنده گیرنده پایه یا BTS ها موظف به اجرای عملیات مربوط به ارتباط رادیویی می باشند که ارتباط بین شبکه و ایستگاه سیار را از طریق واسطه هوایی فراهم می نمایند.

۱-۶- کنترل کننده ایستگاه پایه (BSC)

BST های موجود در یک منطقه (مثلاً در یک منطقه شهری با وسعت متوسط)، از طریق واسطه ای به نام AbisInterface به BSC مرتبط می شوند. BSC وظیفه مدیریت منابع رادیویی و عملیات مرکزی و نیز کنترل زیر سیستم های مرتبط با BSS یا زیر سیستم ایستگاه پایه را برعهده دارد. BSS شامل BSC و نیز BTS های ارتباطی با آن می باشد. از دیگر وظایف BSC می توان به کنترل بخش O&M و مدیریت پیکربندی امنیتی و آلام های شبکه اشاره نمود.

۱-۷- واحد تطبیق نرخ و ترانسکودر (TRAU)

یکی از مهم ترین جنبه های شبکه سیار کارایی آن با احتساب منابع فرکانسی قابل دسترس برای شبکه می باشد. در سیستم GSM فشرده سازی اطلاعات هم در MS و هم در TRAU صورت می پذیرد. از دیدگاه ساختاری، TRAU به عنوان بخشی از BSS محسوب می شود و به دلیل فشرده سازی اطلاعات صحبت سیگنالینگ در واسطه هوایی، اطلاعات با نرخ 13kb/s انتقال می یابند که برای تطابق با نرخ بیت 64kb/s از TRAU استفاده می شود.

۱-۸- مرکز خدمات سوئیچینگ موبایل (MSC)

بسیاری از BSC ها از طریق واسطه ای به نام A-interface به MSC یا مرکز خدمات سوئیچینگ موبایل متصل می شوند. وظایف اصلی MSC مسیریابی تماس های ورودی و خروجی و همچنین واگذاری کانال های

¹ -Base Station Subsystem

² -Transcoding Rate & Adaption Unit

³ -Mobile Service Switching Center

کاربری روی واسطه A می باشد. علاوه بر این، MSC مسئولیت برقراری سوئیچینگ لازم برای ارتباطات داخلی بین کاربران سیار بادیگر و یا با کاربران شبکه ثابت را برعهده دارد. شبکه PLMN می تواند از چند MSC تشکیل شده باشد، به طوری که هر MSC وظیفه سرویس دهی به منطقه زیر نظر خودش را دارا باشد. هر MSC نیز خود شامل یک یا چند BSC است. MSC علاوه بر مسیریابی، فرآیند دست به دست کردن کانال یا Handover برای تعویض مکالمه بین دوسلول و یا ثبت محل استقرار مشترکین را نیز انجام می دهد.

۹-۱- حافظه اطلاعات ثابت مشترک (HLR)^۱

MSC یکی از زیر مرکزهای شبکه موبایل GSM می باشد. HLR نیز از جمله زیرمرکزهای دیگر MSC است. HLR را می توان به عنوان مخزنی در نظر گرفت که اطلاعات تعداد زیادی از مشترکین را در خود نگهداری می نماید. HLR پایگاه داده بزرگی است که بر روی اطلاعات صدها هزار مشترک، مدیریت می نماید. هر PLMN حداقل به یک HLR نیازمند می باشد.

۱۰-۱- حافظه موقت محلی (VLR)^۲

به دلیل آنکه HLR به خاطر رسیدگی به اطلاعات مشترکین خود، دچار ترافیک شدید نشود، بخش دیگری به نام VLR در نظر گرفته شده است. یک VLR همانند HLR شامل اطلاعات مشترکین است ولی VLR حافظه ای است که اطلاعات MS هایی را که در محدوده MSC ثبت نام نموده اند، ذخیره می نماید و تنها مسئولیت بخشی از اطلاعات موجود در HLR و فقط آن دسته از مشترکینی را که در یک منطقه در حال فراگردی هستند برعهده دارد.

زمانی که MS از محدوده یک MSC به محدوده MSC دیگر جابه جا شود، VLR جدید موظف به کپی نمودن تمامی اطلاعات جدید MS از HLR می باشد. به طور کلی هنگامی که یک مشترک از محدوده VLR خارج می گردد HLR پاک کردن اطلاعات مربوط به مشترک را از VLR درخواست می نماید. منطقه جغرافیایی VLR شامل منطقه کلی تحت پوشش آن دسته از BTS هایی است که به MSC ها مرتبط می شوند، به گونه ای که برای هر یک سرویس های مورد نظر ارائه می شود.

۱۱-۱- ثبات مشخصه تجهیزات (EIR)^۳

سرقت تلفن موبایل شبکه GSM از زمانی که مشخصه ها و نیز تجهیزات موبایل مشترکین از یکدیگر جدا شده اند جالب به نظر می رسد، زیرا که تجهیزات به سرقت رفته به آسانی با استفاده ازسیم کارت معتبر می توانند دوباره قابل استفاده باشند. مسدود نمودن یک مشترک توسط اپراتور، تجهیزات موبایل را مسدود نخواهد کرد. از این رو، به منظور جلوگیری از این نوع سوء استفاده ها، تجهیزات نهایی یک شبکه GSM شامل یک شناسه منحصر به فرد می باشند که به آن IMEI یا مشخصه بین المللی تجهیزات موبایل گویند.

^۱ - Home Location Register

^۲ - Visitor Location Register

^۳ - Equipment Identity Register

اپراتور با به کارگیری حافظه EIR قادر است که PLMN را به یک بانک اطلاعاتی مرکزی تجهیز نماید که در آن تجهیزات به سرقت رفته ثبت شده و می توان از تماس های متقلبانه جلوگیری به عمل آورد. علاوه بر این، حتی از نظر تئوری قابلیت مکان یابی فرد سارق را نیز می توان از طریق تحلیل اطلاعات SIM کارت مربوطه فراهم نمود.

۱۲-۱- مرکز تصدیق هویت (AUC)^۱

AUC که گاهی از آن با نام AC نیز نام برده می شود، وظیفه محافظت از هویت مشترکین شبکه را برعهده دارد. این مرکز شامل کلیه اطلاعات لازم به منظور حفاظت شبکه در مقابل مشترکین غیرمجاز و نیز مراقبت از تماس های مشترکین شبکه می باشد. به طور کلی استانداردهای GSM دو کلید مهم در نظر گرفته شده اند که عبارتند از:

۱- کلیدهای رمزنگاری ارتباطی بین کاربران سیار

۲- کلید تصدیق هویت (Ki)

کلیدهای رمزنگاری هم در تجهیزات موبایل و هم در AUC کاربرد دارند. و از این رو. اطلاعات در مقابل دسترسی غیرقانونی و غیر مجاز محافظت می شود.

^۱ - Authentication Center

فصل دوم

انتقال دیتا در شبکه GSM و GPRS

۲-۱- انتقال دیتا در شبکه GSM و GPRS

شبکه GSM به عنوان یک شبکه سوئیچینگ مداری طراحی گردیده است. مطابق با شکل ۱-۲ در ابتدای مکالمه، کلیه منابع برای یک ارتباط متنی بردیتا با صوت برقرار گردیده و تا پایان مکالمه نیز برای مشترک ذخیره خواهند شد.

سوئیچینگ بسته ای وظیفه ی انتقال بلاک های دیتا را که به عنوان بسته های اطلاعاتی شناخته می شوند در میان مشترکین یک شبکه ارتباطی برعهده دارد. اطلاعات انتقالی در یک تایم اسلات از یک فریم (TDMA)^۱ رابرسر می گویند. در ارتباط با کاربرهای دیتای برستی، درخواست منابع برای ارسال و دریافت دیتا و آزاد سازی دوباره آنها پس از انتقال در شکل ۲-۲ نشان داده شده است.

^۱ -Time Division Multiple Access

۲-۲- انتقال دیتای سوئیچینگ مداری از طریق GSM

شبکه GSM به عنوان یک شبکه سوئیچینگ مداری طراحی گردیده است. مطابق با شکل ۱-۲ در ابتدای مکالمه، کلیه منابع برای یک ارتباط متنی بردیتا با صوت برقرار گردیده و تا پایان مکالمه نیز برای مشترک ذخیره خواهند شد.

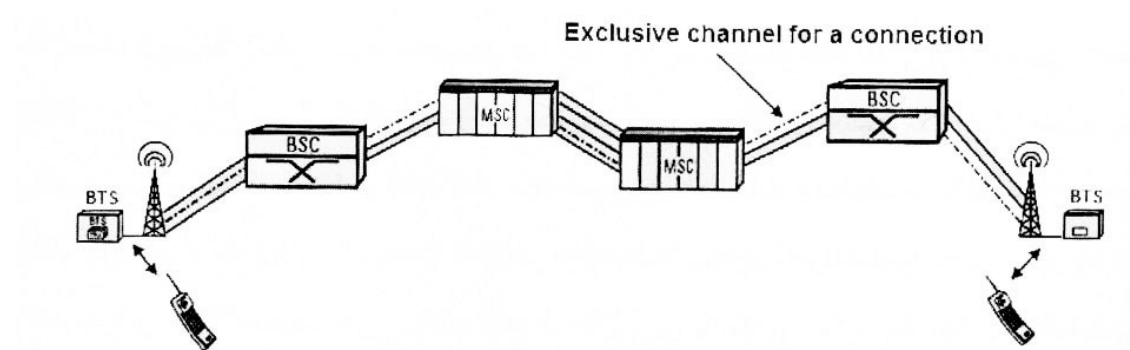
به بیانی دیگر، در ابتدای برقراری مکالمه یک مدار به آن اختصاص یافته و تا پایان مکالمه نیز باقی خواهند ماند. به طوری که پس از اتمام مکالمه منابع بکار گرفته شده آزاد گردیده و در اختیار شبکه قرار خواهند گرفت. منابع تخصیص یافته تضمین کننده پهنای باندی ثابت و زمان تأخیر End-to-End می باشند.

۲-۲-۱- سوئیچینگ مداری دارای مزایای زیر است

۱- دیتایی که ارسال می شود، نیازی به داشتن اطلاعات سیگنالی هم چون اطلاعات مقصد ندارد. هر بیت به سادگی توسط کانال برقرار شده، عبور نموده تا به گیرنده برسد. هنگامی که ارتباطی برقرار می شود، به هیچ سرباره ای هم چون اطلاعات آدرس دهی به منظور ارسال و دریافت اطلاعات نیازی نخواهد بود. تلاش همواره بر این است که برقراری ارتباط بدون قطعی و با تضمین کیفیت سرویس دهی در طول مکالمات همراه باشد، اما با این وجود، اگر ترافیکی در مسیر عبور نماید و پایدار نباشد (همانند وضعیت ناپایداری که در حین مکالمات ممکن است روی دهد)، آنگاه مدار به طور کامل در آن هنگام مورد بهره برداری قرار نگرفته است.

در این صورت، اگر مشترکینی بتوانند از ظرفیت اضافی منابع شبکه که توسط مشترکین دیگر مورد استفاده قرار نگرفته است، بهره ببرند، آنگاه بازده و کارایی مسیرهای ارتباطی افزایش خواهد یافت.

۲- از آن جایی که کانال سوئیچینگ مداری دارای پهنای باند ثابت و پایداری می باشد، هرگونه مانعی در مسیر ارتباطی باعث قطع شدن مکالمه خواهد شد.



شکل ۱-۲: ارتباطات انحصاری یک سیستم سوئیچینگ مداری

۳- ارتباطات سوئیچینگ مداری دارای یک زمان تأخیر نیز می باشد که برابر با زمان بین ارسال یک بیت و دریافت آن از طرف دیگر می باشد، به گونه ای که هرچه فاصله بین فرستنده و گیرنده بیشتر باشد، زمان تأخیر نیز زیادتر خواهد بود.

این امر باعث خواهد شد که ارتباط سوئیچینگ مداری برای کاربردهایی که شدیداً احساس به زمان تأخیر متغیر می باشند، ایده آل به نظر می رسد. اگر وجود تثبیت شده ای از زمان تأخیر، تضمین نشده باشد، آنگاه استفاده از یک بافر در سمت گیرنده ضروری خواهد بود. که این نیز به نوبه خود، تأخیر ناخواسته مضاعفی را مخصوصاً برای کاربردهایی نظیر مکالمات صوتی به وجود خواهد آورد.

۴- از دیگر مزایای این نوع انتقال می توان از بکارگیری سرباره های کمتر، جهت مسیریابی و نیز سازگاری با شبکه های سوئیچ شده ای همانند ^۱IDSN و ^۲PSTN نام برد.

۲-۲-۲- معایب ومشکلات برای انتقال دیتا با پهنای متغیر

به طور مثال، جستجوی صفحات وب به عنوان کاربردی است که با بکارگیری پهنای باند متغیر یابری عملی می شود. برای ارسال یک درخواست به یک وب سرور و دریافت صفحه وب مورد نظر، هر مقدار که دسترسی به صفحه مورد نظر سریع تر باشد، به پهنای باند بیشتری نیاز است. اما از آن جایی که پهنای باند یک کانال سوئیچینگ مداری ثابت می باشد، هیچ گونه امکانی برای افزایش سرعت انتقال اطلاعات در مدت زمانی که صفحه وب در حال دانلود شدن می باشد، نمی توان متصور شد.

به عبارتی دیگر، سوئیچینگ مداری نیازمند یک مدار برای برقراری ارتباط در طول مدت زمان مکالمه می باشد و اگر این ارتباط به صورت جستجوی صفحات وب باشد، کانال تنها در مدت زمان کوتاهی برای قطار پالس های متناوب مورد استفاده قرار خواهد گرفت و در پریودهای زمانی دیگر بدون استفاده باقی خواهند ماند. در طول این بازه های زمانی، بسته ها و یا پکت هایی از دیگر مشترکین با درخواست های ترافیکی مشابه قابلیت ارسال را دارا می باشند. بسیاری از شبکه های انتقالی دیتا، به منظور بهره برداری مناسب از پروسه انتقال دیتا همانند اینترنت، از سوئیچینگ دیگری به نام سوئیچینگ بسته ای استفاده می نمایند. در روش سوئیچینگ مداری، پس از آنکه صفحه دریافت شود، هیچ گونه دیتایی در حالی که مشترک در حال خواندن صفحه می باشد. رد و بدل نمی شود. در این مدت زمان، پهنای باند مورد نیاز برابر با صفر بوده و منابع در طول این مدت بدون استفاده بوده و در واقع تلف می شوند. در نتیجه، استفاده از سوئیچینگ بسته ای برای چنین شبکه هایی بسیار آسان و مناسب خواهد بود.

۲-۳- انتقال دیتای سوئیچینگ بسته ای از طریق GPRS

سوئیچینگ بسته ای وظیفه ی انتقال بلاک های دیتا را که به عنوان بسته های اطلاعاتی شناخته می شوند در میان مشترکین یک شبکه ارتباطی برعهده دارد. اطلاعات انتقالی در یک تایم اسلات از یک فریم TDMA رابرست می گویند. در ارتباط با کاربرهای دیتای برستی، درخواست منابع برای ارسال و دریافت دیتا و آزاد سازی دوباره آنها پس از انتقال در شکل ۲-۲ نشان داده شده است.

در این مورد، توسط جمع آوری دیتا در بسته ها و پیش از ارسال بر روی شبکه عملی می گردد. به این روش ارسال دیتا، اصطلاحاً سوئیچینگ بسته ای گفته می شود. از آن جایی که دیگر ارتباط منطقی End-to-End

^۱ – Integrated Service Digital Network

^۲ – Public Switched Telephone Network

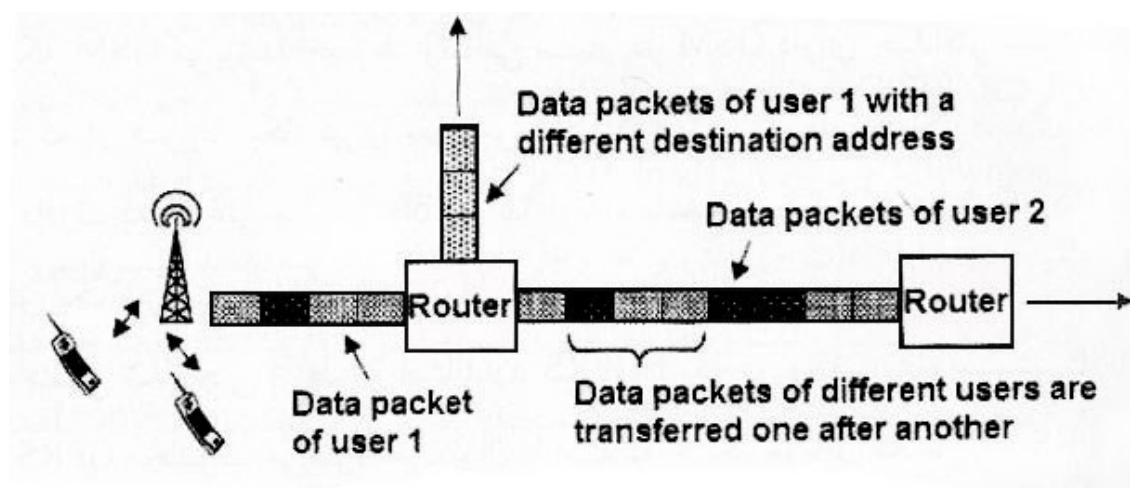
وجود ندارد، هر بسته می بایست شامل یک هدر باشد. هدر در برگیرنده اطلاعاتی در مورد فرستنده بسته (آدرس مبدأ) و نیز گیرنده بسته (آدرس مقصد) می باشد. از این اطلاعات به منظور مسیریابی بسته ها از طریق عناصر مختلف شبکه استفاده می شود. مثلاً در شبکه اینترنت، آدرس های مبدأ و مقصد آدرس های IP فرستنده و گیرنده می باشند.

به منظور آن که بتوان دیتای سوئیچ شده بسته ای را بر روی شبکه های GSM موجود ارسال نمود، خدمات رادیویی عمومی بسته ای یا GPRS به عنوان سیستم سوئیچینگ بسته ای علاوه بر سوئیچینگ مداری شبکه GSM در نظر گرفته شده است.

۲-۳-۱- مزایای سیستم های سوئیچینگ بسته ای

۱- سیستم سوئیچینگ بسته ای این امکان را در اختیار شبکه قرار می دهد که اطلاعات پیش از ارسال، به قسمت های کوچک و جدا از هم ولی در عین حال مرتبط با یکدیگر به نام پکت تقسیم شده و دوباره در پایانی ترین نقطه، دریافت و باهم ترکیب شوند.

۲- در سرویس GPRS به منظور ارسال و دریافت سوئیچینگ بسته ای از منابع رادیویی استفاده می شود که این بدان معنا می باشد که برای انتقال اطلاعات یک کانال رادیویی در نظر گرفته می شود. این کانال ها و یا منابع رادیویی در یک دوره زمانی ثابت، می توانند به صورت توافقی بین چند کاربر به اشتراک گذاشته شوند. به طور کلی، تعداد این کاربران بستگی به کاربردها و نیز مقدار دیتای ارسالی دارد.



شکل ۲-۲: انتقال دیتای سوئیچینگ بسته ای

۳- برای اولین بار و توسط سرویس GPRS همکاری بین شبکه اینترنت و تلفن همراه پدید آمد که هرگونه خدماتی همانند Web Browser ها (جستجوگر و یا مرورگرهای اینترنتی)، Chat، Email و Telnet که از شبکه اینترنت استفاده می نمایند، از طریق شبکه های ارتباطی سیار و از طریق GPRS قابل دسترسی می باشند.

۴- بازده عملیاتی بیشتر برای استفاده از خدمات موجود در شبکه

۵- بامالیتی پلکس نمودن بسته های چند مشترک در درون شبکه ارائه دهنده سرویس وباتوجه به درخواست متقاضی می توان از پهنای باند موجود بهره بیشتری برد

۲-۳-۲- مزایای GPRS برای انتقال دیتا بر روی شبکه سوئیچینگ مداری GSM

۱- از مشخصات GPRS می توان به سرعت بالای آن اشاره کرد که از طریق انعطاف پذیری باند اختصاصی موجود روی واسطه هوایی GPRS نرخ کم اطلاعات ارتباطات سوئیچینگ مداری GSM را که 9/6kb/s ویا برابر با 14/4kb/s می باشد،افزایش دهد.

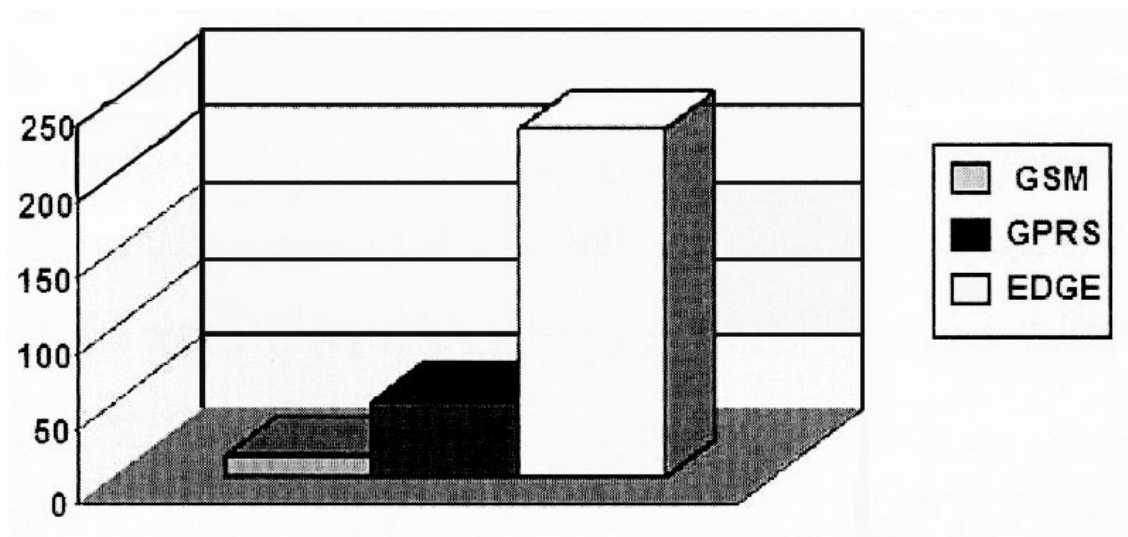
به صورت تئوری، این افزایش نرخ دیتا تا مقدار 170kb/s نیز امکان پذیر می باشد. که البته دسترسی به چنین سرعتی در صورتی امکان پذیر است که برای سیستم GPRS از ۸ تایم اسلات به صورت همزمان استفاده نمود که این سرعت تقریباً ۲ تا ۳ برابر بیش از سرعت 56kb/s معمولی برای انتقال دیتا در شبکه های مخابراتی و تقریباً ۱۰ برابر سریع تر از سرویس سوئیچینگ مداری روی شبکه GSM می باشد. خطوط ارتباطی سیار در GSM دارای حداکثر سرعت 9/6kb/s می باشند که در صورت بکارگیری سرویس HSCSD^۱ یادیتای سوئیچینگ مداری پرسرعت، حداکثر قادرند به سرعتی برابر با 14/4kb/s ارتقاء یابند. در حالی که در شبکه GPRS فارغ از مقدار تئوریک سرعت، به راحتی می توان در حوزه عملیاتی با سرعتی برابر با 40kb/s به اینترنت متصل شد.

حتی از طریق استاندارد EGPRS که در واقع ارتقاءسیستم برای سیستم EDGE^۲ محسوب می شود، می توان با استفاده از یک موبایل کلاس ۱۰ EGPRS^{۱۰} سرعت انتقال داده را تا ۲۳۰kb/s در شبکه های عملیاتی ارتقاء بخشید. برخلاف سیستم GPRS که در اکثر شبکه های ارتباطی GSM مورد استفاده قرار می گیرد. امروزه اپراتورهای رغبتی به ارتقاء سیستم به EGPRS نشان نمی دهند وبسیاری از آن ها مستقیماً به سوی پیاده سازی سیستم UMTS^۳ گام برداشته اند.

^۱ - High Speed Circuit Switching Data

^۲ - Enhanced Data Rate for Global (GSM) Evolution

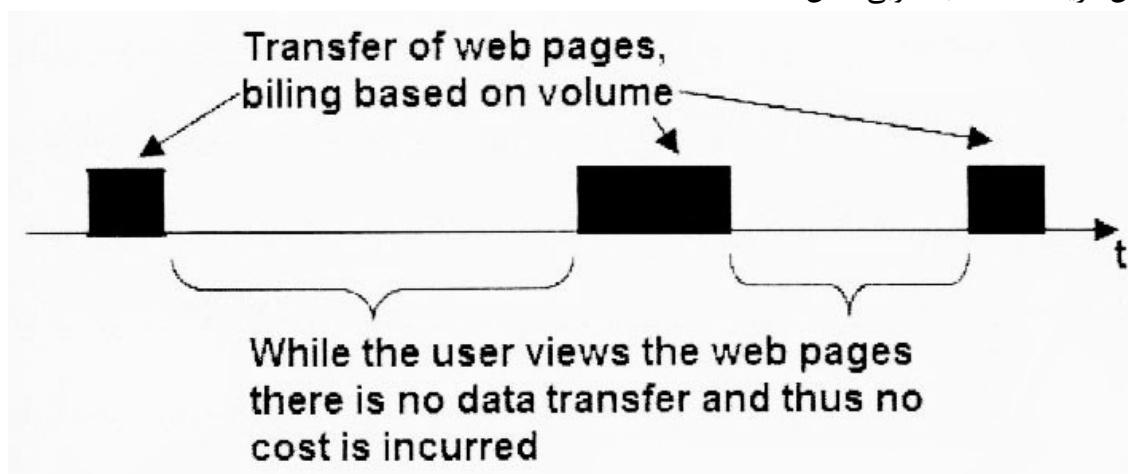
^۳ - Universal Mobile Telecommunication System



شکل ۳-۲: مقایسه سرعت انتقال دیتا در GSM، GPRS و EGPRS

۲- از دیگر مزایای GPRS می توان به عدم نیاز به پرداخت هزینه برای مدت زمان ارتباط با اینترنتی که توسط GPRS حمایت می شود اشاره نمود. هزینه، معادل حجم اطلاعاتی است که دریافت (Download) و یا ارسال (Upload) می شود.

به عبارتی دیگر، مبلغ هزینه ارتباطی خود را بر اساس حجم اطلاعات ورودی و خروجی به شرکت ارائه دهنده سرویس اینترنتی GPRS می پردازید نه بر اساس مدت زمان اتصال به اینترنت. این به دان معنا خواهد بود که شما می توانید تمامی مدت زمان روز به اینترنت متصل باشید و صفحات وب را مشاهده کنید و اخبار گوناگون را مطالعه نمایید، اما هنگام ارسال و دریافت اطلاعات مبلغ هزینه مورد نظر را بپردازید. در کل ۴-۱۸ این مزیت GPRS به خوبی نشان داده شده است.



شکل ۴-۲: پرداخت صورت حساب بر حسب حجم اطلاعات

۳- GPRS به طور قابل توجه، زمان برقراری یک مکالمه را کاهش می دهد. مشابه با یک مودم آنالوگ خط ثابت، برقراری ارتباط با یک ISP^۱ برای مکالمه دیتای سوئیچینگ مداری در شبکه GSM حدوداً ۲۰ ثانیه به طول می انجامد. در صورتی که همین پروسه توسط GPRS در کمتر از ۵ ثانیه انجام می شود.

۴- از آن جایی که به مشترک هیچ هزینه ای بابت زمان اتصال به اینترنت نخواهد پرداخت مگر آن که اطلاعاتی انتقال یابد. هیچ گونه دغدغه ای نیز برای صرفه جویی هزینه و قطع نمودن ارتباط اینترنتی وجود نخواهد داشت. به بیانی دیگر، شما همیشه Online هستید و از کاربردها و سرویس هایی همانند e-mail در ارتباط با نامه های الکترونیکی ورودی و نیز پیام های ارسالی کاربران صاحب اشتراک هایی نظیر Google، Yahoo، Gmail و یا شبکه های اجتماعی همانند Twitter، facebook و.... می توانید استفاده نمایید.

۵- هنگامی که مشترک در حال حرکت و جابه جایی می باشد، این امکان وجود دارد که به دلیل پوشش شبکه ای نامناسب و یا حتی ازدست دادن شبکه، تماس به طور مکرر قطع گردد. در این حالت، ارتباطات سوئیچینگ مداری قطع خواهد شد.

ومی بایست ارتباط به صورت دستی هنگامی که پوشش شبکه قابل استفاده باشد، دوباره برقرار گردد. اما از سویی دیگر، ارتباطات GPRS به دلیل آنکه ارتباط منطقی GPRS مستقل از ارتباط فیزیکی با شبکه قطع نمی شوند و پس از دسترسی به پوشش مناسب، انتقال دیتا دوباره و به آسانی قابلیت از سرگیری را خواهد داشت.

۲-۴- GPRS و پروتکل IP

در ابتدا به منظور پشتیبانی از انواع مختلف تکنولوژی های سوئیچینگ بسته ای طراحی شده بود اما با گسترش اینترنت، GPRS انحصاراً از پروتکل IP برای سوئیچینگ بسته ای استفاده می نماید. علت بکارگیری پروتکل های اینترنتی در شبکه GPRS آن است که در واقع می توان شبکه GPRS را به عنوان یک شبکه اصلی Subnet و هر یک از گوشی های تلفن همراه را نیز به عنوان Host در نظر گرفت.

۲-۵- مقایسه انتقال اطلاعات در شبکه GPRS با شبکه خط ثابت

علی رغم برتری سیستم GPRS در مورد صرفه جویی برای مشترک که تنها به اندازه حجم اطلاعات انتقالی هزینه می پردازد، انتقال اطلاعات از طریق شبکه های GPRS، EGPRS هنوز بسیار گران تر از انتقال اطلاعات از یک کامپیوتر خانگی به اینترنت و از طریق یک ارتباط خط ثابت می باشد.

امروزه، بسیاری از وب سایت ها اطلاعاتشان را در قالب فرمتی که بسیار مناسب تر برای نمایش در وسایل الکترونیکی کوچکتر همانند PAD^۲ ها، Tablet ها و تلفن های موبایل می باشند، ارائه می نمایند. آن دسته از صفحات اینترنتی که برای نمایشگرهای کوچکتر در نظر گرفته شده اند، در اصل صفحاتی می باشند که به طور کامل فشرده شده اند. این بدان معناست که میزان دیتای انتقالی که می بایست در هر صفحه انتقال یابد،

^۱ - Internen Service Provider

^۲ - Packet Assembler /Disassembler

در مقایسه بایک صفحه وب استاندارد که دارای بنرهای گرافیکی و تبلیغاتی فراوانی است، بسیار کمتر می باشد.

عکس ها به طور معمول از نظر اندازه به گونه ای فشرده می شوند که فاکتور فشرده سازی اعمالی، میزان دیتای انتقالی را بسیار کمتر نماید. این روند منجر به جبران هزینه های انتقالی خواهد شد. از آن جایی که اکثر صفحات وب به صورت صفحات HTML می باشند که برای وسایل کوچکتر بهینه سازی شده است، امکان نمایش این صفحات با استفاده از جستجوگر صفحات معمولی روی یک نوت بوک نیز عملی خواهد بود که در نتیجه، از اندازه کوچکتر و کاهش هزینه های انتقال دیتا نیز می توان استفاده نمود،

به عنوان نتیجه گیری می توان بیان نمود که (E)GPRS به طور کامل، نمی تواند به عنوان جایگزینی برای تکنولوژی خط ثابت که سرعتی مشابه با مدم ها و ارتباطات ISDN و یا ADSL فراهم می نماید، مطرح شود. البته کاربردهای قدیمی اینترنت همانند جستجوی صفحات وب و یا استفاده از پست الکترونیکی، (E)GPRS را می توان به عنوان تکنولوژی ایدیه آل در حین حرکت در نظر گرفت. علاوه براین، GPRS را می توان به عنوان مقطعی برای تکامل کاربردهای جدیدی همانند سیستم پیام رسان سیار مشترکین دانست که اتصال مداوم آن به شبکه اینترنت و نیز عملکرد آن از طریق شبکه بی سیم سوئیچینگ بسته ای، ارجحیت فوق العاده ای برای آن محسوب می شود.

فصل سوم

واسطه هوایی در GPRS

۳-۱- واسطه هوایی در GPRS

واسطه هوایی GPRS نرخ دیتای بیشتری را ارائه نموده که مبتنی بر ارسال بسته های دیتا می باشد بر روی لایه ی فیزیکی، سیستم GPRS از ترکیب FDMA^۱ و TDMA سیستم GSM با ۸ تایم اسلات به ازای هر فریم TDMA استفاده می نماید. در سوئیچینگ مداری GSM یک کانال فیزیکی در طول مدت زمان یک مکالمه به صورت دائم به یک MS ویژه اختصاص داده می شود. (بدون توجه به آنکه دیتایی ارسال می شود یا خیر). GPRS الگوی تخصیص منابع انعطاف پذیری را بر روی ارسال بسته ها فعال می سازد، به گونه ای که یک MS با قابلیت GPRS قادر است که بر روی چند تایم اسلات از ۸ اسلات فریم TDMA دریافت و ارسال نماید. به تعداد تایم اسلات هایی که یک MS می تواند استفاده نماید، کلاس های مالتی اسلات گفته می شود. هم چنین مسیر Uplink و Downlink به طور مجزا تخصیص داده شده است که منابع رادیویی را حفظ و مخصوصاً برای ترافیک نامتقارن همانند جستجوی صفحات وب ذخیره نماید. سلولی که از GPRS پشتیبانی می نماید، می بایست کانال های فیزیکی را برای ترافیک GPRS تخصیص دهد. به بیانی دیگر منابع رادیویی یک سلول توسط کلیه MS های واقع در آن - چه با قابلیت GSM و چه با قابلیت GPRS - به اشتراک گذاشته میشوند.

^۱ -Frequency Division Multiplet Access

کانال های فیزیکی که برای ارسال GPRS اختصاص داده شده است، با کانال دیتای بسته ای (PDCH) مشخص می شود. تعداد کانال های PDCH^۱ مبتنی بر میزان ترافیک موجود و تخصیص ظرفیت برحسب نیاز، قابل تنظیم می باشد. مثلاً کانال های فیزیکی که در حال حاضر در مکالمات GSM مورد استفاده قرار نگرفته اند، می توانند به عنوان کانال PDCH برای اختصاص داده شوند تا کیفیت خدمات (QOS)^۲ را برای GPRS افزایش دهند.

هنگامی که برای مکالمات GSM به منابع نیاز پیدا شود، PDCH از حالت تخصیص یافتگی خارج می شود. همان گونه که پیش از این مطرح شده است، کانال های فیزیکی برای ارسال سوئیچینگ بسته ای (PDCHs) تنها هنگامی که MS بسته دیتا را ارسال و دریافت می نماید، برای آن MS مشخص تخصیص داده شده و پس از انتقال از این کانال آزاد می شوند.

بر اساس چنین تخصیص کانال پویایی، چندین MS می توانند یک کانال فیزیکی را به اشتراک گذاشته که در نتیجه، منجر به استفاده موثرتر از منابع رادیویی تخصیص یافته می شود. روند تخصیص کانال توسط BSC کنترل می شود، به گونه ای که منجر به جلوگیری از بوجود آمدن تصادم ها، شبکه نشانگر آن است که کدام کانال ها هم اکنون در مسیر Downlink در دسترس می باشند. یک پرچم حالت Uplink (USF)^۳ در هر بسته های مسیر Downlink نشان می دهد که به کدام MS اجازه داده شده است که از این کانال در مسیر استفاده نماید.

تخصیص کانال ها PDCH به یک MS نیز به کلاس مالی اسلات آن و نیز کیفیت خدمات جلسه ای بستگی دارد. در مباحث مرتبط با شبکه، از واژه session به معنای ارائه همکاری برای سازمان دهی و همزمانی مکالمه و مدیریت تبادل داده یاد می شود.

۳-۲- کاربرد تایم اسلات روی واسطه هوایی در شبکه های GSM و GPRS

GSM از تایم اسلات ها بر روی واسطه هوایی به منظور انتقال دیتا بین مشترکین و شبکه استفاده می نماید. درحین یک مکالمه سوئیچینگ مداری، یک کانال ترافیکی (TCH)^۴ به مشترک تخصیص داده می شود که بر روی یک تایم اسلات نگاشت داده می شود. این تایم اسلات به طور اختصاصی در طی برقراری مکالمه باقی مانده و حتی در صورتی که هیچ دیتایی نیز در بعضی اوقات انتقال نیابند، توسط دیگر کاربران شبکه نیز نمی تواند مورد استفاده قرار گیرد.

در GPRS کوچکترین بخشی که در یک بلاک اختصاص می یابد، شامل چهار برست از یک کانال ترافیک دیتایی بسته ای (PDTCH) می باشد. یک PDTCH^۵ مشابه یک TCH است و این تشابه بدان دلیل می باشد که PDTCH نیز از یک تایم اسلات فیزیکی استفاده می نماید. اگر مشترک دارای دیتای بیشتر برای انتقال

^۱ - Packet Data Channel

^۲ - Quality Of Service

^۳ - Uplink State Flag

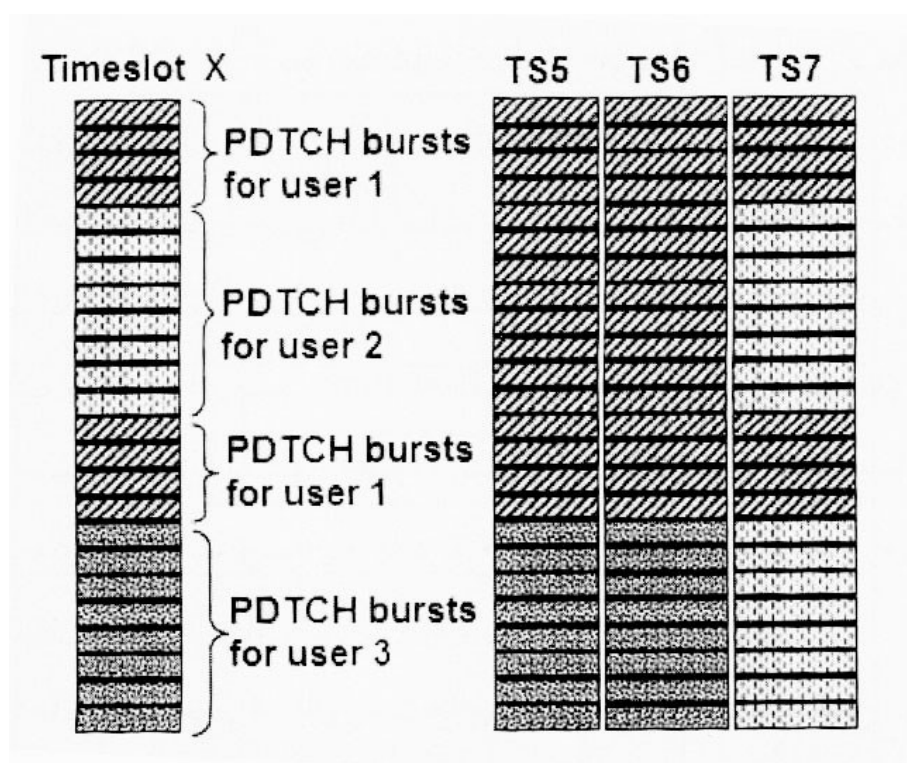
^۴ - Traffic Channel

^۵ - Packet Data Traffic Channel

باشد، شبکه قادر خواهد بود که بلاک های بیشتری را به PDTCH تخصیص دهد. همچنین شبکه می تواند بلا کهای بعدی را نیز به دیگر مشترکین ویا برای کانال های سیگنالیتهی منطقی GPRS اختصاص دهد. در شکل ۱-۳ چگونگی تخصیص بلاک های PDTCH به مشترکین مختلف نشان داده شده است.

به جای بکارگیری یک ساختار ۲۶ تا ۵۱ مالتی فریمی در شبکه GSM ، GPRS برای تایم اسلات هایش از ساختار ۵۲ مالتی فریمی استفاده می نماید. فریم های ۲۴ و ۵۱ به دلیل آنکه به MS این امکان را ارائه می نمایند که محاسبات واندازهن گیری های مرتبط با قدرت سیگنال در سلول های همسایه را انجام دهد، برای ارسال دیتا مورد استفاده قرار نمی گیرند. فریم های ۱۲ و ۳۸ نیز برای محاسبات مربوط به پیشرفتگی زمانی بکار گرفته می شوند.

دیگر فریم های موجود دراین ساختار مالتی فریم های ۵۲ تایی در بلاک های چهار فریمی جمع شده (یک برست به ازای هر فریم) که در واقع کوچکترین واحد برای ارسال ودریافت دیتا محسوب می شود.



شکل ۱-۳: نمایش ساده شده ای از تخصیص PDTCH و تجمیع تایم اسلات

۳-۳- کلاس بندی مالتی اسلات ها

با توجه به کلاس بندی تایم اسلات ترمینال، تعداد دو، سه ویا بیشتری از تایم اسلات ها برای یک مشترک دریک لحظه می تواند جمع بندی شود. بنابراین، سرعت ارسال دیتا برای هر مشترک افزایش می یابد به شرط

آنکه کلیه مشترکین قصد ارسال دیتا در یک زمان را نداشته باشد. جدول ۱-۳ کلاس های مالتی را ارائه می نماید.

امروزه اکثر موبایل های موجود در بازار هم از کلاس های مالتی اسلات ۸ و هم از کلاس های مالتی ۱۰ پشتیبانی می نمایند. همان گونه که در جدول نیز دیده می شود، مالتی اسلات کلاس ۱۰ از چهار تایم در مسیر Downlink و دو تایم اسلات در مسیر Uplink پشتیبانی می نماید که این بدان معناست که سرعت در مسیر Uplink اساساً کمتر از مسیرهای Downlink می باشد. برای کاربردهایی هم چون جستجوی صفحات وب، داشتن پهنای باند بیشتر در مسیر Downlink در مقایسه با مسیر Uplink مزیت عمده ای محسوب نمی شود. در حالی که در صفحات وب و عکس های جاسازی شده نیازمند سرعت بیشتری در مسیر Downlink می باشند، درخواست های ارسالی برای صفحات وب در مسیر Uplink به طور معمول بسیار کوچک می باشند. بنابراین در مسیر Downlink جستجوی صفحات وب از وجود نرخ دیتای بیشتر بهره برده و سرعت محدود در مسیر Uplink چندان مشکلی ایجاد نخواهد نمود.

برای کاربردهایی هم چون ارسال پست های الکترونیکی که دارای فایل های الحاقی بوده و یا پیام های MMS که شامل عکس های بزرگ و فیلم های ویدیویی می باشند.

وجود دو تایم اسلات در مسیر Uplink به طور واضح باعث ایجاد محدودیت شده و به طور چشمگیری در نتیجه، زمان ارسال دیتا را افزایش خواهد داد. امروزه، تنها تعداد کمی از شبکه ها و ترمینال ها قادرند در مسیر Uplink بیش از دو تایم اسلات را بکار گیرند. در سمت ترمینال، این مورد با در نظر گرفتن این حقیقت است که استفاده از چهار تایم اسلات نیازمند توان انتقالی بیشتر از آنچه که سخت افزار GSM براساس آن طراحی شده است، می باشد البته برای کارت های GPRS/PCMCIA این موضوع چندان ایجاد مشکل نخواهد نمود، زیرا که توان چنین کارت هایی از طریق Notebook تأمین می شود. بنابراین، بعضی از این کارت ها دارای قابلیت کلاس ۱۲ GPRS می باشند و از این رو، بکارگیری حداکثر چهار تایم اسلات در مسیر Uplink و در صورت پشتیبانی امکان پذیر خواهد بود.

اهمیت جدول ۱-۳ در این نکته نهفته است که برای اکثر کلاس های ذکر شده، حداکثر تعداد تایم اسلات های که به طور همزمان مورد استفاده قرار گرفته شده اند از تعداد ترکیبی تایم اسلات های Uplink و Downlink کمتر می باشد. نشان داده شده در جدول ۱-۳ برای کلاس های مالتی اسلات ۱۳ تا ۱۵ بیانگر نوع از نوع دوم می باشد که در چنین ترمینال هایی برخلاف نوع اول قابلیت ارسال و دیتا به صورت موازی و همزمان وجود دارد.

جدول ۱-۳: تعدادی از کلاس های مالتی اسلات GPRS

کلاس های مالتی اسلات	تایم اسلاتهای ممکن		
	RX	TX	SUM
۱	۱	۱	۲
۲	۲	۱	۳
۳	۲	۲	۳
۴	۳	۱	۴
۵	۲	۲	۴
۶	۳	۲	۴
۷	۳	۳	۴
۸	۴	۱	۵
۹	۳	۲	۵
۱۰	۴	۲	۵
۱۱	۴	۳	۵
۱۲	۴	۴	۵
۱۳	3	3	NA-۲
۱۴	4	4	NA-2
۱۵	5	5	NA-2

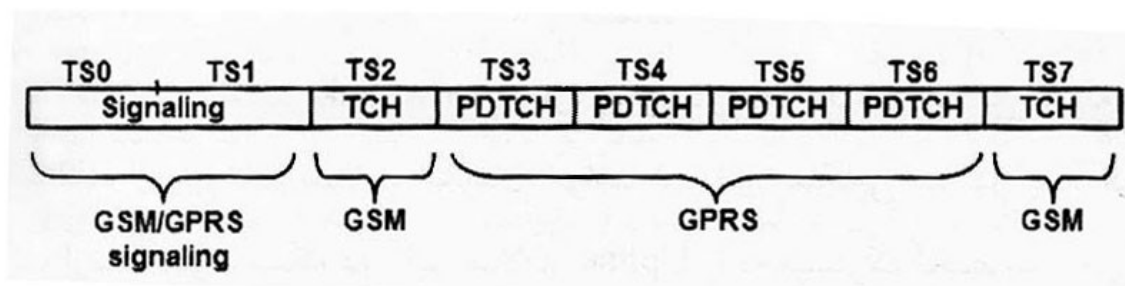
مثلاً در کلاس ۱۰ GPRS که امروزه به طور وسیع مورد استفاده قرار می گیرد، مجموع تایم اسلات ها برابر با پنج می باشد که این بدان معنا خواهد بود که اگر چهار تایم اسلات توسط شبکه در مسیر Downlink تخصیص داده شده باشند، تنها در مسیر Uplink می توان یک تایم اسلات را تخصیص داد. حال، اگر شبکه تشخیص دهد که MS ها قصد دارند که مقدار زیادی دیتا را به شبکه ارسال نمایند، ارتباط به منظور استفاده از دو تایم اسلات در جهت Uplink و نیز سه تایم اسلات در مسیر Downlink دوباره پیکر بندی خواهد شد.

که این مسأله باردیگر منجر به استفاده از پنج تایم اسلات همزمان خواهد شد. مثلاً هنگامی که در ابتدا درخواست صفحه وب ارسال شود، شبکه دو تایم اسلات Uplink را به طور مشترک تخصیص می دهد. به محض آنکه دیتا به مشترک ارسال می شود، شبکه به سرعت ارتباط را به منظور استفاده از چهار تایم اسلات در مسیر Uplink و تنها در صورت نیاز به یک تایم اسلات در مسیر Uplink دوباره پیکر بندی می نمایند. برای آنکه شبکه از تعداد تایم اسلات های تحت حمایت ترمینال آگاهی یابد، می بایست از قابلیت هایش

باخبر باشد. از جمله این قابلیت ها می توان به رمزنگاری و کلاس بندی MS ها اشاره نمود. اطلاعاتی در مورد کلاس بندی و تعداد تایم اسلات های آزاد به طور مداوم برای دسترسی ترمینال به شبکه ارسال می شود. تمامی این اطلاعات ها توسط شبکه دریافت شده و در آن هنگام، شبکه تصمیم خواهد گرفت که چه تعدادی از تایم اسلات ها را به مشترک شبکه اختصاص دهد.

۳-۴- کاربرد تایم اسلات GSM/GPRS ترکیبی در یک ایستگاه پایه

از آن جایی که GPRS به عنوان یک سیستم افزوده به GSM برشمرده می شود، ۸ تایم اسلات در دسترس در هر حامل فرکانسی بر روی واسطه هوایی می توانند بین GPRS و GSM به اشتراک گذاشته شوند. مطابق با شکل ۲-۳ اپراتور شبکه می توانند انتخاب نمایند که چگونه تایم اسلات ها مورد استفاده قرار گیرند. تایم اسلات ها می توانند به صورت استاتیک تخصیص داده شوند که بدین معنی خواهد بود که تعداد یا زمان تایم اسلات ها برای GSM و تعدادی نیز برای GPRS در نظر گرفته می شوند. اپراتور قادر است که به صورت پویا تایم اسلات ها را به GSM و GPRS تخصیص دهد. اگر میزان ترافیک صوتی GSM بسیار باشد، آنگاه می توان از تایم اسلات های بیشتری برای GSM استفاده نمود و اگر ترافیک صوتی کاهش یابد، تایم اسلات های بیشتری به GPRS تخصیص داده خواهد شد. این امکان نیز وجود دارد که تعداد تایم اسلات های حداقلی نیز برای GPRS در نظر گرفته شود و به صورت پویا و با توجه به ترافیک صوتی، تایم اسلات ها افزوده و یا کاسته شوند.



شکل ۲-۳: بکارگیری اشتراکی تایم اسلات های یک سلول برای GSM و GPRS

۳-۵- کلاس های ایستگاه سیار (MS)

سه طبقه بندی مختلف برای ایستگاه های سیار توسط استاندارد GPRS تعیین شده است. موبایل های کلاس C تنها در یک زمان توانایی اتصال به GPRS یا GSM را دارا می باشند. از آن جایی که این چنین وضعیتی برای کاربر مناسب نمی باشد، از این رو موبایل های کلاس C تنها برای سیستم های تعبیه ای شده ای که نیازمند GSM یا GPRS برای انتقال دیتا می باشند، مناسب خواهد بود.

امروزه، کلیه موبایل هایی که در بازار به فروش می رسند از نوع کلاس B می باشند. برخلاف کلاس C این دسته از موبایل ها قادرند که هم به سیستم GPRS و هم به سیستم GSM متصل شوند. اما با این وجود، هنوز محدودیت عمده ای در ارتباط این دسته وجود دارد و این مربوط به عدم استفاده دو سیستم مذکور در عین واحد می باشد. به عبارتی دیگر، هنگامی که یک مکالمه در حال اجراست امکان انتقال دیتا از طریق GPRS وجود ندارد.

همچنین، در حین انتقال دیتا هیچ گونه مکالمه ای امکان پذیر نخواهد بود. برای مکالمات خروجی این مسأله به عنوان مشکل محسوب نمی شود. اگر انتقال دیتای GPRS فعال باشد، هنگامی که کاربر مکالمه تلفنی را آغاز می نماید، این انتقال دیتا قطع خواهد شد و به صورت خودکار، هنگامی که مکالمه پایان پذیرد دوباره ارسال دیتا ادامه خواهد یافت. به دلیل آنکه تنها انتقال دیتا قطع می شود، احتیاجی به اتصال مجدد به شبکه GPRS نمی باشد.

نکته با اهمیت آن است که در حین انتقال دیتا، ایستگاه موبایل قادر به شنیدن کانال فراخوانی GSM نمی باشد که این بدان معناست که موبایل مکالمات ورودی یا پیام های SMS را نمی تواند تشخیص دهد. در بیشتر موارد چنین وضعیتی برای کاربردهای اینترنتی به عنوان مشکل محسوب نمی شود. زمانی که انتقال دیتای فعلی پایان پذیرد، PDTCH ها آزاد شده و دوباره موبایل قادر خواهد بود که به کانال فراخوانی گوش فرادهد.

از آن جایی که یک پیام فراخوانی به طور معمول پس از دو ثانیه تکرار می شود، احتمال شنیدن تصادفی یک پیام فراخوانی واز دست دادن یک مکالمه به نسبت بین زمان انتقال دیتای فعلی و زمان سرگردانی بستگی خواهد داشت. به طور انتخابی، شبکه های سوئیچینگ مداری وبسته ای می توانند اطلاعات مکالمات ورودی وپیام های SMS را تبادیل نمایند. از این طریق، درحین انتقال دیتا هیچ گونه پیام فراخوانی از دست نخواهد رفت.

استاندارد GPRS موبایل های کلاس A را نیز پیش بینی نموده است که در دو سیستم GSM و GPRS ودریک زمان می توانند فعال باشند. به بیانی دیگر انتقال دیتای GPRS و مکالمه GSM دریک لحظه امکان پذیر خواهد بود. امروزه، به دلیل آنکه پیاده سازی عملیاتی این دستگاه ها نیازمند دوسری فرستنده گیرنده مستقل در ایستگاه های سیار (MS) می باشد، چنین موبایل هایی در بازار وجود ندارند. از آن جایی که چنین مورد غیر عملی به نظر رسیده است، یک افزاینده در استاندارد GPRS بکار گرفته شده است که به آن "حالت انتقال دو طرفه" یا به اختصار DTM¹ گفته می شود. DTM بخش های سوئیچینگ بسته ای مداری شبکه GSM/ GPRS را سنکرون نموده و به صورت همزمان، اجازه بهره مندی از امکانات GPRS و GSM را با یک فرستنده گیرنده در Handset فراهم می نماید.

۳-۶-مد عملیاتی شبکه

مشابه با سیستم GSM دیتای انتقالی از طریق GPRS از هر دو نوع دیتای کاربر و نیز دیتای سیگنالینگ در حین پروسه های زیر مبادله می شود:

¹ - Dual Transfer Mode

- ۱- فراخوانی ایستگاه سیار از سوی شبکه به منظور آگاهی از بسته های ورودی
- ۲- دسترسی ایستگاه سیار به شبکه به منظور درخواست منابع (PDTCH ها) برای ارسال بسته ها
- ۳- اصلاح منابع اختصاص داده شده به مشترک
- ۴- تصدیق دریافت صحیح بسته های دیتای کاربری

به طور کلی، سیگنالینگ از طریق چند روش اجرا می شود. در سیستم GPRS به سیگنالینگ عملیاتی شبکه مد شماره ۱، NOMI گفته می شود که برای اجرای دیتای سوئیچینگ مداری بسته ای و از طریق کانال فراخوانی (PCH)^۱ سیستم GSM و یا در صورت در دسترس بودن، از طریق کانال فراخوانی بسته ای (PPCH) سیستم GPRS اجرا می شود.

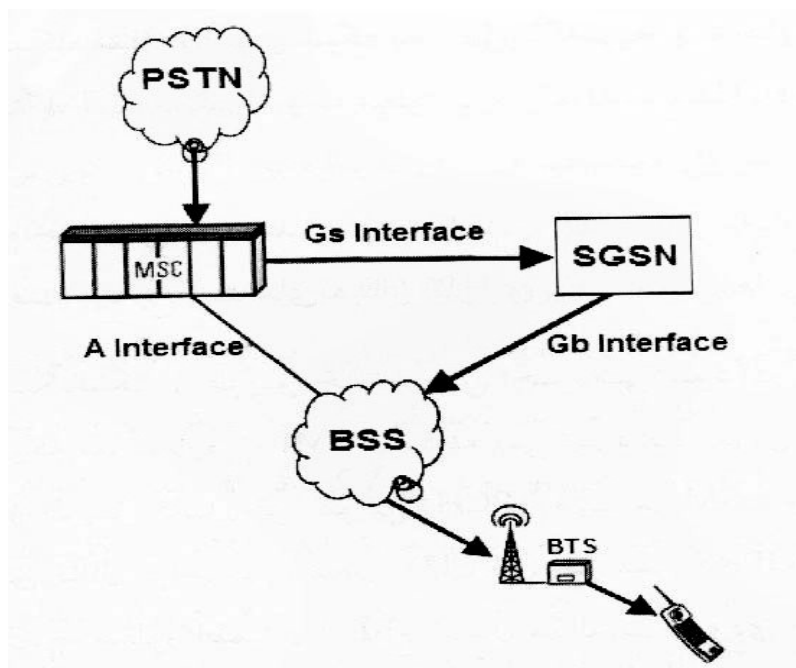
در حین انتقال دیتای فعال، به منظور اطمینان از قطع نشدن مکالمات ورودی از طریق ایستگاه های سیار کلاس B بین قسمت سوئیچینگ مداری (MSC) و سوئیچینگ بسته ای (SGSN)^۲ شبکه از یک واسطه استفاده می شود که به آن واسطه Cs گفته می شود.

فراخوانی برای مکالمات ورودی سوئیچ شده مداری به بخش سوئیچینگ بسته ای ارسال می شود و سپس مطابق با شکل ۳-۳ به موبایل ارسال خواهد شد. اگر انتقال دیتای بسته ای در حال اجرا باشد، درهنگامی که یک فراخوانی می بایست ارسال شود.

آنگاه موبایل از طریق کانال کنترلی وابسته بسته ای (PACCH) مطلع خواهد شد که به کدام بخش از شبکه سوئیچینگ مداری دسترسی ندارد. در غیر اینصورت فراخوانی توسط PCH یا PPCH اجرا می شود. از واسطه Gs نیز می توان برای پروسه های تلفیقی ترکیبی GSM/ GPRS و نیز بروز رسانی مکانی استفاده نمود. NOMI تنها حالتی است که در آن واسطه Gs قابل دسترسی است و همچنین تنها حالتی است که موبایل در حین انتقال دیتای در جریان، قادر به دریافت فراخوانی است.

^۱ - Paging Channel

^۲ - Serving GPRS Support Node



شکل ۳-۳: فراخوانی برای یک مکالمه ورودی از طریق واسطه Gs

امروزه، به دلیل آنکه واسطه Gs یک واسطه اختیاری محسوب می شود، در شبکه به طور وسیع مورد استفاده قرار نمی گیرد. اما با این وجود، برخی از تأمین کنندگان تجهیزات این شبکه این واسطه را در تجهیزات خود بکار می برند و تعدادی از اپراتورهای شبکه نیز به منظور ارتقاء فعالیت شبکه خود در حین برقراری GPRS از این واسطه استفاده می نمایند.

GPRS NOMII ساده ترین مد بین سه مد شبکه می باشد و به طور روزافزون در شبکه مورد استفاده قرار می گیرد. به دلیل آنکه هیچ ارتباط سیگنالی بین بخش سوئیچینگ مداری بسته ای شبکه وجود ندارد، PPCH نیز بکار گرفته نمی شود. یکی از مشکلات این مد را می توان مربوط به این مطلب دانست که در حین ارسال دیتای سوئیچینگ بسته ای، موبایل متوجه سوئیچینگ مداری ورودی نخواهد شد.

علاوه بر این دو حالت، مد سوم نیز وجود دارد که به آن NOMII گفته می شود. در این مد، واسطه Gs قابل استفاده نمی باشد و از این رو می بایست فراخوانی سوئیچینگ مداری بر روی کانال PCH بکار گرفته شود. در این مد، کانال کنترل مشترک GPRS به همراه زیر کانال های PPCH، PRACH، PAGCH در دسترس می باشند. و طرف سوئیچینگ بسته ای از طریق کانال های خودش، سیگنالی را اجرا می نماید.

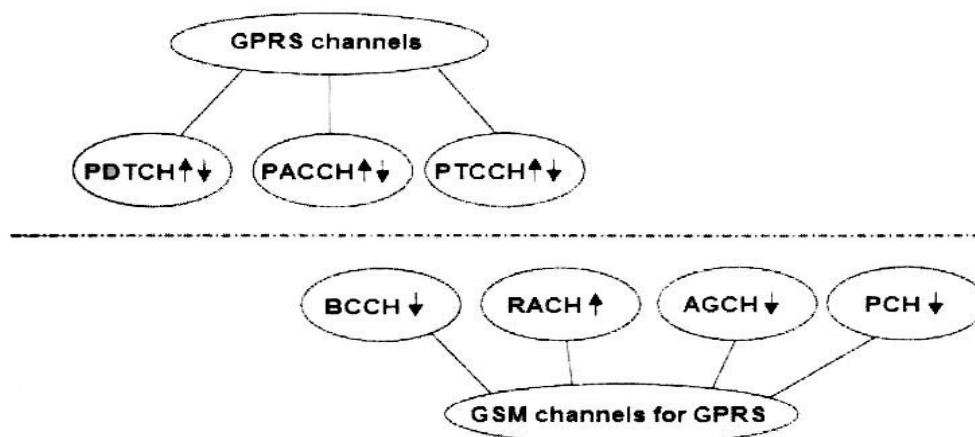
به دلیل آنکه این مد کاهش دهنده بار ترافیکی روی کانال PCH می باشد و از آن جایی که کانال PCH به طور گسترده برای پیام های فرخوانی، درخواست های دسترسی تصادفی و نیز درخواست های واگذاری برای خدمات سوئیچینگ مداری مورد استفاده قرار می گیرد، در بعضی مواقع امکان دارد که نسبت به NOMII قابل ترجیح می باشد. به منظور آگاه نمودن کاربران از این مورد که کدام یک از مدهای شبکه GPRS استفاده می گیرد، GPRS از کانال کنترل مشترک پخش GSM که به آن BCCH گفته می شود استفاده می نماید.

فصل چهارم

کانال های منطقی GPRS بر روی واسطه هوایی

۴-۱- کانال های منطقی GPRS بر روی واسطه هوایی

GPRS تعدادی از کانال های منطقی جدید را بر روی واسطه هوایی تعریف می نماید که برای ارسال دیتای ترافیکی و سیگنالیته در دو مسیر Downlink و Uplink مورد استفاده قرار می گیرند. کانال های منطقی که در شکل ۴-۱ نشان داده شده اند، برای کاربرد در سیستم GPRS الزامی می باشند. مطابق با جدول ۴-۱ کانال های منطقی بسته ای دیتا به دو دسته کانال های ترافیکی و سیگنالیته (کنترلی) تقسیم می شوند. کانال های سیگنالیته نیز خود به سه دسته کانال های پخش بسته ای، کنترل مشترک بسته ای و کنترل اختصاصی بسته ای تقسیم می شوند.



شکل ۴-۱: کانال های منطقی GPRS از مد NOMII

جدول ۴-۱: کانال های منطقی در GPRS

مسیر	عنوان هر کانال	نام اختصاری کانال ها	دسته بندی کانال ها	کانال های منطقی
MS BSS	Packet data traffic	PDTCH	Packet data traffic Channel	کانال های ترافیکی
MS BSS	Packet broadcast Control	PBCCH	Pcket broadcast Control channel	کانال های سیگنالیکنگی
MS BSS	Packet random access	PRACH	Packet common Control channel (PCCCH)	
MS BSS	Packet access grant	PAGCH		
MS BSS	Packet paging	PPCH		
MS BSS	Packet notification	PNCH		
MS BSS	Packet timing Advance control	PTCCH	Packet dedicated Control channel	
MS BSS	Packet associated control	PACCH		

۴-۲- کانال ترافیک دیتای بسته ای (PDTCH)

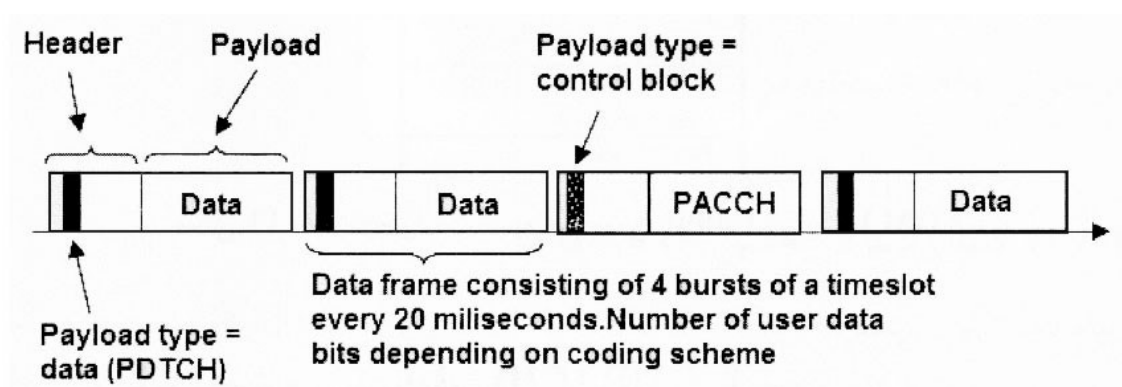
این کانال یک کانال دو طرفه است، بدین معنا که هم در مسیر Uplink و هم در مسیر Downlink مورد استفاده قرار می گیرد. این کانال ها به منظور ارسال دیتای کاربر از طریق واسطه هوایی کاربرد دارد. واز طرفی دیگر، بروی تایم اسلات هایی که برای GPRS در یک ساختار مالتی فریم ۵۲ تایی اختصاص داده شده انتقال می یابند. این کانال به یک MS اختصاص داده می شود و در حالت PTM (Point Multipoint) نیز به چندین MS تخصیص داده می شوند. یک MS می تواند به طور همزمان از چندین PDTCH استفاده نماید.

۴-۳- کانال کنترلی وابسته ای بسته ای (PACCH)^۱

این کانال نیز همانند کانال PDTCH یک کانال دو طرفه می باشد. و به منظور ارسال پیام های کنترلی مورد استفاده قرار می گیرد. این پیام ها از آن جهت ضروری می باشند که بسته هایی را که روی کانال PDTCH انتقال می یابند، تأیید می نمایند. هنگامی که یک موبایل بسته های دیتای شبکه را از طریق یک کانال PDTCH در مسیر Downlink دریافت می نماید.

^۱ -Packet Associoated Control Channel

همانند کانال PDTCH ، کانال PACCH نیز بر روی تایم اسلات های اختصاصی GPRS در بلاک هایی با ساختار ۵۲ مالتی فریمی انتقال می یابد. به دلیل آنکه ترمینال و شبکه بین کانال های PDTCH و PACCH که هر دو از طریق منبع فیزیکی مشترکی منتقل می شوند بتوانند تفکیک ایجاد نماید، می بایست هدر هر بلاک مطابق با شکل ۴-۲ از یک فیلد اطلاعاتی کانال منطقی تشکیل شود.

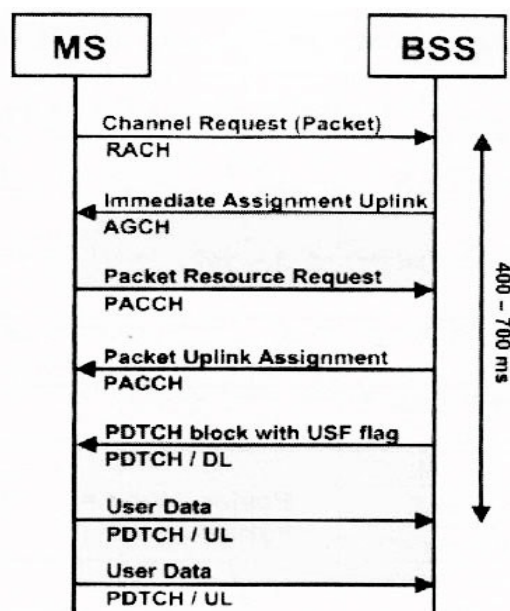


شکل ۴-۲: کانال های PDTCH و PACCH بر روی تایم اسلات مشترک ارسال می شوند.

۴-۴- کانال کنترل پیشرفتگی زمانی بسته ای (PTCCH)^۱

این کانال به منظور تخمین پیشرفتگی زمانی و نیز کنترل ترمینال های فعال کاربرد دارد. برای محاسبه پیشرفتگی زمانی، شبکه می تواند به یک ترمینال فعال دستور دهد که یک پرست کوتاه را در فاصله زمانی منظم بر روی کانال PTCCH ارسال نماید. سپس، شبکه پیشرفتگی زمانی را محاسبه نموده و نتایج بدست آمده را در مسیر Downlink کانال PTCCH برمی گرداند. در مد GPRS.NOMII از دسته کانال هایی برای دسترسی شبکه استفاده می نماید. که قبلاً برای وظایف سوئیچینگ مداری در سیستم GSM مورد استفاده قرار می گرفتند. در شکل ۴-۳ دیدگاهی کلی در مورد آنکه یک موبایل چگونه از این دسته از کانال ها به منظور درخواست منابع روی واسطه هوایی استفاده می نماید، نشان داده شده است.

^۱ Packet Timing Advance Control Channel



شکل ۴-۳: درخواست منابع در مسیر Uplink در مدل NOMI

۴-۵- کانال دسترسی تصادفی (RACH)^۱

اگر موبایل قصد داشته باشد که بلاک دیتا را به شبکه ارسال نماید، می بایست با شبکه در ارتباط باشد و منابع Uplink را درخواست نماید. این مرحله، دقیقاً همانند آنچه در مورد سیستم GSM و مکالمات مطرح شده است، انجام می پذیرد. تنها تفاوتی که وجود دارد مربوط به محتوای پیام درخواستی کانال می باشد، به طوری که به جای درخواست منبع سوئیچینگ مداری، پیام منابع بسته ای را روی واسطه هوایی درخواست می نماید.

۴-۶- کانال پذیرش دسترسی (AGCH)^۲

شبکه به درخواست کانال روی RACH با یک پیام واگذاری بسته فوری که دربرگیرنده اطلاعاتی در مورد منابع بسته ای PDTCH می باشد که به موبایل این اجازه را می دهد که در مسیر Uplink مورد استفاده قرار می گیرد، پاسخ خواهد داد. PCU نیز در صورتی که دیتایی برای ارسال به موبایل وجود داشته باشد، می تواند منابع را در مسیر Downlink برای موبایل اختصاص دهد. اگر موبایل در وضعیت آماده باشد، شبکه بی درنگ می تواند یک پیام و تگذاری فوری را بدون فرخوانی موبایل در ابتدا ارسال نماید.

۴-۷- کانال فراخوانی (PCH)

در شرایطی که موبایل در وضعیت انتظار به سر می برد، تنها منطقه مکانی مشترک مشخص می باشد. از آن جایی که سلول خودش مشخص نیست، منابع می توانند به صورت فوری اختصاص یابند و مشترک می بایست در ابتدا فراخوانده شود. بدین منظور GPRS از کانال فراخوانی GSM استفاده می نماید.

^۱ - Random Access Channel

^۲ - Access Grant Channel

۴-۸- کانال کنترل پخش (BCCH)^۱

پیام اطلاعاتی سیستم جدید (SYS-INFO13) بر روی کانال BCCH و به منظور آگاه سازی موبایل ها درباره پارامترهای GPRS تعریف شده است. این کانال ها از آن جهت با اهمیت است که به موبایل این فرصت را ارائه می دهد که اگر GPRS در یک سلول در دسترس باشد، کدام یک از حالت های NOM مورد استفاده قرار گیرند. و یا اگر EGPRS فعال باشد، کدام مد را در حال اجرا می باشد.

در شبکه های پرترافیک و شلوغ، کانال های کنترل مشترک همانند RACH، PCH و AGCH برای کاربردهای سوئیچینگ مداری به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته اند. از آن جایی که GPRS نیز از این دسته کانال ها به طور گسترده استفاده می نماید، وضعیت بیش از پیش دشوار خواهد شد. زیرا که به منظور حذف بار GPRS بر روی این دسته از کانال ها و نیز BSC که این کانال ها را کنترل می نماید.

یک کانال مشترک بسته ای اختیاری تعریف شده است که این کانال را با PCCCH نشان می دهند، به گونه ای که از تایم اسلات خودش استفاده نموده و توسط BSC و PCU ارسال می شود. این کانال به عنوان یک چتری برای کانال های منطقی زیر می باشد که این کانال ها عبارتند از:

۱- کانال دسترسی تصادفی بسته ای (PRACH)

۲- کانال پذیرش دسترسی بسته ای (PAGCH)

۳- کانال فراخوانی بسته ای (PPCH)

۴- کانال اطلاع رسانی بسته ای (PNCH)

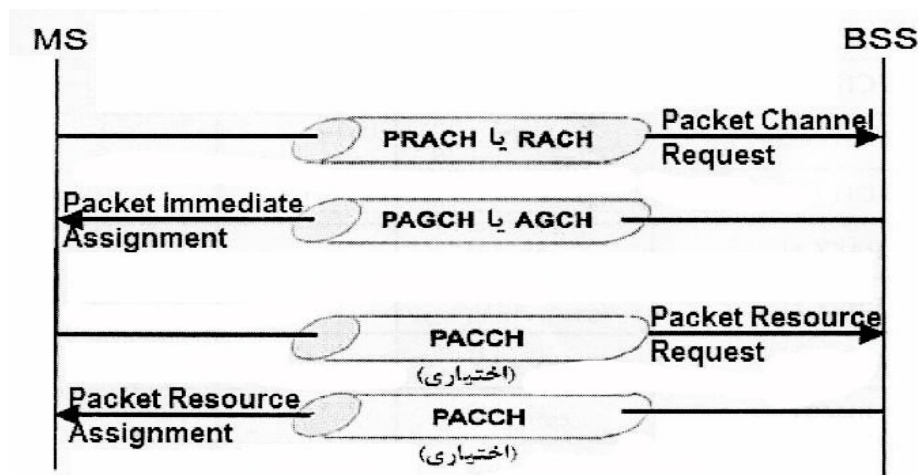
کانال دسترسی تصادفی بسته ای (PRACH) توسط MS ها و به منظور درخواست یک یا چند PDTCH مورد استفاده قرار می گیرد. کانال پذیرش دسترسی بسته ای (PAGCH) نیز به منظور تخصیص یک یا چند PDTCH به یک MS کاربرد دارد. کانال فراخوانی بسته ای (PPCH) نیز توسط BSS به منظور یافتن مکان یک MS (فراخوانی) پیش از ارسال بسته ای در مسیر Downlink بکار گرفته می شود. همچنین، کانال اطلاع رسانی بسته ای (PNCH) نیز برای آگاه سازی MS ها از پیام های PTM ورودی کاربرد دارد. وجود کانال PCCCH در مد NOMIII الزامی ولی در مد NOMII اختیاری می باشد. ایراد این کانال در این است که یک تایم اسلات کامل از یک سلول را اشغال نموده و در نتیجه، ظرفیت برای دیتای کاربر کاهش می دهد.

شکل ۴-۴ چگونگی تخصیص کانال در مسیر Uplink را نمایش می دهد (انتقال بسته ای با مرجعیت موبایل) در این فرآیند، یک MS با ارسال یک پیام packet channel request بر روی PRACH یا RACH یک کانال درخواست می نماید و BSS نیز بر روی کانال PAGCH یا AGCH پاسخ می دهد.

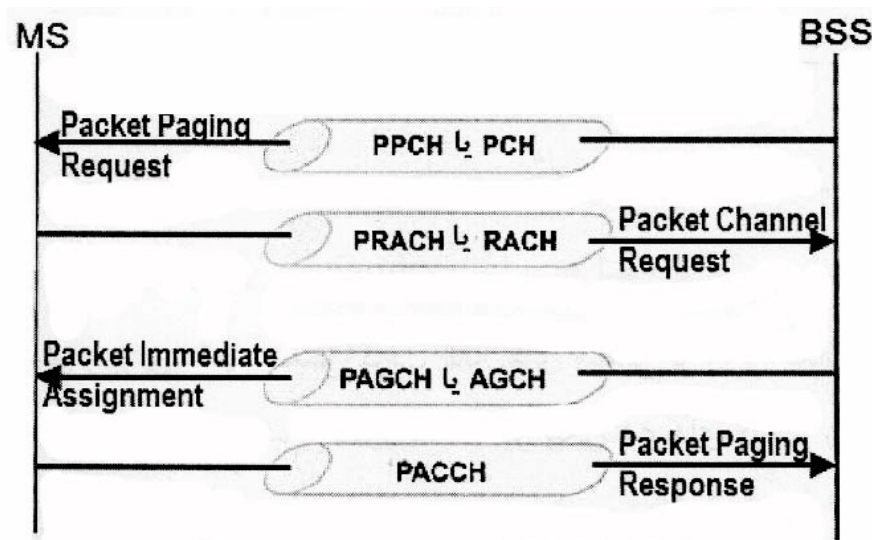
هنگامی که packet channel request موفقیت آمیز باشد، آنگاه جریان بلاک موقتی (TBF) برقرار شده که با استفاده از آن منابعی همانند PDTCH و بفرهابه MS تخصیص داده شده و ارسال دیتا آغاز می شود. در حین انتقال دیتا، USF در هدر بلاک های Downlink به دیگر MS ها نشان می دهد که این PDTCH در مسیر Uplink پیش از این حال استفاده بوده است. در سمت گیرنده، یک شناسه جریان موقتی (TFI) به دوباره جمع نمودن بسته ها کمک می نماید. هنگامی که دیتا به طور کامل انتقال داده شود. TBF و منابع

^۱ - Broadcast Control channel

دوباره آزاد می شوند. شکل ۴-۴ فرآیند فراخوانی یک MS را نمایش می دهد. (انتقال بسته ای با پایان پذیری موبایل).



شکل ۴-۴: تخصیص کانال در مسیر Uplink (Mobile-originated transfer)



شکل ۴-۵: فرآیند فراخوانی یک Mobile-terminated packet transfer

در جدول ۴-۲ کانال های منطقی GPRS برحسب طول بلاک، خروجی خالص دیتا ارائه شده اند. چهار الگوی کدینگ مختلف (CS-1 تا CS-4) برای ارسال دیتا بروی کانال PDTCH تعریف شده است.

جدول ۲-۴: کانال های منطقی در GPRS

نوع کانال	خروجی خالص دیتا (kb/s)	طول بلاک (bits)	فاصله بلاک (ms)
PDTCH(CS-1)	۹/۰۵	۱۸۱	-
PDTCH(CS-2)	۱۳/۴	۲۶۸	-
PDTCH(CS-3)	۱۵/۶	۳۱۲	-
PDTCH(CS-4)	۲۱/۴	۴۲۸	-
PACCH	قابل تغییر		-
PBCCH	*۱۸۱/۱۲۰S	۱۸۱	۱۲۰
PAGCH	قابل تغییر	۱۸۱	-
PNCH	قابل تغییر	۱۸۱	-
PPCH	قابل تغییر	۱۸۱	-
PRACH (برست دسترسی ۸ بیتی)	قابل تغییر	۸	-
PRACH (برست دسترسی ۱۱ بیتی)	قابل تغییر	۱۱	-

۴-۹- ترکیب کانال ها

همانند GSM از کانال های منطقی GPRS نیز می توان در ترکیب های مشخصی استفاده نمود. ترکیب های مجاز برای مالتی پلکسی کردن کانال های منطقی بر روی کانال های فیزیکی در جدول ۳-۴ نیز پیکربندی کانالی را که MS می تواند بکاربرد. نشان می دهد.

جدول ۳-۴: ترکیب های کانال های منطقی GPRS

	B10	B11	B12	B13
PDTCH				
PBCCH				
PCCCH				
PACCH				
PTCCH				

جدول ۴-۴: ترکیب کانالی مورد استفاده در MS

	M9	M10
PDTCH		
PBCCH		
PCCCH		
PACCH		
PTCCH		

ترکیب M9 بیانگر یک MS در حالت Idle می باشد که در انتظار بسته های ورودی است. ترکیب M10 یک MS ارسالی به همراه قابلیت های مالتی اسلاتی را نشان می دهد. چندین PDTCH به یک MS اختصاص داده می شود که در آن n بیانگر تعداد کانال های PDTCH ای می باشد که ارسال دوطرفه را امکان پذیر نموده و m نیز تعیین کننده تعداد PDTCH هایی می باشد که تنها ارسال یک طرفه را ممکن می نماید. در این ترکیب $n+m=1, \dots, 8$ و $m=0, \dots, 8$ و $n=1, \dots, 8$ می باشد.

۴-۱۰- نگاشت کانال های منطقی دیتای بسته ای بر روی کانال های فیزیکی

نگاشت کانال های منطقی GSM بر روی کانال های فیزیکی دارای دو مؤلفه می باشد که عبارتند از:

۱- نگاشت مبتنی بر فرکانس

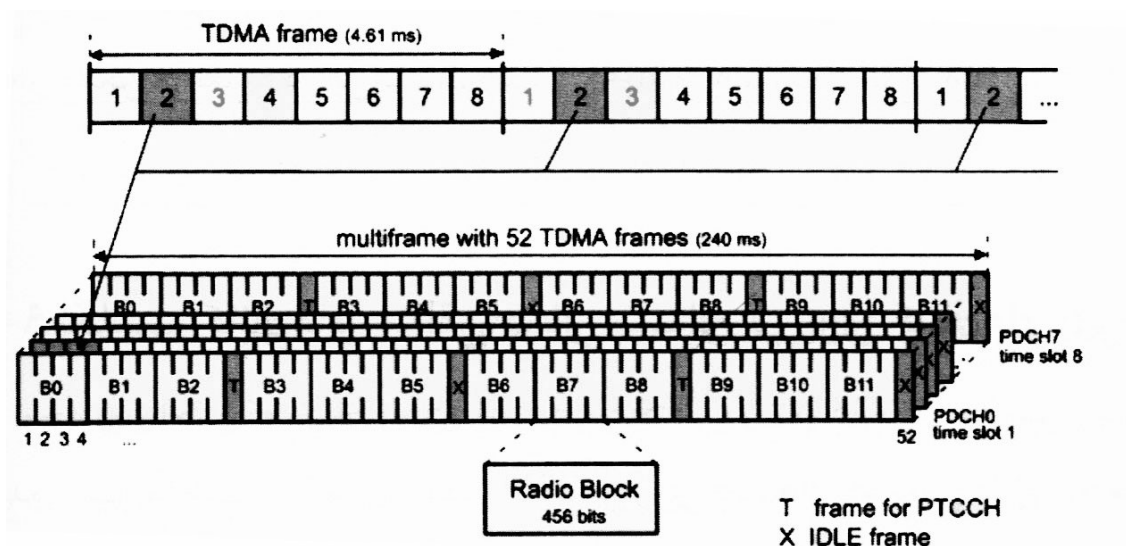
۲- نگاشت مبتنی بر زمان

نگاشت مبتنی بر فرکانس برحسب تعداد فریم TDMA و فرکانس های تخصیصی به BTS و MS می باشد. نگاشت مبتنی بر زمان برحسب تعریف ساختارهای مالتی فریمی بر روی فریم های TDMA استوار می باشد. ساختار مالتی فریمی برای PDTCH ها شامل ۵۲ فریم TDMA می باشد که مطابق با شکل ۵-۴ هر کدام دارای ۸ تایم اسلات می باشد.

تایم اسلاتهای متناظر از یک PDCH از ۴ فریم TDMA پشت سرهم، یک بلاک رادیویی (بلاک ها B0 تا B11) را تشکیل می دهند. دو فریم TDMA برای ارسال PTCCH ذخیره شده و دو فریم TDMA باقی مانده و نیز فریم های Idle می باشند. بنابراین، یک مالتی فریم دارای یک دوره زمانی تقریباً برابر با 240ms می باشد. ($52 \times 4/615 \text{ms}$) و یک بلاک رادیویی نیز دربردارنده ۴۵۶ بیت است.

نگاشت کانال های منطقی بر روی بلاک های B0 تا B11 از مالتی فریم می تواند از پلاکی به پلاک دیگر تغییر نماید و توسط پارامترهایی که بر روی PBCCH پخش می شوند، کنترل گردد. علاوه بر این، یک ساختار ۵۱

مالتی فریمی نیز قابل تعریف می باشد که تنها برای کانال های منطقی PCCCH و PBCCH کاربرد دارد. این کانال ها تشکیل دهنده ترکیب B13 در جدول ۳-۴ می باشند. در مسیر Downlink شامل پلاک ۱۰ پلاک ۴ فریمی (B0-89) و ۱۰ فریم Idle می باشد. در مسیر Uplink نیز دارای ۵۱ فریم دسترسی تصادفی بوده و دوره آن می باشد.



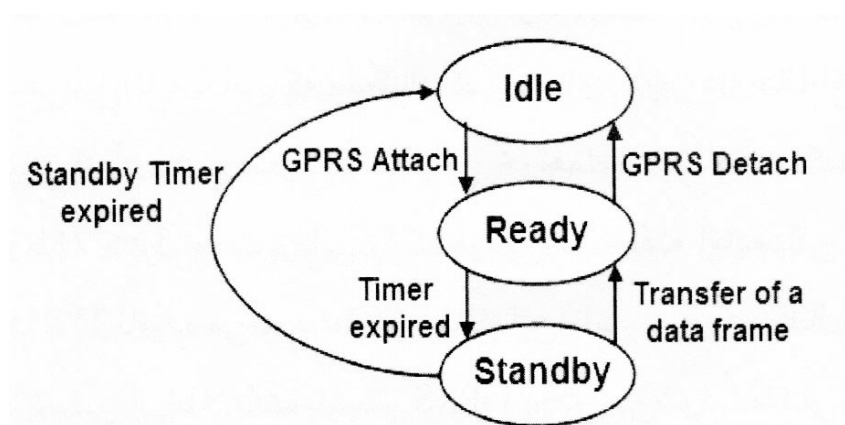
شکل ۴-۶: ساختار مالتی فریم با ۵۲ فریم TDMA

فصل پنجم

مدل حالت GPRS

۵-۱- مدل حالت GPRS

هنگامی که موبایل به شبکه GSM متصل می شود، تازمانی که هیچ گونه ارتباطی برقرار نشده است می تواند در حالت Idle و یا سرگردان باقی بماند و یا درحین مکالمه یا تبادل اطلاعات سیگنالینگ درحالت Dedicated و یا تخصیص یافته قرار گیرد. برای شبکه GPRS یک مدل حالت جدیدی به منظوربرآورده نمودن نیازهای ارتباط سوئیچینگ بسته ای تعریف شده است که در شکل ۲۰-۱۸ به خوبی نمایش داده شده است. در ادامه، به تشریح هریک از این حالات خواهیم بود.



شکل ۱-۵: مدل حالت GPRS

۵-۲- حالت سرگردان^۱

در این حالت، MS اصلاً به شبکه GPRS متصل نمی باشد. (عدم دسترسی) وند حمایت خدمات GPRS که به آن SGSN گفته می شود نیز از مکان کاربر آگاه نمی باشد واز آن جایی که هیچ گونه زمینه ای برای پروتکل دیتای بسته ای (PDP)^۲ برقرار نشده است، شبکه نمی تواند هیچ بسته ای را برای کاربر ارسال نماید. در سیستم سوئیچینگ مداری شبکه GSM در حالت سرگردان یا Idle، موبایل به طرف سوئیچینگ مداری شبکه مرتبط شده و توسط شبکه قابل دسترس خواهد بود. به همین منظور هیچ گاه نباید دو مفهوم متفاوت حالت سرگردان در سوئیچینگ مداری GSM را با سوئیچینگ بسته ای GPRS متشابه دانست.

۵-۳- حالت آماده^۳

اگر کاربر قصد اتصال به شبکه GPRS را داشته باشد، به محض آنکه اولین بسته ارسال شود، موبایل وارد حالت آماده یا Ready State می شود. در این حالت، ایستگاه سیار (MS) می بایست هرگونه انتخاب مجدد سلول را به شبکه گزارش دهد تا SGSN بتواند موقعیت کاربر را در دیتابیس خود بروز نماید. به این پروسه، بروز رسانی سلول یا Cell update گفته می شود. این پروسه، به جای فراخوانی به اجبار موبایل در ابتدا به دلیل مکان یابی سلول تحت سرویس کاربر، شبکه را مستقیماً به منظور ارسال هرگونه دیتای ورودی برای کاربر وبه طرف MS فعال می سازد.

موبایل تا هنگامی که سیگنالینگ یا دیتای کاربر در حال انتقال باشد و حتی تا زمانی مشخص پس از آن، در وضعیت آماده باقی خواهد ماند. تایمری که پس از ارسال آخرین بلاک دیتا وظیفه کنترل مدت زمانی را که موبایل در حالت آماده باقی مانده است، برعهده دارد. تایمر T ۳۳۱۴ نامیده می شود. مقدار زمانی این تایمر برروی کانال های BCCH یا PBCCH به عنوان بخشی از اطلاعات سیستم GPRS پخش می شود. مقدار زمان معمول این تایمر که در بسیاری از شبکه ها مورد استفاده قرار می گیرد، برابر با مدت زمان ۴۴ ثانیه می باشد.

هرگاه که دیتا انتقال یابد، تایمر هم در MS و هم در SGSN به مقدار اولیه خودش برگردانده می شود. هنگامی که تایمر به صفر برسد، ارتباط منطقی بین موبایل و شبکه به صورت خودکار به وضعیت انتظار ویا (Standby)، برمی گردد. توجه به این کته نیز با اهمیت است که وضعیت آماده یک موبایل، با قابلیت MS برای ارسال دیتا واز اینترنت به یک معنا نمی باشد، به گونه ای که به منظور ارسال دیتای کاربر، از مفهومی به نام PDP استفاده می شود.

حالت آماده در واقع بیانگر این مطلب است که هم سیگنالینگ و هم در صورت امکان دیتای کاربر، توسط شبکه می توانند بدون فراخوانی قبلی به طرف ترمینال ارسال شوند. حالت آماده از بعضی جهات مشابه حالت تخصیص یافته در GSM می باشد، اما باید به این نکته نیز توجه داشت که در حالت آماده در GPRS شبکه مسئول تحرک پذیری کاربر، آن گونه که در حالت تخصیص یافته GSM شاهد آن هستیم، نمی باشد. در واقع،

^۱ - Idle State

^۲ - Packet Data Protocol

^۳ - Ready State

تصمیم مبتنی برانتخاب یک سلول جدید برای ارسال دیتا نه توسط شبکه (به میحث HO در GSM مراجعه نمایید). بلکه به وسیله MS اتخاذ می شود.

اگر در حین ارسال دیتا، کیفیت سیگنال دچار ایراداتی شود و موبایل سلول بهتری را پیدا نماید. آنگاه موبایل ارسال دیتا را قطع نموده و به سلول جدید تغییر وضعیت می دهد. در ادامه پس از خواندن اطلاعات سیستمی روی کانال BCCH ارتباط دوباره برقرار می شود و شبکه را از تغییر سلول پدید آمده آگاه می سازد. کل این پروسه در حدود ۲ ثانیه به طول می انجامد و پس از طی این زمان، ارتباط دوباره از سر گرفته خواهد شد. امکان ارسال مجدد دیتای ارتباط قطع شده در صورتی که توسط شبکه یا موبایل پیش از این تغییر سلول تأیید نشده باشد، وجود دارد. تا هنگامی که قطع مسیر ارتباط حتی به عنوان ممانعتی کوچک برای خدمات تعاملی همچون جستجوی صفحات وب محسوب می شود.

این روند اشکال عمده ای برای خدماتی چون انتقال صورت از طریق IP یا VOIP ایجاد خواهد نمود. به منظور به حداقل رساندن تأثیر تغییرات سلول، یک روش اختیاری که لازمه پشتیبانی شبکه و ترمینال می باشد به استاندارد GPRS افزوده شده است که به آن تغییر سلول کمکی شبکه و یا NACC گفته می شود. در این روش، هنگامی که ترمینال قصد تغییر سلول داشته باشد، امکان ارسال بسته ای به عنوان پیام اطلاعاتیه تغییر سلول به شبکه را خواهد داشت.

در ادامه، شبکه پاسخ خود را با بسته ای که به عنوان پیام دیتای سلول همسایه می باشد، در کنار ارسال دیتای کاربر که شامل کلیه بخش های لازم اطلاعات سیستمی از سلول جدید است، ارسال می نماید تا انتخاب مجدد سریع اجرا شود. سپس، شبکه ارسال دیتای کاربر در مسیر Downlink را متوقف نموده و به ترمینال دستور تغییر به سلول جدید را ارائه می نماید.

در این هنگام، موبایل به سلول جدید انتقال یافته و در ارتباط با شبکه بدون خواندن پیام های اطلاعات سیستمی از کانال پخش دوباره از سر گرفته خواهد شد. بدون در نظر گرفتن این مرحله، وقفه به وجود آمده در ترافیک دیتا به مقداری در حدود چند صدمیلی ثانیه کاهش می باد. در ادامه، شبکه می تواند از جایی که ارسال دچار وقفه شده است، ارسال دیتا در مسیر Downlink را از سر بگیرد. برای تکمیل پروسه، ترمینال در حین ارسال دوباره دیتای کاربر از شبکه و از طریق ایجاد یک پیام اطلاعات سیستمی در مورد اطلاعات سیستمی باقیمانده درخواست ارائه می دهد.

در حالی که پیاده سازی NACC در ترمینال ها ساده می باشد، اما مشکلاتی نیز در طرف شبکه به وجود می آید. تا هنگامی که سلول های قدیمی و جدید همگی در منطقه مکانی یکسانی قرار داشته باشند، از آن شبکه یکسانی کنترل شده و در نتیجه ایرادی وجود نخواهد داشت اما در صورتی که سلول های جدید و قدیم در مناطق متفاوت قرار داشته باشند، این امکان وجود خواهد داشت که توسط عناصر مختلف شبکه نیز کنترل شوند.

بنابراین، پیش از انتخاب مجدد سلول توسط ترمینال و به منظور دوباره جهت دهی جریان دیتا در مسیر Downlink بکارگیری یک همسان اضافی بین عناصر شبکه ضرورت می یابد. متأسفانه هنگامی که NACC برای اولین بار در Release4 استانداردهای GPRS معرفی گردید، این همزمان سازی مشمول استاندارد مورد

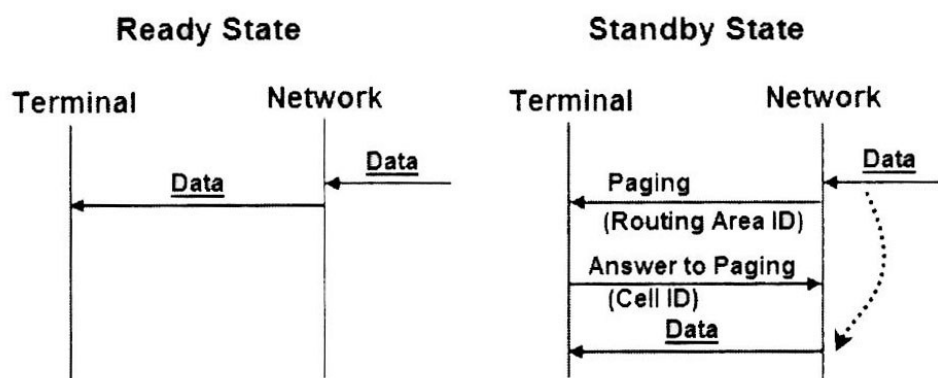
نظر نمی شد که این مسأله امکان دارد که NACC^۱ را برای تغییرات سلولی در داخل مناطق مکانی دچار محدودیت کرده باشند.

از آن جایی که NACC نسبتاً دیر هنگام استاندارد سازی شده، هیچ شبکه و ترمینالی عملیاتی وجود ندارد که این عاملیت را پشتیبانی نماید. اما از سویی دیگر، تعدادی از تأمین کنندگان تجهیزات، خبر از دسترسی به این مشخصه را نیز داده اند که در این صورت می توان احتمال فعال سازی آن را در آینده ای نه چندان دور متصور دانست.

۵-۴- حالت انتظار^۲

در شرایطی که برای مدتی هیچ دیتایی ارسال نشود، زمان سنج حالت آماده به حالت انتظار یا Standby state تغییر وضعیت خواهد داد. در این حالت، اگر سلول جدید متعلق به منطقه مسیریابی (RA) متفاوتی باشد، ترمینال تنها شبکه را از تغییر سلول با خبر خواهد نمود. در حالتی که دیتا وارد شبکه شود، برای ترمینال پس از آنکه وارد حالت انتظار می شود دیتا می بایست بافر شود و شبکه نیز مشترک را در منطقه مسیر یابی کامل به منظور تعیین مکان کنونی فراخوانی نماید.

تنها پس از این مرحله است که مطابق با شکل ۲-۵ دیتا می تواند ارسال شود. به طور کلی، یک منطقه مسیریابی بخشی از یک منطقه مکانی است که شامل تعدادی سلول می باشد. تا زمانی که استفاده از مناطق مکانی نیز برای GPRS امکان پذیر باشد، تصمیمی مبتنی بر تقسیم مناطق مکانی به مناطق مسیر یابی کوچکتر اتخاذ شده تا اپراتورها را قادر سازد که با کنترل جداگانه پیام های سیگنالینگ GSM و GPRS شبکه هایشان را بهتر تنظیم نمایند.



شکل ۲-۵: تفاوت بین حالت انتظار و آماده

اگر پس از تغییر سلول، ترمینال تشخیص دهد که منطقه مسیریابی نسبت به سلول قبلی متفاوت است، پروسه به روز رسانی منطقه مسیریابی (RAU) را که مشابه پروسه به روز رسانی منطقه مکانی در GSM است، اجرا می نماید. در حالتی که منطقه مکانی هم تغییر کرده باشد، ترمینال می بایست هم بروزرسانی مکانی و هم

^۱ - Network Assisted Cell Change

^۲ - Standby State

بروزرسانی منطقه مسیریابی را اجرا نماید. مزیت حالت انتظار برای شبکه از آن جایی که هر تغییر سلولی نباید گزارش شود، درسربار سیگنالیکی کاهش یافته است. ازاین رو، کمبود منابع روی کانال های RACH، AGCH و PDTCH می تواند جبران شود.

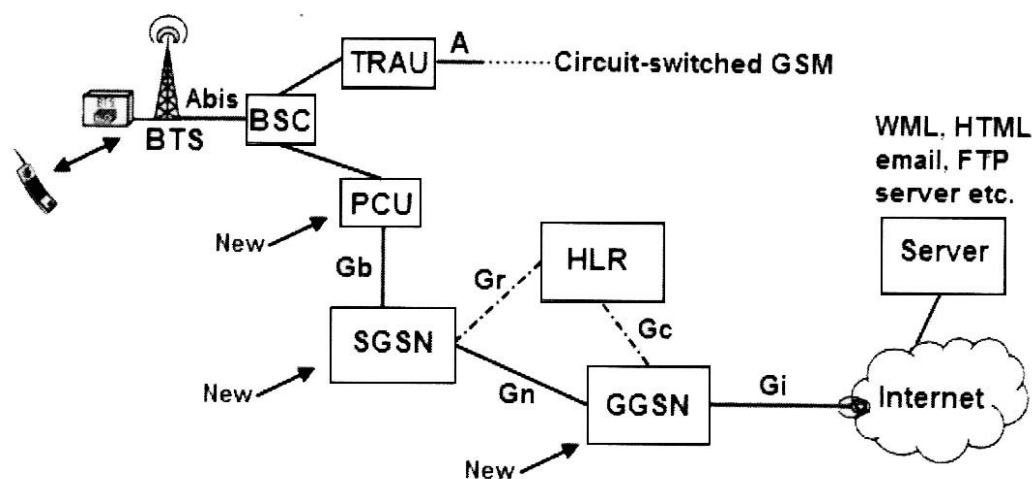
برای ترمینال، مزیت حالت انتظار دراین نکته نهفته است که می تواند مانیتورینگ مداوم AGCH را متوقف نموده و تنها به طور نامکرر به مانیتورینگ PCH بپردازد. اغلب اپراتورها، مدت زمان مانیتورینگ PCH را در حدود ۱/۵ ثانیه قرار داده اند که به طور چشمگیری منجر به کاهش توان مصرفی می شود. در مسیر Uplink هیچ گونه تفاوتی بین حالت انتظار و آماده نمی باشد. در صورتی که یک ترمینال در حالت انتظار بخواهد دیتا را ارسال نماید، هنگامی که اولین فریم به شبکه ارسال می شود، به حالت آماده بازگردانده خواهد شد.

فصل ششم

عناصر شبکه GPRS

۶-۱- عناصر شبکه GPRS

GPRS در زمینه های مختلفی در مقایسه با شبکه سوئیچینگ مداری GSM متفاوت می باشد. این واقع دلیلی بود برآنکه سه مؤلفه جدید برای شبکه ارتباطی سیار در سوئیچینگ بسته ای GPRS معرفی شود. شکل ۶-۱ دیدگاهی کلی از اجزاء سازنده یک شبکه GPRS را به صورت خلاصه نشان می دهد که در ادامه مباحث این بخش به تشریح این اجزاء به طور جداگانه خواهیم پرداخت. برای آنکه GPRS در معماری شبکه GSM بتواند ترکیب شود، با استفاده از ندهای پشتیبانی شبکه GPRS که به آن ها GSN^۱ گفته می شود، توسعه یافته است.



شکل ۶-۱: ندهای شبکه GPRS

^۱- GPRS Support Node

۶-۲- واحد کنترل بسته (PCU)^۱

BSC به منظور سوئیچ کانال های سوئیچینگ مداری 16Kb/s بین MSC و مشترکین طراحی شده است. همچنین، BSC سئول تصمیم گیری های HO برای چنین مکالماتی می باشد. از آن جایی که مشترکین GPRS ارتباط اختصاصی با شبکه را برای مدت زیادی نخواهد داشت، BSC و ماتریس سوئیچینگ آن به منظور مدیریت ترافیک GPRS سوئیچینگ بسته ای مناسب نمی باشند. از این رو، این وظیفه به بخشی از شبکه به نام PCU واگذار شده است که در واقع، PSU را می توان همکار سوئیچینگ بسته ای BSC دانست.

PCU وظایف زیر را برعهده دارد

- ۱- تخصیص تایم اسلات ها به مشترکین در مسیر Uplink در هنگامی که توسط موبایل واز طریق RACH، یا PRACH درخواست شده باشند.
- ۲- تخصیص تایم اسلاتها به مشترکین در مسیر Downlink برای دیتای وارد شده از شبکه هسته
- ۳- کنترل جریان داده در مسیرهای Uplink و Downlink و اولویت دهی ترافیکی
- ۴- بررسی خطا و ارسال دوباره فریم های از دست رفته یا دچار خطا شده
- ۵- فراخوانی مشترکین
- ۶- نهاد نظارتی برای پیشرفتگی زمانی کاربر در حین ارسال دیتا

برای آنکه PCU ترافیک GPRS را کنترل نماید. BSC کنترل تعدادی از تایم اسلات ها را به PCU تفویض می نماید. این پروسه از طریق مسیره‌ی دوباره تایم اسلات ها در ماتریس سوئیچینگ BSC به طرف PCU و به طور مجزا از MSC و TRAU اجرا می شود. سپس، BSC بدون هیچ گونه پردازشی کلیه دیتای شامل در این تایم اسلات ها را به PCU منتقل می نماید. به دلیل آنکه GPRS از کانال های سیگنالینگ GSM همانند RACH، PCU و AGCH به منظور برقراری ارتباط اولیه استفاده می نماید، می بایست یک ارتباط کنترلی بین PCU و BSC نیز وجود داشته باشد.

BSC در صورتی که موبایل منابع GPRS را از شبکه درخواست نماید. پیام های درخواست کانال را برای دسترسی بسته‌ی دریافت می نماید. در ادامه، BSC چنین پیام های درخواست دسترسی بسته ای دریافت می نماید. در ادامه، BSC چنین پیام های درخواست دسترسی بسته ای را مستقیماً و بدون پردازش اضافی به PCU ارسال می کند که پس از اجرای این پروسه، تخصیص بلاک های Uplink روی یک کانال PDTCH و برگرداندن یک دستور تخصیص بسته فوری که شامل یک واگذاری Uplink بسته ای برای مشترک می باشد، از وظایف PCU خواهد بود.

BSC بدون وجود پردازش دیگری تنها این پیام برگشت را از PCU به BTS ارسال خواهند نمود. هنگامی که منابع Uplink شبکه GPRS توسط PCU به یک کاربر شبکه اختصاص داده شوند، سیگنالینگ اضافی نه توسط کانال های سیگنالینگ GSM به طور مستقیم به وسیله PCU واز طریق تایم اسلات های GPRS مدیریت خواهد شد.

^۱ - Packet Control Unit

۶-۲-۱- پیام های سیگنالینگ GPRS و مانیتورینگ GSM

در GSM بکارگیری ردیاب شبکه به منظور کنترل کلیه پیام های سیگنالینگ تبادل بین BSC، BTS و MS های در حال ارتباط با BTS نسبتاً آسان می باشد. همه پیام ها از کانال LAPD منطقی یکسانی استفاده نموده که از طریق تایم اسلات های LAPD تخصیص داده شده بر روی واسطه Abis ارسال می گردند. کانال های ترافیکی بکاربرده شده برای دیتای صوتی، بر روی تایم اسلات های متفاوتی انتقال می یابند. به منظور مانیتورینگ کردن پیام سیگنالینگ، تنها کنترل تایم اسلات های LAPD ضرورت دارد. و از آن جایی که پیام های سیگنالینگ GPRS می توانند روی تایم اسلات GPRS در بین بلاک های دیتای کاربر ارسال شوند. مانیتورینگ آنها تا حد پیچیده تر خواهد شد. بنابراین ردیابی دیتای کاربری و نیز بسته های خالی روی واسطه Abis که نیازمند توان پردازشی و حافظه ردیابی شبکه بیشتری می باشد، ضرورت خواهد یافت.

۶-۲-۲- مکان قرار گیری PCU

مکان های قرار گیری متفاوتی توسط استانداردهای GSM برای PCU در شبکه در نظر گرفته شده است. مطابق با شکل ۲۲-۱۸ پرکاربردترین مکان قرار گیری برای PCU پس از BSC می باشد. تعدادی از تأمین کنندگان تجهیزات شبکه، PCU را بر روی یک ساختار محاسباتی قدرتمند قرار داده اند تا توانایی پردازش ترافیکی GPRS بیش از یک BSC را داشته باشد.

در چنین ساختاری، PCU از نظر فیزیکی در یک محفظه و یا کابین مستقل از BSC قرار خواهد گرفت که در این صورت، چندین BSC به یک PCU متصل خواهد شد. واسطه بین PCU و BSC استانداردسازی شده است که این بدان معناست که PCU و BSC می بایست از یک کمپانی انتخاب شوند. در این صورت اگر یک اپراتور شبکه، BSC هایی از تعداد متنوعی از تأمین کنندگان تجهیزات را داشته باشد، ضرورت نیاز به PCU های از همان تأمین کنندگان نیز به شدت احساس می شود.

۶-۳-۲- پشتیبانی خدمات GPRS (SGSN)

SGSN را می توان به عنوان همتای سوئیچینگ بسته ای برای MSC در شبکه سوئیچینگ مداری دانست. از جمله وظایفی که برعهده SGSN می باشد می توان به موارد زیر اشاره نمود

۶-۳-۱- مدیریت سطح کاربری^۱

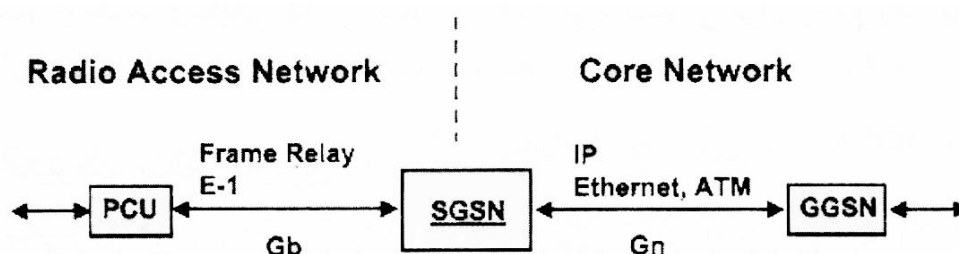
سطح کاربری ترکیبی از کلیه پروتکل و دستورالعمل های لازم برای انتقال فریم های دیتای کاربری بین مشترک و شبکه های خارجی هم چون اینترنت یا اینترنت یک شرکت می باشد. کلیه فریم هایی که به SGSN برای یک مشترک وارد می شوند به واحد PCU که مسئول سلول کنونی مشترک است، ارسال می شوند. در جهت مخالف نیز PCU فریم های دیتای مشترک را به SGSN ارسال می نمایند. SGSN نیز به ترتیب این فریم ها را به ند بعدی شبکه که به آن ند پشتیبانی گذرگاه GPRS (GGSN)^۱ گفته می شود، ارسال می نماید. در شبکه هسته GPRS از IP یا پروتکل اینترنتی به عنوان پروتکل انتقالی بین SGSN

^۱ - User Plane Management

^۱- GPRS Gateway Support Node

و GGSN استفاده می شود. مزیت عمده این بکارگیری در آن است که در لایه های پایین تر می توان از تکنولوژی انتقالی متفاوتی استفاده نمود. در شکل ۲-۶ واسطه ها و پروتکل های SGSN روی لایه های ۳ و ۲ نشان داده شده است.

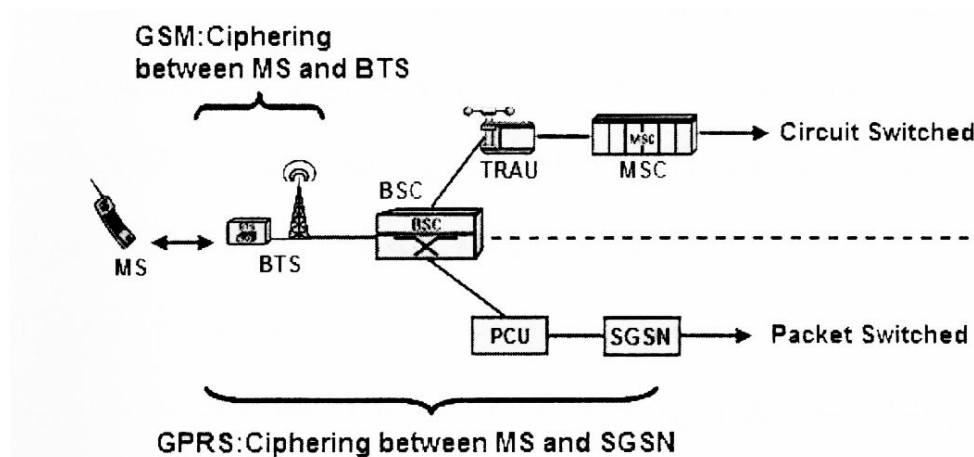
در حالی که در مسافت های طولانی، ATM از طریق STM نوری (مثلاً STM-1 با 155Mb/s سرعت) کاربرد دارد. در مسافت های کوتاه بین عناصر شبکه، می توان از لینک های جفت به هم پیچیده اترنت 100Mb/s استفاده نمود. با استفاده از IP ظرفیت شبکه هسته یا مرکزی به طور انعطاف پذیری برای آینده توسعه پیدا خواهد نمود. به منظور مرتبط نمودن SGSN با PCU پروتکلی به نام فریم ریلی (Frame relay) انتخاب شده است. به دلیل آنکه فریم های دیتا بین SGSN و PCU به طور معمول با استفاده از لینک های E-1 انتقال می یابند، از Frame relay که در BSS شبکه GSM نیز بکارگیری آن رایج است، استفاده شده است. از یک سو فریم ریلی با توجه به شباهت هایش با ATM به خوبی برای ارسال دیتای بسته ای از طریق کانال های 2Mb/s خطوط E-1 مناسب بوده و از سوی دیگر، برای سالیان طولانی نیز در مباحث سیستم های مخابراتی شبکه های WAN مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل ۲-۶: واسطه ها و پروتکل های SGSN بر روی لایه های ۳ و ۲

اما با این وجود، اشکال استفاده از فریم های ریلی علاوه بر معماری پیچیده آن، به این دلیل می باشد که SGSN باید فریم های دیتای کاربری را از پروتکل فریم ریلی استخراج نماید و از طریق IP به SGSN ارسال نماید و بالعکس. IP و ATM در مفهوم مباحث GPRS رایج تر و متعارف تر می باشند اما شبکه رادیویی UMTS بر روی این واسطه، دیگر از فریم ریلی استفاده نمی کند.

اما در عوض این حقیقت را نمی توان نادیده گرفت که IP و ATM به طور قابل ملاحظه ای معماری شبکه را آسان می نمایند. در حالی که رمزنگاری ترافیک سوئیچینگ مداری در BTS پایان می پذیرد. رمزنگاری ترافیک سوئیچینگ بسته ای در SGSN مطابق با شکل ۳-۶ خاتمه می پذیرد که این مسأله نیز خود دارای مزایایی می باشد که از این جمله می توان به کنترل تغییرات سلولی در حین انتقال دیتا به وسیله شبکه بلکه توسط MS اشاره نمود.



شکل ۳-۶: رمزنگاری در GSM و GPRS

اگر رمزنگاری در BTS انجام پذیرد، شبکه در ابتدا و پیش از آنکه انتقال دیتا از سر گرفته شود، می بایست اطلاعات رمزنگاری را به BTS جدید ارسال نماید. در این مرحله وهنگامی که رمزنگاری در SGSN پایان پذیرد، ضرورتی بر تسریع در انجام پروسه نخواهد بود. از این گذشته، از نقطه نظر امنیتی بسیار پراهمیت است که دیتای کاربر بر روی لینک های شبکه رادیویی به صورت کد شده باقی بماند. غالباً لینک بین BTS و BSC به لینک های ماکروویوی انتقال داده می شوند.

که چندان هم امن نمی باشند. ایراد عمده این راه حل در این نکته نهفته است که توان پردازشی لازم برای رمز نگاری روی تعداد بسیاری از BTS ها پخش پخش نخواهد شد بلکه روی SGSN متمرکز می شود. از این رو، تأمین کنندگان و فروشندگان SGSN نه تنها رمزنگاری را به صورت نرم افزاری بلکه پروسه رمزنگاری را به حالت کمک سخت افزاری نیز ارائه می نمایند. به دلیل آنکه اعمال رمزنگاری اختیاری است، تعدادی از شبکه ها، پروسه رمز نگاری GPRS را فعال نمی کنند تا اپراتورها بتوانند با استفاده از توان پردازشی ذخیره شده، ترافیک دیتای کاربری اضافی را تأمین نموده و در نتیجه، در هزینه های وارده صرفه جویی به عمل آید.

۶-۳-۲- مدیریت سطح سیگنالینگ^۱

یکی دیگر از وظایف SGSN در ارتباط با مدیریت مشترکین در منطقه تحت پوشش می باشد. پروتکل ها و دستورالعمل ها برای مدیریت کاربر در سطح سیگنالینگ اجرا می شود. برقراری جلسه دیتا با شبکه GPRS به منظور تبادل دیتا با اینترنت لازم می باشد. به این پروسه، فعال سازی مفهوم PDP یا فعال سازی مفهوم پروتکل دیتای بسته ای گفته می شود.

PDP بخشی از وظایف مدیریت جلسه یا (SM) از واحد SGSN می باشد. از دیدگاه کاربر، این پروسه با تخصیص یک IP address از شبکه اجرا می شود. مشترکین به طور مکرر می توانند مکانشان را در شبکه سیار تغییر دهند. در نتیجه، SGSN نیز می بایست مسیریابی بسته ها را به سمت شبکه رادیویی تغییر دهد که این وظیفه توسط زیرلایه ای به نام مدیریت تحرک پذیری GPRS به طور اختصار GMM^۱ انجام می پذیرد.

^۱ - Signaling Plane Management

^۱ - GPRS Mobility Management

هرزمان که یک MS به طرف یک منطقه مسیریابی جدید حرکت کند، مطابق با شکل ۵-۶ یک درخواست بروز رسانی مکانی را به SGSN تخصیص یافته اش ارسال می نماید. این پیام ها شامل شناسه منطقه مسیریابی (RAI) از منطقه مسیریابی قدیمی اش می باشد. سپس، BSS شناسه CI سلول جدید را به درخواست اضافه می نماید. به طور کلی، دو سناریوی متفاوت برای بروز رسانی منطقه مسیریابی وجود دارد که عبارتند از:

۱- بروز رسانی منطقه مسیریابی درون SGSN

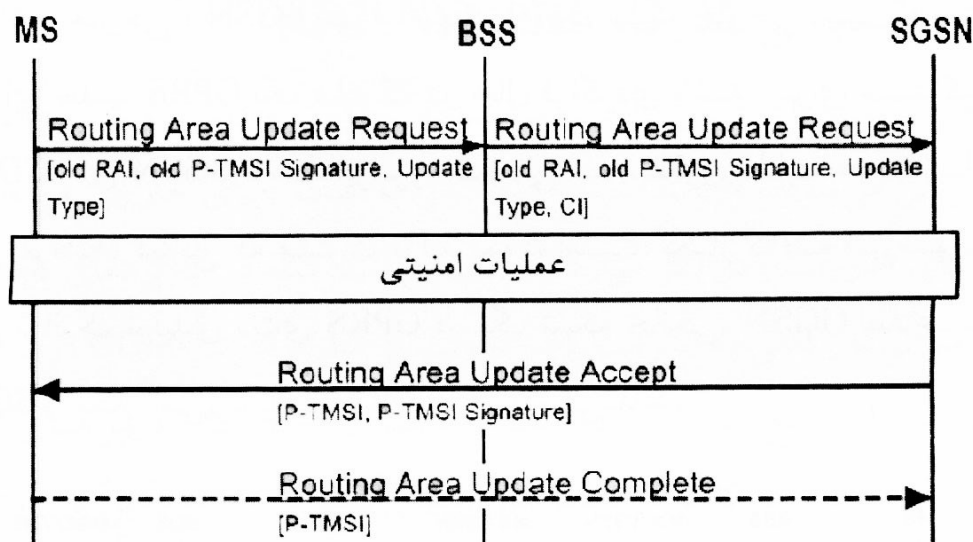
۲- بروز رسانی منطقه مسیریابی برون SGSN

در بروز رسانی منطقه مسیریابی درون SGSN، MS وارد RA ای شده است که به SGSN مشابه RA قدیمی اختصاص دارد. در این حالت، SGSN اطلاعات خاص و ضروری مشترکین را ذخیره نموده است و می تواند به سرعت یک P-TMSI^۲ جدید را تخصیص دهد. که با پیام پذیرش بروز رسانی منطقه مسیریابی (RoutingAreaUpdateAccept) در شکل ۴-۶ نشان داده شده است.

از آن جایی که مفهوم مسیریابی تغییری ایجاد نمی کند، نیازی به آگاه سازی دیگر عناصر شبکه هم چون HLR و GSN نمی باشد. در شکل ۵-۶ نیز بروز رسانی منطقه SGSN مسیریابی برون نمایش داده شده است. هنگامی که یک مشترک منطقه تحت پوشش SGSN کنونی را ترک نماید.

GMM نیز پروسه هایی را اعمال خواهند نمود تغا مسیریابی برای یک مشترک در شبکه هسته را به طرف SGSN جدید تغییر دهد. در این بروز رسانی، RA جدید در مقایسه با RA قدیمی توسط یک SGSN متفاوت مدیریت می شود. SGSN جدید در می یابد که MS وارد منطقه اش شده است و SGSN قدیمی درخواست می نماید تا مفهوم PDP کاربر را ارسال نماید.

(SGSN Context SGSNContext ResponseSGSN ContextRequest Acknowledge)



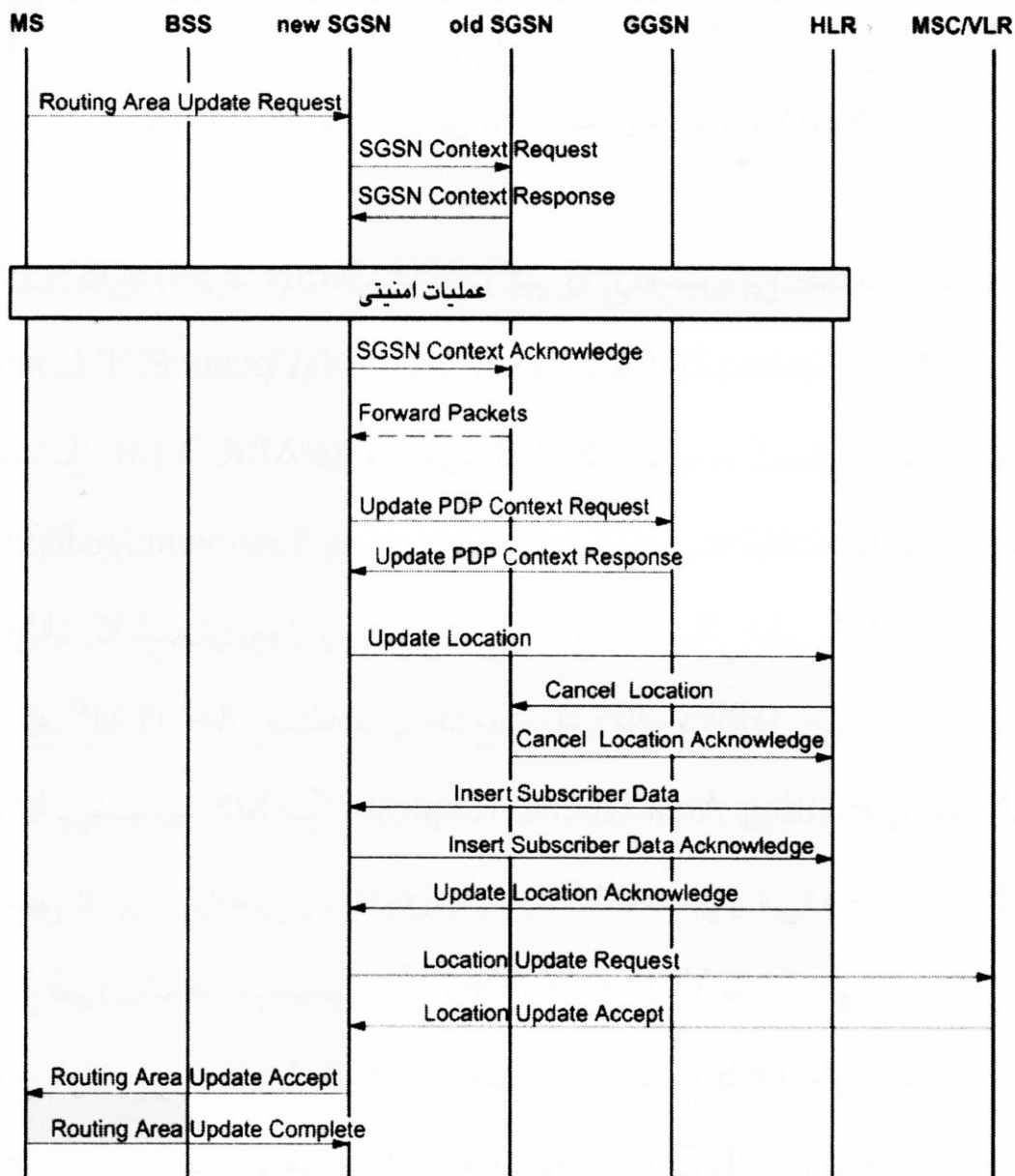
شکل ۵-۶: بروز رسانی منطقه مسیریابی درون SGSN

^۲ – Packet –Temporary Mobile Subscriber Identity

پس از آن، SGSN جدید GGSN های درگیر را از مسیریابی جدید کاربر آگاه می سازد
(Update PDP Context Response Update PDP Context Request)
علاوه بر این، HLR و در صورت نیاز MSC/VLR در مورد SGSN جدید کاربر آگاه می شوند.

(Location, LocationUpdateRequest, LocationUpdateAcknowledge, LocationUpdateAccept)
گذشته از بروز رسانی های RA بروز رسانی های RA/LA نیز وجود دارند که در هنگامی که MS در حال استفاده از خدمات GSM و GPRS باشد و به یک LA جدید وارد شود، اجرا می شوند.
MS یک RoutingAreaUpdateRequest را به SGSN ارسال نموده و نوعی از بروز رسانی پارامتری را مورد استفاده قرار می دهد تا نشان دهد که بروز رسانی ضرورت دارد.
سپس، پیام از SGSN به VLR ارسال می شود. برای آنکه بتوان هزینه های استفاده یک مشترک از شبکه GPRS را محاسبه نمود، SGSN و GGSN اطلاعات صورتحساب هزینه ها را که اصطلاحاً به آن CDR¹ گفته می شود، جمع آوری می نمایند. سپس این اطلاعات به سرور صورتحساب که تمامی CDR ها را جمع آوری می نماید، ارسال شده و صورتحساب ماهیانه برای هریک از مشترکین صادر می شود.
برای مشترکینی که در یک شبکه خارجی، دارای فراگردی می باشند، CDR های SGSN بسیار با اهمیت می باشد. برای یک اپراتور خارجی، SGSN تنها ند شبکه در یک شبکه خارجی است که قادر به تولید یک CDR برای جلسه GPRS یک مشترک در حال فراگردی باشد.
برای مشترکین در حال فراگردی، CDR های SGSN توسط اپراتور خارجی به منظور مطالبه هزینه ها از اپراتور خانگی برای ترافیک دیتایی که مشترک تولید نموده است، بکار گرفته می شوند. به طور معمول برای ترافیک تولیدی دیتای GPRS در یک شبکه خانگی، GGSN اطلاعات صورتحساب SGSN را بکار نمی برد بلکه از CDR استفاده می نماید.

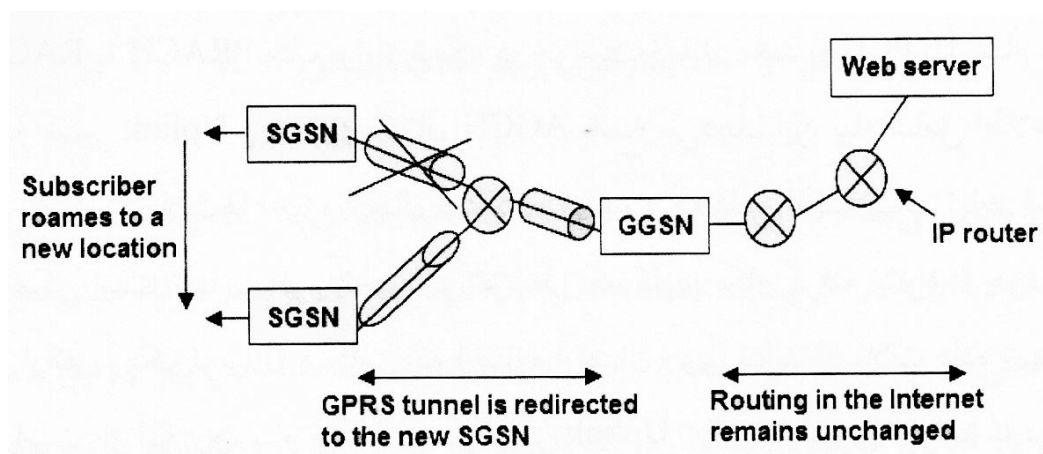
¹ - Call Detail Records



شکل ۵-۶: بروزرسانی منطقه مسیریابی برون

۶-۴- ند پشتیبانی گذرگاه GPRS (GGSN)

هنگامی که بسته های دیتایی کاربری بین شبکه دسترسی رادیویی و شبکه هسته توسط SGSN مسیریابی می شوند، GGSN شبکه GPRS را به شبکه دیتای خارجی مرتبط می نماید. این شبکه دیتای خارجی در اکثر موارد اینترنت می باشد. البته در کاربردهای تجاری، GGSN می تواند به عنوان گذرگاهی به اینترنت یک کمپانی نیز مطرح شود. GGSN در برقراری PDP نیز سهیم می باشد. در واقع، این GGSN است که مسئول تخصیص آدرس های IP داینامیک (پویا) و استاتیک (ثابت) به کاربر می باشد. کاربر، این آدرس IP را در حین برقراری PDP نگاه می دارد. همان گونه که در شکل ۶-۵ به خوبی نشان داده شده است، نقطه مرجع GGSN می باشد و در اصل تحرک پذیری کاربر را در فضای اینترنت پنهان می نماید. هنگامی که مشتری به یک مکان جدید جابه جا می شود، این امکان وجود دارد که SGSN جدیدی مسئول شده و بسته های دیتا به SGSN جدید (IRAU) ارسال شوند. در این حالت، GGSN می بایست جدول مسیریابی خودش را بروز نماید.



شکل ۶-۵: تغییر مکان مشترک در داخل شبکه GPRS

فصل هفتم

مدیریت منابع رادیویی GPRS

۷-۱- مدیریت منابع رادیویی GPRS

مطابق با شکل ۱-۳ در یک زمان، یک تایم اسلات GPRS می تواند به چندین کاربر اختصاص داده شود. همچنین به دلیل افزایش سرعت انتقال دیتا، این امکان نیز وجود دارد که به یک مشترک چندین تایم اسلات واگذار شود. در هر حالت، کوچکترین واحد انتقالی که می تواند به یک کاربر اختصاص داده شود، بلاکی است که شامل چهار برست یک تایم اسلات روی واسطه هوایی GPRS و دو برست ۷-۹ EGPRS MCS است. به این بلاک، یک فریم PLC/MAC از شبکه GPRS گفته می شود.

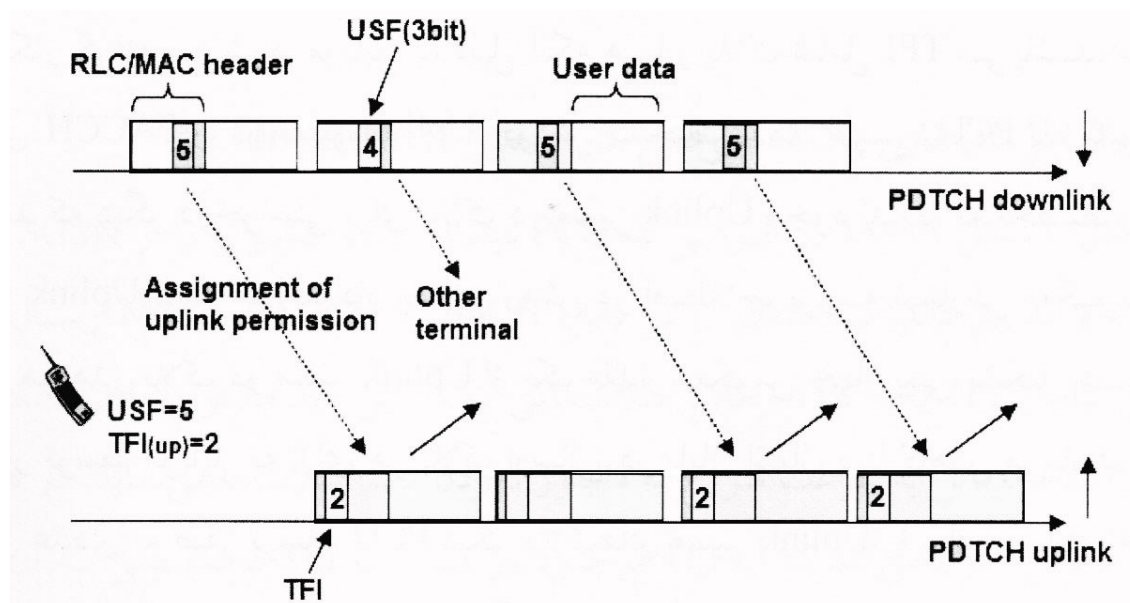
۷-۲- جریان های بلاک موقتی (TBF) ^۱ در مسیر Uplink

هر فریم PLC/MAC روی کانال های PACCH یا PDTCH شامل یک هدر RLC/MAC و یک فیلد دیتای کاربری می باشد. هنگامی که کاربر قصد ارسال دیتا در مسیر Uplink را داشته باشد، ترمینال می بایست مطابق شکل ۳-۴ با ارسال یک پیام درخواست کانال بسته ای از طریق RACH یا PRACH منابع را از شبکه درخواست نماید. سپس، PCU با پیام واگذاری بسته ای در مسیر Uplink و بر روی کانال AGCH پاسخ می دهد.

این پیام شامل اطلاعاتی است که در آن به تایم اسلات ها اجازه ارسال دیتا داده می شود. به دلیل آنکه یک تایم اسلات در GPRS ممکن است تنها به صورت انحصاری توسط یک کاربر بکار گرفته نشود، وجود مکانیزمی به منظور ارائه به یک ترمینال هنگامی که اجازه ارسال روی تایم اسلات داده شده است، ضروری است. از این رو، پیام واگذاری در مسیر Uplink شامل پارامتری خواهد بود که USF یا پرچم حالت آپلینک نامیده می شود.

به هر مشترکی که به آن اجازه ارسال روی تایم اسلات داده شده است، یک USF متفاوت تخصیص داده می شود. USF به شناسه جریان موقتی (TFI) ^۲ از جریان بلاک موقتی (TBF) متصل می شود. در هنگام انتقال دیتا، TBF دیتای انتقالی از یک کاربر را تشخیص می دهد. هنگامی که انتقال دیتا پایان پذیرد، از TFI برای مشترک دیگر استفاده خواهد شد. برای آنکه مشخص شود که چه هنگامی TFI از تایم اسلات های Uplink می تواند استفاده نماید.

ترمینال می بایست به تایم اسلات هایی که در مسیر Downlink به آن اختصاص داده شده است، گوش فرادهد. هر بلاکی که در مسیر Downlink به طرف یک مشترک ارسال می شود، شامل یک USF در هدر خواهد بود که در شکل ۱-۷ نشان داده شده است.



شکل ۱-۷: بکارگیری پرچم حالت آپلینک (USF)

^۱ - Temporary Block Flows

^۲ - Temporary Flows Identity

USF نشان می دهد که به چه کسی اجازه داده شده که در بلاک آپلینک بعدی ارسال نماید. با وجود USF در هر بلاک Downlink ، PCU به صورت پویا می تواند مشخص نماید که به چه کسی در مسیر Uplink اجازه ارسال داده شده است. بنابراین به چنین پروسه ای، واگذاری پویا اطلاق می شود. استاندارد GPRS نیز دو روش دیگر واگذاری را تعریف نموده است که واگذاری ثابت و واگذاری پویای توسعه یافته نامیده می شوند.

به این نکته نیز می بایست توجه نمود که اطلاعات USF در هر بخش دیتای بلاک Downlink برای یک کاربر در نظر گرفته نمی شود، زیرا که تخصیص منابع در مسیر Uplink و Downlink مستقل می باشد و این مسأله به طور مثال، در هنگام جستجوی صفحات وب- در جایی که از پیش به طور معمول تخصیص منابع Downlink ضروری نمی باشد

و نیز مکان منبع جهانی (URL) که صفحات اینترنتی به شبکه ارسال می شود، قابل تأمل است. برای آن دسته از موبایل هایی که دارای TBF برقرار شده در مسیر Uplink می باشند، شبکه هر چند وقت یکبار می بایست اطلاعات کنترلی را ارسال نماید. این مورد برای مثال، در ارتباط با تصدیق دریافت بلاک های رادیویی در مسیر Uplink ضروری است.

PACCH منطقی که می تواند در یک بلاک رادیویی به جای PDTCH فرستاده شود، برای ارسال اطلاعات کنترلی بکار گرفته می شود. موبایل بدلیل آنکه هدر بلاک شامل TFI می باشد، می تواند بلاک های PACCH را در مسیر Uplink خودش تشخیص دهد. سپس، PCU تا زمانی که MS نشان دهد که دیگر درخواستی برای بلاک در مسیر Uplink وجود ندارد، به تخصیص بلاکها در مسیر Uplink ادامه خواهد داد. به این روش در اصطلاح، پروسه شمارش معکوس گفته می شود.

هر هدر بلاک در مسیر از یک مقدار معکوس چهار بیتی تشکیل شده است این مقدار توسط موبایل به ازای هر بلاک ارسالی در پایان انتقال دیتا کاهش می یابد. هنگامی که مقدار عددی به صفر برسد، PCU دیگر بلاک های مسیر Uplink را برای موبایل اختصاص نخواهد داد. این روش در حالی که هماهنگ سازی کاربرد در مسیر Uplink به طور کامل کارآمد و مؤثر باشد و در صورتی که دیتا به صورت تصادفی ارسال شود، زمان تأخیر زیادی را تولید می نماید. این مسأله در حین جلسه جستجوی وب، به دو دلیل عمده مشکل ساز خواهد بود که عبارتند از:

۱- تأخیر زیاد در زمان برقراری ارتباطات TCP تأثیرگذار خواهد بود. وجود ارتباطات TCP پیش از آن که یک صفحه اینترنتی درخواست شود، ضروری است.

۲- معمولاً به منظور دانلود مواردی هم چون متن، عکس و... از یک صفحه اینترنتی، چندین ارتباط TCP بکاربرده می شود که در نتیجه تأخیر زیاد، سرعت اجرای پروسه را کاهش خواهد داد. از این رو، بدلیل کاهش این اثرات، استاندارد GPRS با استفاده از روشی به نام Extended Uplink TBF توسعه یافته است. در شرایطی که هم شبکه و هم موبایل از این ویژگی پشتیبانی نمایند، TBF در مسیر Uplink به طور خودکار در پایان پروسه شمارش معکوس بسته نخواهد شد. اما توسط شبکه تا پایان تایمر Idle باز نگاه داشته خواهد شد. که معمولاً چندین ثانیه به طول خواهد انجامید. تا هنگامی که Uplink TBF باز باشد، شبکه به تخصیص بلاکها به موبایل در مسیر Uplink ادامه خواهد داد. که این خود باعث تسریع ارسال دیتا از سوی موبایل در مسیر

Uplink وبدون درخواست Uplink TBF جدید خواهد شد. در سال ۲۰۰۵ میلادی، اولین موبایل ها وشبکه هایی که قابلیت پشتیبانی از ExtendedUplink را داشتند وارد بازار تجاری شدند.

۷-۳- جریان های بلاک موقتی در مسیر Downlink

مطابق با شکل ۷-۲ در صورتی که PCU دیتای SGSN یک مشترک را از SGSN دریافت نماید. پیام واگذاری دانلینک را در کانال AGCH یا PAGCH به MS ارسال خواهد نمود. این پیام از یک TBF یک TFI و تایم اسلات هایی که موبایل باید مانیتور نماید تشکیل شده است. در ادامه، موبایل به سرعت شروع به مانیتور نمودن تایم اسلات ها می نماید.

در هر بلاک دریافتی، موبایل کنترل می کند که آیا TFI موجود در هدر با TFI تخصیصی به آن در پیام واگذاری دانلینک بسته ای برابر است یا خیر (شکل ۷-۳) در صورت برابر، موبایل بلاک دریافتی را رد خواهد نمود. هنگامی که PCU کلیه دیتای لازم را برای مشترک ارسال نماید.

به ترتیب در آخرین بلاک ارسالی به موبایل بیتی به نام " شاخص بلاک پایانی " قرار داده می شود. سپس، گوش فردادن به تایم اسلات های تخصیص یافته را متوقف نموده و از TFI مشترک بعدی استفاده می شوند. به خاطر بهبود عملکرد مطرح شده، شبکه هم می تواند ExtendedUplink برقرار شده را تا چندین ثانیه نگاه داشته که اگر دیتای بیشتر برای کاربر دریافت شود، ضرورتی به برقراری TBF نمی باشد.

[...]

000111- -

- - - - -00

- - 01111 -

00 - - - - -

- - - - 0001

101- - - - -

- - - -0001

101 - - - - -

- - - 0 - - - -

- - - - 0 - - -

xxxxxxx

xxxxxxx

- 0 - - - - -

- - 0 - - - -

- - - 0 - - - -

- - - - 0 - - -

- - - - - 1 - -

- - - - -1-

- - - - - 1

0 - - - - -

- - 000 - - -

xxxxxxx

[...]

RLC/MAC PACKET TIMESLOT RECONFIGURE

Message Type : 7 = packet timeslot reconfigure

Page Mode : 0 = normal paging

Global TFI:

Uplink Temporary Flow Identifier: 15

Channel Coding Command : Use CS-1 in Uplink

Global Packet Timing Advance:

Uplink TA Index : 1

Uplink TA Timeslot Number : 5

Downlink TA Index : 1

Downlink TA Timeslot Number : 5

Downlink RLC Mode : RLC acknowledged mode

CTRL ACK : 0 = downlink TBF already established

Downlink Temporary Flow ID : 11

Uplink Temporary Flow ID : 15

Downlink Timeslot Allocation:

Timeslot Number 0 : 0

Timeslot Number 1 : 0

Timeslot Number 2 : 0

Timeslot Number 3 : 0

Timeslot Number 4 : 1 = assigned

Timeslot Number 5 : 1 = assigned

Timeslot Number 6 : 1 = assigned

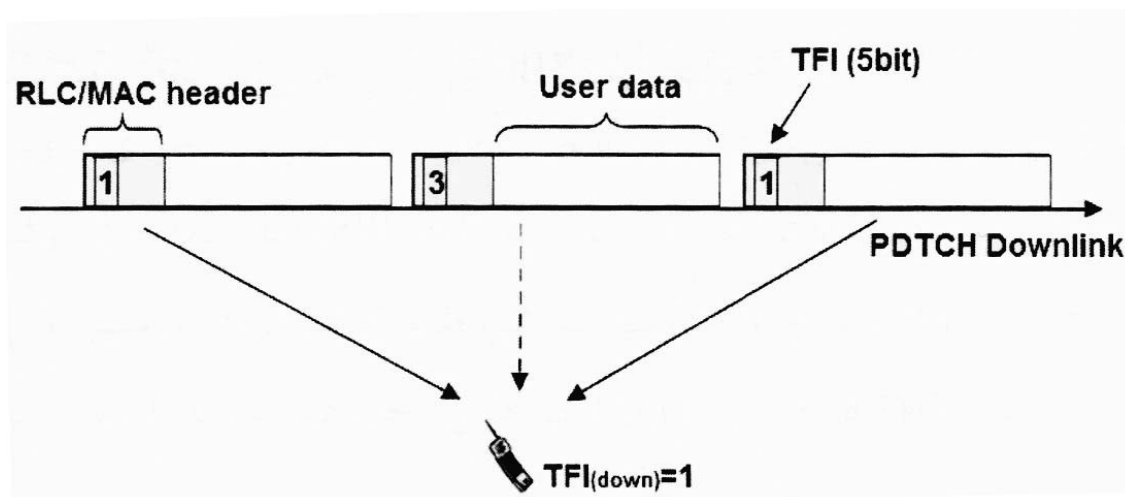
Timeslot Number 7 : 0

Frequency Parameters :

Training Sequence Code : 0

ARFCN : 067

شکل ۲-۷: پیام پیکربندی دوباره تایم اسلات بسته ای مطابق با استاندارد 3GPPTS44.060



شکل ۳-۷: بکارگیری TFI در مسیر Downlink

MS به دلیل تصدیق بلاک های دریافتی از شبکه، می بایست اطلاعات کنترلی را از طریق PACCH ارسال نماید. برای ارسال اطلاعات کنترلی، به شبکه، تخصیص یک Uplink TBF ضروری خواهد بود. شبکه در هدر بلک های Downlink، موبایل را از بلاک های Uplink که می توان برای ارسال اطلاعات کنترلی بکاربرد، مطلع می نماید.

فصل هشتم

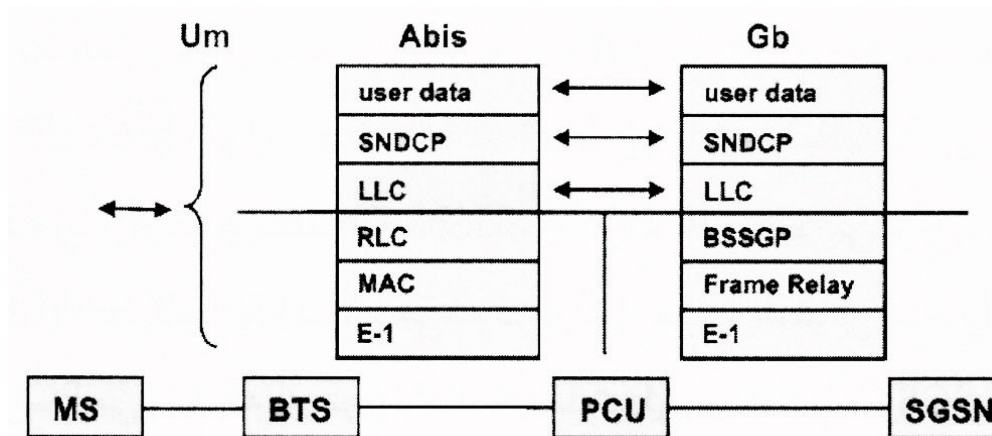
واسطه های GPRS

۸-۱- واسطه های GPRS

مطابق با شکل ۶-۱ استانداردهای GPRS واسطه هایی را بین عناصر سازنده شبکه در نظر گرفته اند. به غیر از PCU و BSC که می بایست از یک کمپانی باشند، کلیه عناصر تشکیل دهنده می توانند به طور آزاد از کمپانی های متفاوت ارائه دهنده تجهیزات شبکه خریداری شوند. به طور مثال، این امکان وجود دارد که بتوان PCU کمپانی نوکیا- زیمنس را به SGSN کمپانی Nortel متصل نمود که خود نیز به یک GGSN از کمپانی Cisco مرتبط می شود.

۸-۲- واسطه Abis

این واسطه وظیفه مرتبط نمودن BTS به BSC شبکه را بر عهده دارد. پشته بسته پروتکلی نشان داده شده در شکل ۸-۱ روی تمامی تایم اسلات های شبکه رادیویی که به عنوان PDTCH های GPRS (E) پیکربندی شده اند، استفاده می شود. Um در این شکل بیانگر واسطه هوایی است.



شکل ۸-۱: پشته های پروتکل GPRS در شبکه رادیویی

به طور معمول، دیتای روی این تایم اسلات ها از طریق واسطه استانداردسازی نشده بین BSC و PCU ارسال خواهد شد. با وجود آنکه از لینکی نیز برای هماهنگ سازی BSC و PCU با یکدیگر استفاده شده است، اما هنوز امکان اتصال BSC و PCU ها از دو کمپانی متفاوت وجود نخواهد داشت.

در لایه های پایین تر از این بسته پروتکلی، برای مدیریت منابع رادیویی از پروتکلی به نام RLC/MAC استفاده شده است. در لایه پروتکلی بعدی، پروتکل کنترل لینک منطقی (LLC) وظیفه فریم بندی بسته های کاربری، مدیریت تحرک پذیری پیام های سیگنالینگ و نیز مدیریت جلسه زیر سیستم های SGSN را برعهده دارد.

به صورت اختیاری، پروتکل LLC می تواند وجود یک ارتباط مطمئن بین ترمینال موبایل و SGSN را با استفاده از مکانیزم تأیید برای بلاک های صحیح دریافت شده تضمین نماید. (حالت تصدیق) در لایه های بالاتر بعدی، پروتکل همگرایی وابسته زیر شبکه (SNDCP)^۱ مسئول فریم بندی دیتای IP کاربر به منظور ارسال آن از طریق شبکه رادیویی است. SNDCP نیز به صورت اختیاری می تواند جریان دیتای کاربر را فشرده سازد. لایه LLC و کلیه لایه های بالاتر برای PCU، BSC و BTS از آن جایی که به ترتیب در SGSN و نیز ترمینال موبایل انتقال می یابند شفاف می باشد در ارتباط با ساختار معماری پروتکلی GPRS و طرح انتقالی در پایان این بخش توضیحات جامعی ارائه خواهد شد.

^۱ – Subnetwork Dependent Convergence Protocol

۸-۳- واسطه Gb

مطابق با شکل ۸-۱ واسطه SGSN.Gb را به PCU مرتبط می نماید. در لایه ۱، اکثراً از ارتباطات 2Mb/s خطوط E-1 استفاده می شود. در شبکه های عملیاتی معمولاً یک SGSN مسئول چندین PCU می باشد که از طریق چند خط ارتباطی 2Mb/s به SGSN وصل شده اند.

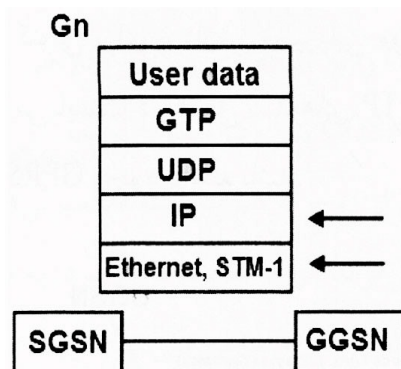
در لایه های ۲ و ۳ از پروتکل فریم ریلی استفاده می شود که برای سالیان متمادی به عنوان یک سوئیچینگ بسته ای استاندارد در مباحث مخابراتی مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین، فریم ریلی به عنوان پروتکلی پیش از پروتکل ATM محسوب می شود که در مباحث مخابراتی ارسال راه دور به صورت بسته ای بسیار پرکاربرد می باشد و امروزه نیز به طور گسترده در شبکه های UMTS مورد استفاده قرار می گیرد.

از این رو، ویژگی های فریم ریلی مخصوصاً در زمان استانداردسازی مورد نظر برای انتقال دیتای سوئیچینگ بسته ای از طریق خطوط E-12Mb/s بسیار شناخته شده بوده است. اما مشکل عمده آن، بسته بندی یا کپسوله کردن دیتای کاربر در داخل بسته های فریم ریلی می باشد. از آن جایی که این پروتکل فقط روی واسطه Gb مورد استفاده قرار می گیرد، منجر به پیچیده تر شدن تحلیل کل بسته پروتکلی خواهد شد.

۸-۴- واسطه Gn

Gn به عنوان واسطه ای بین SGSN ها و GGSN های یک شبکه هسته GPRS مطرح می باشد، معمولاً یک شبکه GPRS به دلیل آنکه شبکه دارای سلول ها و مشترکین بسیاری است که توسط یک تک SGSN نمی توانند مدیریت شوند، از بیش از یک GGSN تشکیل شده است. دلیل دیگر برای وجود چندین GGSN در شبکه، در نظر گرفتن آنها برای انجام وظایف گوناگون می باشد. به طور مثال هنگامی که یک GGSN ترافیک مشترکین post-paid (کسانی که هزینه صورتحساب خود را بصورت ماهیانه پرداخت می کنند) را مدیریت می نماید.

GGSN دیگر می تواند وظیفه مدیریت ترافیک مشترکین Pre-Paid (اعتباری) را برعهده داشته باشد. حتی از GGSN سوم نیز می توان برای مرتبط نمودن شبکه GPRS با شرکت هایی که بدون ارسال دیتا روی اینترنت که قصد ارائه دسترسی به اینترنت مستقیم به کارمندان شان را دارند، استفاده نمود. بادر نظر گرفتن توان پردازشی کافی برای مدیریت تعداد وسیعی از مشترکین می توان کلیه این وظایف را نیز با استفاده از یک GGSN انجام داد. مطابق با شکل ۸-۲، در لایه ۳، از IP به عنوان پروتکل مسیریابی استفاده نمود.



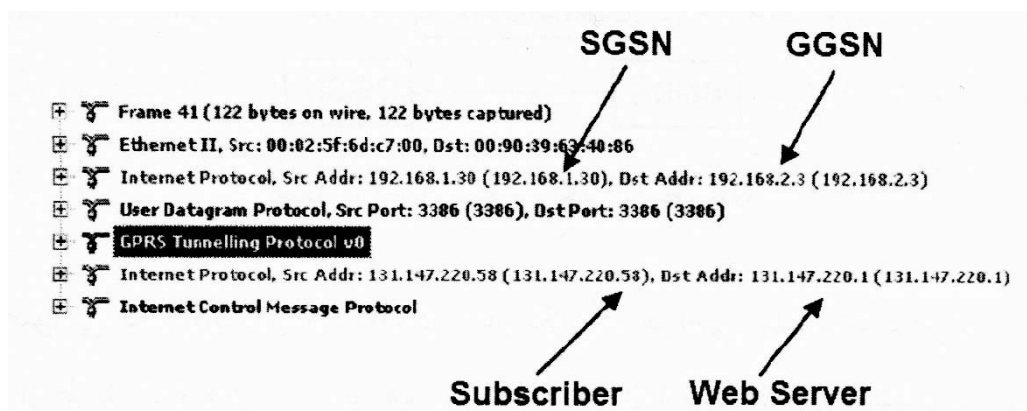
شکل ۸-۲: بسته پروتکل واسطه Gn

در صورتی که SGSN و GGSN در کنار یکدیگر طراحی شده باشند، می توان از اترنت 100Mb/s از طریق کابل های زوج به هم پیوسته به عنوان ارتباط داخلی استفاده نمود. اما اگر دارای فاصله طولانی تری باشد، ATM از طریق تکنولوژی انتقالی متفاوتی (هم چون STM-1 با سرعت 155Mb/s) برای جابه جایی فریم های IP بکاربرده می شود.

برای افزایش ظرفیت یا به دلیل تأمین افزونگی، استفاده از چندین ارتباط ATM فیزیکی بین دو ند شبکه مطرح شده لازم می باشد. بسته های دیتای کاربر به طور مستقیم بر روی لایه IP واسطه Gn ارسال نمی شوند بلکه در داخل بسته های پروتکلی تونلی GPRS به نام (GTP) بسته بندی می شوند. در نتیجه، به دو دلیل زیر امکان پردازش مضاعف برای اجرای این فرآیند به وجود خواهد آمد.

هر روتر در اینترنت بین GGSN و مقصد، تصمیم مسیریابی خود را برای یک بسته بر اساس آدرس IP مقصد و جدول مسیریابی خودش اتخاذ می نماید. در اینترنت خط ثابت، این دیدگاه بسیار کارآمدتر خواهد بود زیرا که مکان آدرس مقصد هرگز تغییر نمی کند و در نتیجه جدول مسیریابی ثابت می باشند. اما در شبکه GPRS مشترکین در هر لحظه ای مطابق آنچه که در شکل ۳-۸ نشان داده شده است، می توانند به راحتی تغییر مکان دهند و از این رو، مسیریابی بسته ها نیز قابل تغییر باشد. بدلیل آنکه به صورت بالقوه تعداد زیادی از router IP ها یا مسیریاب های IP بین SGSN و GGSN قرار دارند

روترها نیز می بایست جداول مسیریابی خودشان را هنگام تغییر مکان مشترک تغییر دهند. به منظور جلوگیری از این حالت، شبکه GPRS از آدرس IP مقصد و مبدأ بسته IP کاربر استفاده نخواهد کرد بلکه به جای آن، IP آدرس های GGSN و SGSN کنونی برای پردازش مسیریابی مورد استفاده قرار می گیرند که در نتیجه بسته های دیتای کاربر می بایست در داخل بسته های GTP بسته بندی شوند تا امکان تونل زدن آن ها از طریق شبکه GPRS وجود داشته باشد.



شکل ۳-۸: بسته GTP روی واسطه Gn

¹ -GPRS Tunneling Protocol

اگر مکان مشترک تغییر نماید. تنها کاری که لازم است در شبکه هسته روی دهد، مطلع نمودن GGSN از IP آدرس SGSN جدید می باشد که مسئول مشترک مورد نظر می باشد. بزرگترین مزیت این روش در آن است که تنها GGSN می بایست ورودی مسیریابی خود را برای مشترک تغییر دهد. کلیه IP router ها بین SGSN و GGSN می توانند از جداول مسیریابی ثابت خودشان استفاده نمایند و هیچ گونه انطباق ویژه ای برای روترها برای کاربر در شبکه GPRS لازم نخواهد بود. در شکل ۳-۸ مهم ترین پارامترها در لایه های پروتکلی مختلف روی واسطه Gn را نمایش می دهد.

آدرس های IP روی لایه ۳ همان IP های SGSN و GGSN می باشند. این IP ها هنگامی که بسته دیتای کاربر در یک بسته GTP بسته بندی می شود و به مشترک و سروری که با آن مشترک در ارتباط استعلق دارند. به بیانی دیگر، چنین بسته ای شامل دو لایه روی هر کدام از IP های استفاده شده می باشد. هنگامی که GGSN بسته GTP را از یک لایه SGSN دریافت می نماید، تمامی هدرهای شامل هدر GTP را حذف نموده و سپس بسته IP اصلی باقی مانده از طریق واسطه Gi به اینترنت مسیره می شود.

۸-۵- واسطه Gi

این واسطه، شبکه GPRS را به شبکه های خارجی همانند اینترنت متصل می نماید. از دیدگاه شبکه های خارجی، GGSN تنها یک مسیریاب معمولی است، زیرا که روی واسطه Gn تکنولوژی های گوناگون انتقالی از زوج به هم پیوسته "معمولی" اترنت 100Mb/s تا ATM از طریق واسطه نوری STM-1 می تواند مورد استفاده قرار گیرد. به منظور افزایش پهنای باند یا اضافه نمودن افزونگی می توان از چند واسطه فیزیکی به طور همزمان استفاده نمود.

۸-۶- واسطه Gr

این واسطه SGSN را به HLR متصل می نماید. که شامل اطلاعاتی در ارتباط با کلیه مشترکین شبکه می باشد. (شکل ۴-۸) با استفاده از بروزرسانی نرم افزاری می توان از آن به عنوان یک پایگاه داده مرکزی برای دیتای مشترک GPRS نیز استفاده نمود. چند نمونه از کاربرد Gr نشان داده شده است.

۱- پذیرش خدمات GPRS بر مبنای (IMSI) هر کاربر

۲- خدمات GPRS که کاربر مجاز به استفاده از آن ها می باشد (نام های نقاط دسترسی یا (APNs)^۱

۳- اجازه و محدودسازی فراگردی بین المللی GPRS

همان گونه که در مباحث GSM نیز بدان اشاره شده است. HLR یک نقطه کنترل خدمات (SCP)^۲ از SS7 می باشد. بنابراین، واسطه Gr مبتنی بر ترانک های SS7 E-1 روی لایه ۳ و MAP در لایه کاربردی می باشد. پروتکل MAP نیز برای تبادل اطلاعات ویژه GPRS توسعه یافته است. لیست زیر تعدادی از پیام هایی را که بین SGSN و HLR مبادله می شوند، ارائه می نماید.

^۱ - Access Point Names

^۲ - Service Control Point

۱- ارسال اطلاعات تعیین اعتبار

هنگامی که مشترک به شبکه ملحق می شود این پیام از SGSN ای که هنوز اطلاعات تعیین اعتبار را ندارد به HLR ارسال می شود.

۲- بروزرسانی مکانی

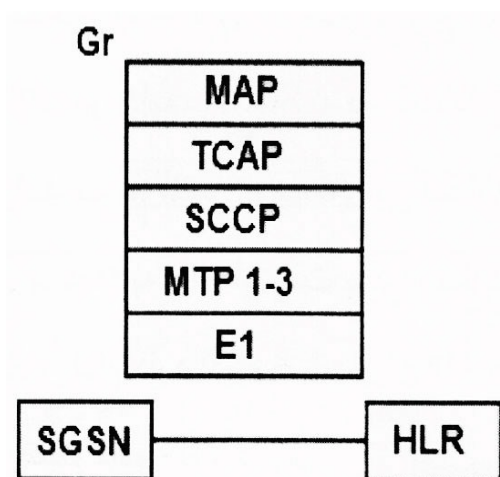
HLR توسط SGSN از فراگردی مشترک به داخل منطقه تحت نفوذش آگاه خواهد شد.

۳- لغو مکانی

هنگامی که HLR یک پیام بروزرسانی مکانی را از SGSN دریافت می نماید، پیام لغو مکانی را به SGSN ارسال می کند که مشترک پیش از این به شبکه متصل شده است.

۴- وارد نمودن دیتای مشترک

به دلیل بروز رسانی مکانی ارسال شده توسط SGSN ، HLR دیتای مشترک را به SGSN ارسال خواهند نمود.



شکل ۴-۱۸: واسطه Gr

۸-۷- واسطه Gc

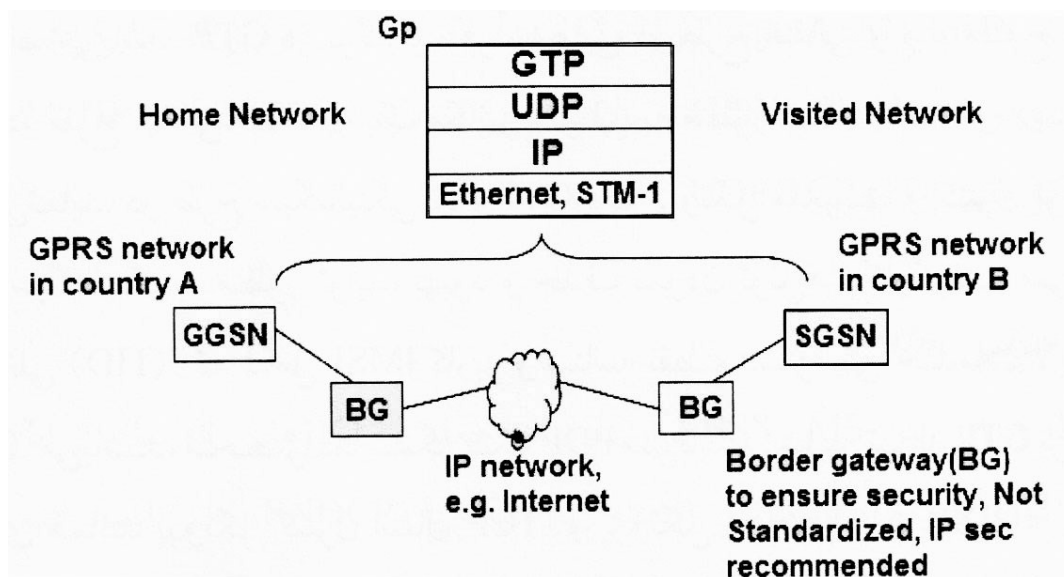
این واسطه، GGSN را به HLR متصل می نماید. در واقع، این واسطه یک واسطه اختیاری است و از این رو، امروزه در شبکه ها به طور گسترده کاربرد ندارد. اما با این وجود، هنوز سناریویی وجود دارد که بکارگیری این واسطه را جالب نموده است. یک موبایل، همانند دستگاه بی سیم از طریق اینترنت خدماتی را به مشترکین ارائه می نماید. حال به منظور بازیابی دیتا از آن دستگاه، از طریق GPRS به اینترنت وصل می شود و هر زمانی که PDP فعال شود، آدرس IP مشابهی به آن تخصیص داده خواهد شد که به آن آدرس IP ثابت یا استاتیک گفته می شود. این نوع IP از این نظر قابل اهمیت است که اگر آدرس IP مکرراً تغییر نماید، دسترسی به اینترنت برای دستگاه بسیار سخت خواهد بود. برای غلبه بر این مشکل، شبکه GPRS امکان اختصاص یک آدرس IP ثابت را به مشترک فراهم نموده است به گونه ای که هر زمان یک نفر بخواهد از

طریق اینترنت به دستگاه دسترس پیدا نماید. بسته ای به IP آدرس اختصاصی دستگاه مورد نظر ارسال خواهد شد. سپس، بسته از طریق اینترنت به GGSN شبکه مسیردهی می شود. در شرایطی که GGSN تشخیص دهد که دستگاهی که این IP آدرس ثابت به آن تعلق دارد، تاکنون هیچ ارتباطی با اینترنت برقرار ننموده است، از طریق واسطه Ge برای مکان آن از HLR استعلام خواهد کرد. اگر دستگاه به شبکه ملحق شده باشد، HLR آدرس SGSN را به دستگاهی که هم اکنون به شبکه پیوسته است، ارسال می نماید

سپس GGSN ، SGSN را با خبر می سازد که برای مشترکی که به شبکه ملحق شده اما تاکنون هیچ PDP برای آن برقرار نشده است. بسته های دریافتی وجود دارد. در ادامه، SGSN به دستگاه مرتبط شده و دستگاه را از آن بسته های در حال انتظار آگاه خواهد نمود. سپس، دستگاه این امکان را خواهد داشت که یک PDPContext را به خاطر انتقال بسته ها و از اینترنت برقرار سازد. این پروسه در واقع پردازش فعال سازی مفهوم PDP اولیه شبکه نام دارد.

۸-۸- واسطه Gp

این واسطه مطابق با شکل ۵-۸ شبکه های GPRS از کشورها یا اپراتورهای مختلف را به یکدیگر برای برقراری ترافیک GTP متصل می نماید. واسطه GP یک مشترک را به منظور فراگردی خارج از منطقه تحت پوشش اپراتور خانگی فعال نموده تا این که بتواند همچنان از شبکه GPRS برای ارتباط با فضای اینترنتی استفاده نماید. دقیقاً همانند واسطه Gn دیتای کاربر از طریق واسطه GP از SGSN در شبکه خارجی به GGSN در شبکه خانگی مشترک تونل خواهد زد و از آن جا به اینترنت یا اینترنت کمپانی مرتبط خواهد شد. درابتدا، عدم استفاده از یک GGSN در شبکه GPRS مهمان (Visited) به عنوان گذرگاهی به اینترنت تا حدودی پیچیده به نظر می آید اما از دیدگاه کاربر نهایی این تغییر مسیر دارای مزیت عمده ای است. زیرا که هیچ گونه گزینه ای در دستگاه نباید تغییر نماید. این در اصل یکی از مهم ترین مزایای GPRS در مقابل دیگر راه حل های اتثال اینترنت به صورت سیار یا ثابت می باشد که امروزه درحین فراگردی قابل استفاده است. این نکته را نیز می بایست در نظر گرفت که واسطه GP تنها برای ترافیک GTP می باشد. برای سیگنالینگ با HLR، دو شبکه نیاز به اتصال داخلی SS7 دارند که در نتیجه آن، SGSN مهمان بتواند با HLR در شبکه خانگی ارتباط برقرار نماید.



شکل ۵-۸: واسطه GP

۸-۹- واسطه Gs

این واسطه نیز از جمله واسطه های اختیاری GPRS می باشد. SGSN و MSC/VLR توسط این واسطه به یکدیگر متصل می شوند.

فصل نهم

معماری پروتکلی GPRS

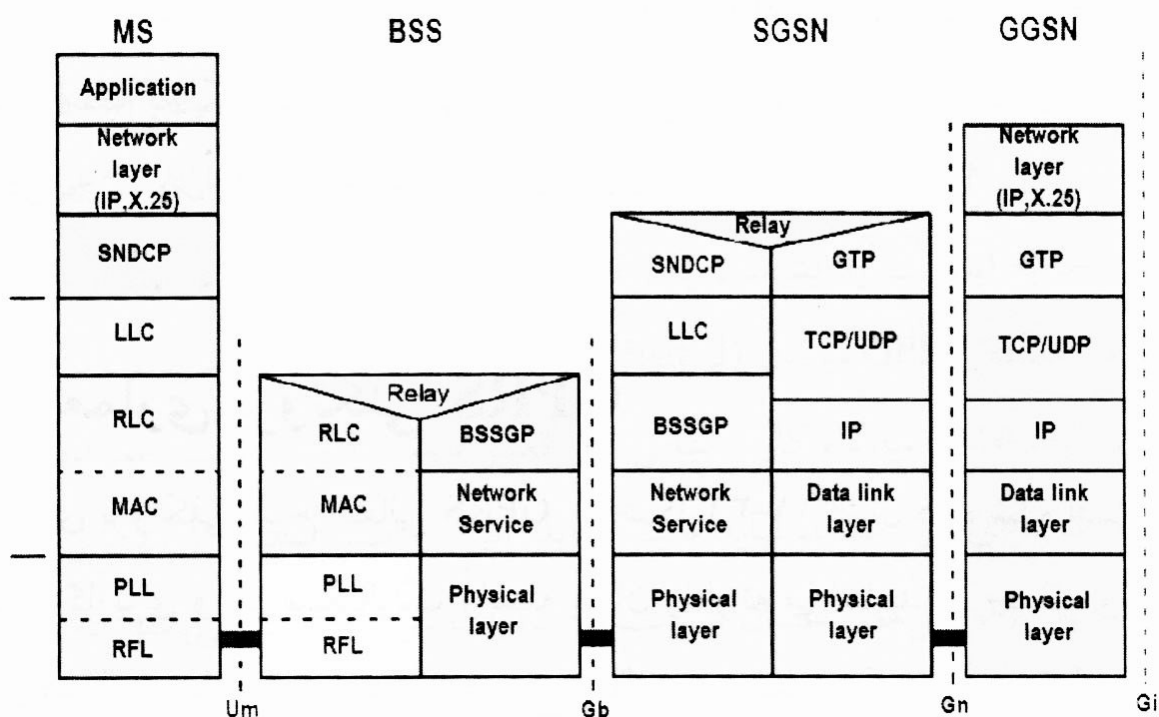
۹-۱- معماری پروتکلی GPRS

معماری پروتکلی طرح انتقالی GPRS در شکل ۹-۱ نشان داده شده است. پروتکل ها، انتقال دیتای کاربری و نیز سیگنالینگ وابسته به آن را ارائه می نمایند. از جمله وظایف آن ها می توان به کنترل جریان تشخیص و تصحیح خطا اشاره نمود. یک برنامه کاربردی در حال اجرا همانند جستجوگر صفحات وب در GPRS-MS از IP و یا X.25 استفاده می نماید.

SGSN-GGSN: GPRSbackbone ➤

همان گونه که پیش از این در این بخش اشاره شده است، بسته های IP ویا X.25 ارسالی در داخل شبکه GPRS ، بابکارگیری GTP بسته بندی می شوند، به گونه ای که بسته های GTP بسته های X.25 یا IP کاربر را جابه جا می نمایند. GTP هم بین گره های پشتیبانی GPRS (GSN) در داخل PLMN یکسان (واسطه Gn) و هم بین PLMN¹ های مختلف (واسطه Gp) قابل تعریف می باشد. GTP دربرگیرنده فرآیندهایی در طرح انتقالی و نیز طرح سیگنالینگ می باشد.

در طرح انتقالی، GTP از یک مکانیزم تونلی به منظور انتقال بسته های دیتای کاربری استفاده می نماید. در طرح سیگنالینگ نیز، GTP یک پروتکل مدیریت و کنترل تونلی را تعیین می نماید. سیگنالینگ به منظور تولید، بهبود و حذف نمودن تونل ها بکار گرفته می شود. یک شناسه تونلی (TID) که شامل IMSI کاربر و شناسه نقطه دسترسی خدمات لایه ای شبکه (NSAPI) می باشد، منحصرأً نمایشگر یک PDP می باشد. پایین تر از GTP پروتکل های استاندارد همانند پروتکل کنترل انتقال (TCP) و پروتکل دیتاگرام کاربر (UDP) بکار گرفته شده تا بسته های GTP در داخل شبکه انتقال یابند. TCP و UDP به ترتیب برای X.25 و دسترسی به شبکه های مبتنی بر IP کاربرد دارند. در لایه شبکه، از IP به منظور مسیریابی بسته ها از طریق Backbone استفاده می شود.



شکل ۹-۱: معماری پروتکلی طرح انتقالی GPRS

¹ – Public Land Mobile Network

اترنت ISDN و ATM مبتنی بر پروتکل ها ممکن است که زیر IP بکار گرفته شوند. به طور خلاصه، در GPR Backbone از بالا به پایین از لایه شبکه (X.25 و IP) تا لایه فیزیکی دارای پروتکل های TCP/GTP، UDP و IP می باشد.

➤ واسطه هوایی Um

واسطه ی هوایی بین MS و BSS قرار دارد. از جمله پروتکل هایی که پیش از این نیز بدان اشاره شده است، پروتکل های همگرایی وابسته زیر شبکه یا (SNDP) می باشد که به منظور ارسال بسته های لایه شبکه (بسته های IP و X.25) بین MS ها و SGSN هایشان مورد استفاده قرار می گیرد. عملکرد این پروتکل شامل موارد زیر می باشد

- ۱- مالتی پلکس کردن چندین PDP از لایه شبکه بر روی یک ارتباط منطقی مجازی که در زیر SNDP ها قرار دارد و با عنوان LLC^۱ یا کنترل لینک منطقی شناخته می شود.
- ۲- سگمنت بندی بسته های لایه شبکه در یک فریم لایه LLC و یکپارچه سازی دوباره آنها در طرف گیرنده علاوه بر این موارد، SNDP فشرده سازی و عمل عکس فشرده سازی دیتای کاربری و نیز اطلاعات هدر افزونگی را نیز ارائه می نماید. (همانند فشرده سازی هدر TCP/IP).
- لایه پیوند داده به دو زیر لایه تقسیم می شود که عبارتند از:

۱- لایه LLC (بین لایه MS و SGSN)

۲- لایه MAC و RLC (بین لایه MS و BSS)

LLC تامین کننده یک لینک منطقی معتبر بین MS و SGSN تخصیص یافته به آن می باشد. و عاملیت آن مبتنی است بر پروتکل LAPDm که مشابه پروتکل HDLC^۱ می باشد. LLC شامل عملکردهایی همچون کنترل جریان، تشخیص خطا، بازسازی بسته ها (ARQ)^۲ و رمزنگاری می باشد. LLC از طول متغیرهای فریم و کلاس های متفاوت QOS پشتیبانی نموده و با وجود PTP، انتقال PTM را نیز امکان پذیر می نماید. یک لینک منطقی به طور انحصاری تحت نظارت یک شناسه لینک منطقی موقتی (TLLI)^۳ می باشد. در داخل یک RA نگاشت بین TLLI و IMSI انحصاری بوده و از آن جایی که TLLI نیز از P-TMSI کاربر ناشی می شود، هویت کاربر به صورت محرمانه باقی می ماند.

لایه RLC/MAC دارای دو عملکرد می باشد. هدف لایه RLC برقراری یک لینک مطمئن بین MS و BSS می باشد و شامل سگمنت بندی و گردآوری فریم های LLC به داخل بلاک های دیتای RLC و ARQ بلاک های غیرقابل تصحیح می باشد. از یک سوء پروتکل MAC اجازه می دهد که یک MS از چندین کانال فیزیکی به طور همزمان استفاده نماید. (چندین تایم اسلات از فریم TDMA) و از سویی دیگر، مالتی پلکس را

^۱ - Logical Link Control

^۱ - High Level Data Link Control

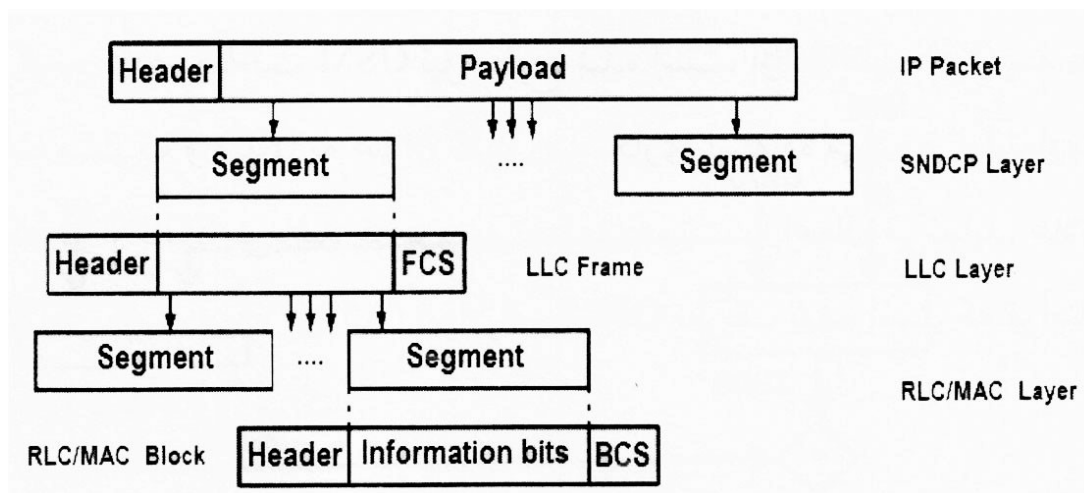
^۲ - Automatic Repeat Request

^۳ - Temporary Logical Link Identifier

نیز کنترل می نماید که این به معنای کنترل چگونگی دسترسی MS ها به کانال فیزیکی می باشد. لایه فیزیکی بین MS و BSS دو زیر لایه PLL یا لایه لینک فیزیکی و نیز RFL یا لایه RF فیزیکی تقسیم می شود. لایه PLL⁴ تامین کننده یک کانال فیزیکی بین MS و BSS می باشد و وظایف آن شامل کدینگ کانال (تشخیص خطاهای انتقالی، تصحیح خطای پیشرو (FEC)، نمایش کلمات کد غیرقابل تصحیح، گنجانندگی و تشخیص تراکم لینک فیزیکی) می باشد. RFL⁵ نیز که در زیر لایه PLL قرار دارد در برگیرنده مدولاسیون و دی مدولاسیون می باشد که در شکل ۹-۲ نیز جریان دیتا بین لایه های پروتکلی در MS نمایش داده شده است.

بسته های لایه شبکه همانند بسته های IP به طرف لایه SNDCP انتقال داده می شود که به فریم های LLC سگمنت بندی می شوند. پس از افزودن اطلاعات هدر و یک فیلد FCS یا توالی چک فریم برای پشتیبانی خطا، این فریم ها به یک یا چند بلاک دیتای RLC سگمنت بندی می شوند. سپس به لایه MAC انتقال داده خواهند شد.

یک بلاک RLC/MAC شامل یک هدر RLC و MAC محموله RLC (بیت های اطلاعاتی) و یک توالی چک بلاک (BCS)⁶ در قسمت انتهایی می باشد. در بخش های گذشته این فصل در ارتباط با کدینگ کانال بلاک های RLC/MAC و نیز نگاشت یک برست در لایه فیزیکی مطالب جامعی مطرح شده است.



شکل ۹-۲: جریان دیتا و سگمنت بندی بین لایه های پروتکلی در MS

⁴ - Physical RF Layer

⁵ - Physical Check Layer

⁶ - Block Check Sequence

➤ واسطه BSS-SGSN

در واسطه Gb پروتکل کاربردی BSSGPRS که از آن به عنوان BSSGP^۱ یاد می شود، بر روی لایه ۳ تعریف شده است. این پروتکل، اطلاعات مرتبط با QOS و مسیریابی را بین BSS و SGSN مبادله می نماید. پروتکل زیرین آن NS یا خدمات شبکه می باشد که مبتنی بر پروتکل فریم ریلی می باشد.

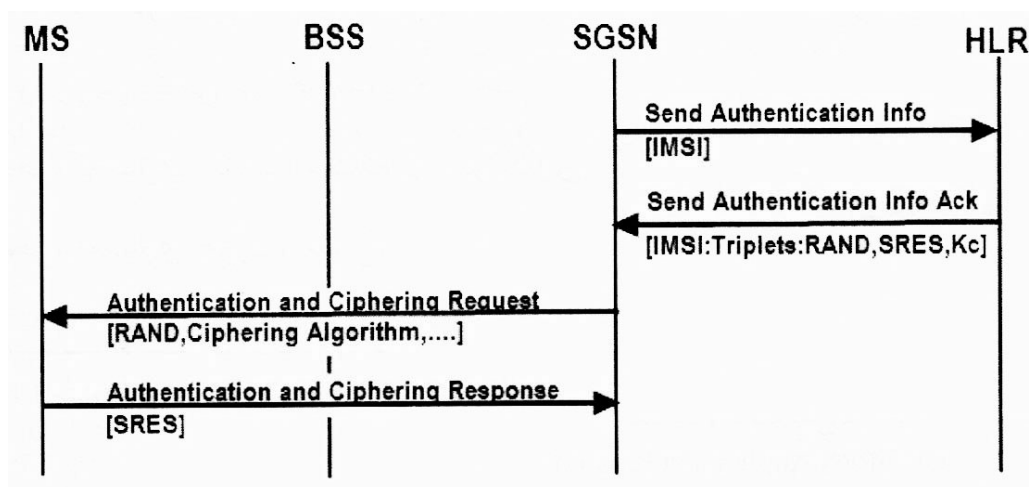
۹-۲- تصدیق هویت مشترک

در شکل های ۹-۳ و ۹-۴ چگونگی اجرای فرآیند تصدیق هویت نمایش داده شده است. الگوریتم استاندارد GSM به منظور تولید دیتای امن مورد استفاده قرار می گیرند. الگوریتم A3 پاسخ امضاء (SRES) از کلید تصدیق هویت مشترک (Ki)^۲ و شماره تصادفی (RAND) را محاسبه می نماید.

اگر SGSN دارای مجموعه تصدیق هویت برای کاربر نباشد (SRES, RAND, Ke) آنگاه از HLR با ارسال پیام Send Authentication Info درخواست می نماید، سپس HLR با Send Authentication Info Ack که دربرگیرنده اطلاعات امنیتی است به SGSN پاسخ می دهند. در ادامه، SGSN یک شماره تصادفی RAND را به MS ارائه می نماید.

(Authentication And Ciphering Request) و ایستگاه سیار SRES را محاسبه نموده و آن را به SGSN باز می گرداند.

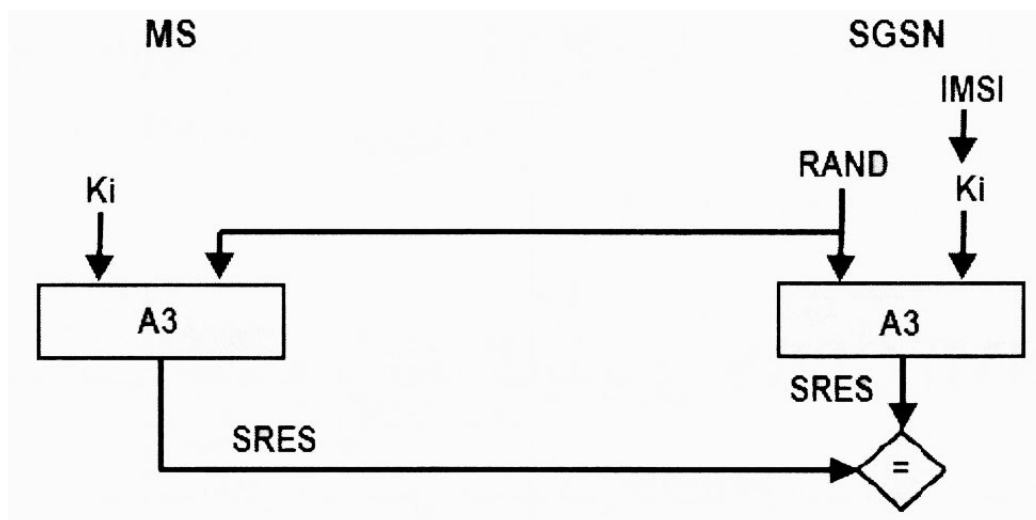
(Authentication And Ciphering Response) اگر SRES ایستگاه سیار برابر با SRES محاسبه شده توسط SGSN باشد، آنگاه کاربر تصدیق هویت شده و مجاز به استفاده از شبکه می باشد.



شکل ۹-۳: تصدیق هویت مشترک در GPRS

^۱ - Base Station System GPRS Application Protocol

^۲ - Subscriber Authentication Key



شکل ۴-۹: اصول تصدیق هویت مشترک در GPRS

۹-۳- رمزنگاری

رمزنگاری در لایه LLS و بین MS و SGSN صورت می پذیرد. همان طور که در مورد رمزنگاری GSM مطرح شده است، الگوریتم A8 کلید رمزنگاری Ke را از کلید Ki و نیز شماره تصادفی RAND تولید می نماید. Ke توسط الگوریتم رمزنگاری GPRS (GEA) ^۱ برای رمزنگاری دیتا بکار گرفته می شود. (الگوریتم A5). به این نکته نیز می بایست توجه داشت که کلید Ke توسط SGSN بکار گرفته می شود، مستقل از کلید Ke می باشد و توسط MSC برای خدمات GSM مورد استفاده قرار می گیرد.

از این رو، یک MS ممکن است که بیش از یک کلید Ke داشته باشد. MS و SGSN به ترتیب، پس از ارسال و دریافت پیام Authentication And Ciphering Response شروع به رمزنگاری نموده و پس از آن، دیتای کاربری GPRS و نیز سیگنالینگ در حین انتقال دیتا به صورت رمزنگاری شده منتقل خواهند شد.

۹-۴- محرمانه سازی هویت مشترک

شناسه یک مشترک همواره محرمانه بوده و از طریق بکارگیری شناسه ۸ های موقتی بر روی کانال رادیویی محرمانه سازی انجام می پذیرد. از یک طرف، IMSI کاربر به صورت غیر رمزنگاری شده ارسال نمی شود. و از طرفی دیگر، بوسیله SGSN یک شناسه مشترک سیار موقتی بسته ای (P-TMSI) به هر کاربر تخصیص داده می شود که این آدرس موقتی بوده و تنها منحصر به فرد به منطقه تحت پوشش این SGSN می باشد. نگاشت بین این شناسه های موقتی و IMSI تنها در MS و SGSN ذخیره می شود.

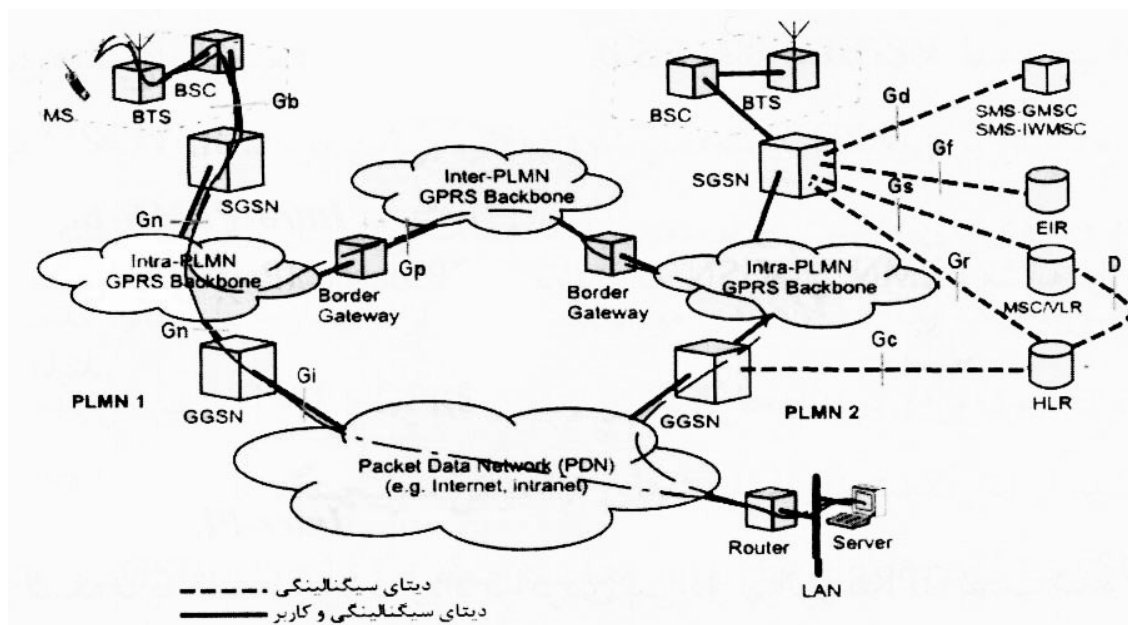
^۱ -GPRS Encryption Algorithm

فصل دهم

معماری کلی سیستم GPRS

۱۰-۱- معماری کلی سیستم GPRS

حال که در مورد کلیه عناصر و عملکردهای یک سیستم GPRS هم چون انواع کانال ها، واسطه ها و مدیریت ها مطالب جامعی مطرح شده است، فرصت آن فرارسیده که در ارتباط با معماری کلی سیستم GPRS و چگونگی ارتباط این عناصر در مقیاس وسیع شبکه نیز توضیحاتی ارائه شود. به طور کلی، به منظور آنکه بتوان GPRS را در معماری سیستم GSM موجود تلفیق نمود می بایست همان گونه که پیش از این نیز بارها مطرح شده است. ندها و یا گره های پشتیبانی GPRS که به آن ها GSN اطلاق می شود را معرفی نمود. GSN ها وظیفه انتقال و مسیریابی بسته های دیتا بین MS ها و شبکه های دیتای بسته ای خارجی (PDN) را برعهده دارند. در شکل ۱-۱۰ نمایی کامل از معماری سیستم GPRS، واسطه ها و عناصر دخیل در ارتباط دهی و مسیریابی را نمایش می دهند. ندهای پشتیبانی GPRS که به آن ها SGSN گفته می شود. بسته های دیتا را به MS ها در محدوده سرویس دهی خود جابه جا می کنند. وظایف SGSN شامل مسیریابی بسته ها، اتصال و انفصال MS ها، تصدیق هویت آن ها و مدیریت ارتباطات لینک منطقی می باشد. برای کلیه مشترکین GPRS که در SGSN ثبت شده اند، در حافظه محلی SGSN اطلاعات محل اقامت همانند سلول کنونی و VLR فعلی و نیز اطلاعات خاص مشترکین مثل IMSI و آدرس تخصیص داده شده در PDN ذخیره می شود.



شکل ۱-۱: معماری سیستم، واسطه ها و مسیریابی در GPRS

GGSN با گذرگاه پشتیبانی GPRS به عنوان واسطه با شبکه دیتای بسته ای خارجی (PDN) همانند اینترنت در نظر گرفته شده است. GGSN بسته های ورودی از SGSN را به فرمت پروتکل دیتای بسته ای (PDP) همانند IP یا X.25 تبدیل نموده و سپس، آن ها را به شبکه خارجی مورد نظر ارسال می نماید. در جهت مخالف، آدرس PDP بسته های دیتای ورودی همانند آدرس IP مقصد به آدرس GSM کاربر مقصد تبدیل و سپس به آدرس SGSN مسئول ارسال می شود. برای دستیابی به این هدف، آدرس های کنونی SGSN و اطلاعات خاص مشترکین ثبت شده ورد حافظه محلی توسط GGSN ذخیره می شود. از یک سوء یک GGSN برای چندین SGSN به عنوان واسطه ای به PDN خارجی محسوب می شود و از سویی دیگر، SGSN می تواند بسته های خود را به GGSN های مختلف ارسال نماید. مطابق با شکل ۱-۱ واسطه Gb، BSC را با SGSN مرتبط می سازد و از طریق واسطه های Gn و Gp نیز اطلاعات کاربران و نیز سیگنالینگ بین ندهای پشتیبانی GPRS انتقال می یابد. واسطه Gn هنگامی بکار گرفته می شود که SGSN و GGSN در PLMN مشابه قرار داشته باشند و واسطه Gp نیز در صورتی که هر دوی آن ها در PLMN متفاوتی قرار داشته باشند، مورد استفاده قرار می گیرد. کلیه ندهای پشتیبانی GPRS از طریق شبکه GPRS-Backbone بایکدیگر مرتبط می باشند. در این محدوده بسته های PDN توسط ندهای پشتیبانی GPRS بسته بندی شده و سپس، آن ها را با استفاده از پروتکل تونلی GPRS (GTP) بین خود انتقال می دهند. در کل، می توان بین دو نوع متفاوت GPRS-Backbone تفکیک قائل شد

Intra-PLMN-Backbone ➤

شبکه های مبتنی بر IP (IP-based) می باشند که GSN های PLMN مشابه را به یکدیگر متصل می نمایند.

Intra-PLMN-Backbone ➤

این شبکه ها بدلیل وجود قرارداد فراگردی بین دو اپراتور GPRS نصب شده و GSN های PLMN متفاوت را یکدیگر متصل می نمایند.

همان گونه که در شکل نیز نمایش داده شده است، دو شبکه Intra-PLMN-Backbone در دو PLMN متفاوت توسط یک شبکه Intra-PLMN-Backbone به یکدیگر متصل شده اند. گذرگاه های بین PLMN ها و نیز شبکه Intra-PLMN-Backbone گذرگاه های مرزی (BG)¹ نامیده می شوند. این گذرگاه ها وظیفه محافظت از شبکه شخصی Intra-PLMN-Backbone را برعهده دارند تا از دسترسی غیرمجاز به آن ها جلوگیری به عمل آورند.

واسطه های های Gn و Gp هنگامی که MS از محدوده یک SGSN وارد محدوده SGSN دیگری می شود، اجازه می دهند که SGSN ها اطلاعات مشترکین را مبادله نمایند. به وسیله واسطه PLMN Gi PDN های خروجی متصل می شود و از طریق واسطه Gf نیز IMEI دستگاه تلفنی همراهی که قصد ثبت نام در شبکه را دارد، توسط SGSN اعلام می شود.

در استاندارد GPRS واسطه ها به IP (IPv4 IPv6) و نیز شبکه X.25 پشتیبانی می شوند. هم چنین، به منظور مدیریت تحرک پذیری، ثبت مشترکین در HLR توسط یک لینک به SGSN کنونی اش توسعه می یابد. علاوه بر این، اطلاعات خاص مشترکین GPRS و آدرس های PDP کنونی آن ها نیز ذخیره می شوند. واسطه Gr به منظور تبادل این اطلاعات بین HLR و SGSN مورد استفاده قرار می گیرد. به طور مثال، SGSN، HLR را از مکان قرار گیری فعلی MS مطلع سازد. هنگامی که یک MS در یک SGSN جدید ثبت می شود، HLR اطلاعات خاص مشترکین را به SGSN جدید ارسال می نماید.

به طور مشابه این امکان نیز وجود دارد که مسیر سیگنالینگ بین HLR و GGSN (واسطه Ge) نیز توسط SGSN مورد استفاده قرار گیرد تا مکان و نیز خدمات پشتیبانی یک مشترک ناشناس برای GGSN مشخص شود. علاوه بر این مواد، MSC/VLR می تواند با وظایف و نیز ورودی های رجیستری توسعه یابد تا هماهنگی بین ارتباطات بسته ای GPRS و نیز خدمات سوئیچینگ مداری GSM را مورد پشتیبانی قرار دهد. از جمله مثالی که می توان برای این مورد عنوان نمود، بروز کردن محل استقرار ترکیب GPRS و GSM و نیز فرآندهای ترکیبی ثبت نام می باشد.

از این گذشته، درخواست های فراخوانی سوئیچینگ مداری در GSM می تواند توسط SGSN اجرا گردد که برای نیل به این هدف، واسطه Gs ثبات های SGSN و MSC/VLR را به یکدیگر متصل می نماید. همچنین

¹ - Border Gateway

واسطه ای به نام Gd نیز در استاندارد های GPRS تعریف شده است. که به منظور تبادل پیام های SMS از طریق شبکه GPRS بین SMS-GMSC و SGSN بکار می رود.

۱۰-۲- مسیریابی

در شکل ۱-۱۰ چگونگی مسیریابی بسته های دیتا را در شبکه GPRS نشان داده شده است در این بخش با فرض آنکه شبکه دیتای بسته ای مورد اشاره یک شبکه IP می باشد، به تشریح مسیریابی خواهیم پرداخت. یک MS با قابلیت GPRS که در PLMN1 قرار گرفته است، بسته های IP را به وب سرور متصل به اینترنت ارسال می نماید. سپس، SGSN که در آن ثبت شده است، بسته های IP دریافت شده از MS را بسته بندی نموده و PDP فعال سازی شده و این بسته ها از طریق GPRS Backbone به GGSN مورد نظر ارسال می نماید.

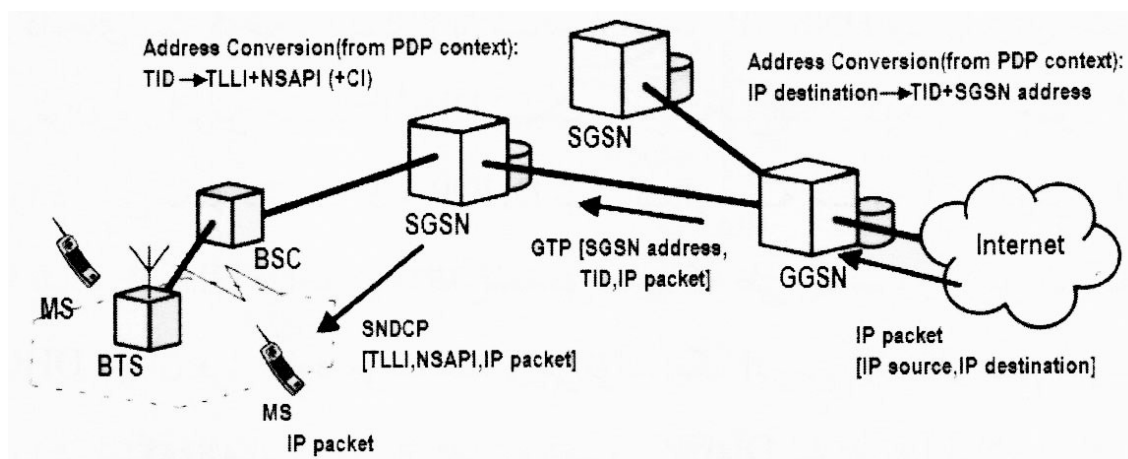
در ادامه، GGSN بسته های IP را از حالت بسته بندی خارج نموده و آنها را بر روی شبکه IP ارسال می کند. در جایی که مکانیزم های مسیر یابی IP بسته ها را به روتر دسترسی شبکه مقصد انتقال می دهد و در نهایت بسته های IP به هاست منتقل می شود.

حال فرض نمایید که PLMN خانگی MS مورد نظر، PLMN2 باشد و IP آدرس آن نیز چه به صورت استاتیک و چه به صورت داینامیک، از فضای آدرسی PLMN2 تخصیص داده شده باشد. در این صورت، هنگامی که وب سرور بسته های IP را به MS ارسال می نماید، این بسته ها به GGSN از PLMN2 مسیریابی شده که در واقع، این GGSN همان GGSN خانگی MS محسوب می شود. سپس، GGSN از HLR استعلام نموده و اطلاعاتی را در ارتباط با مکان کنونی MS در PLMN1 بدست می آورد. در ادامه، بسته های IP ورودی بسته بندی شده و از طریق GPRS Backbone Inter-PLMN به SGSN مورد نظر در PLMN1 تونل زده می شود. در انتها، SGSN بسته ها را از حالت بسته بندی خارج نموده و آنها را به MS انتقال می دهد.

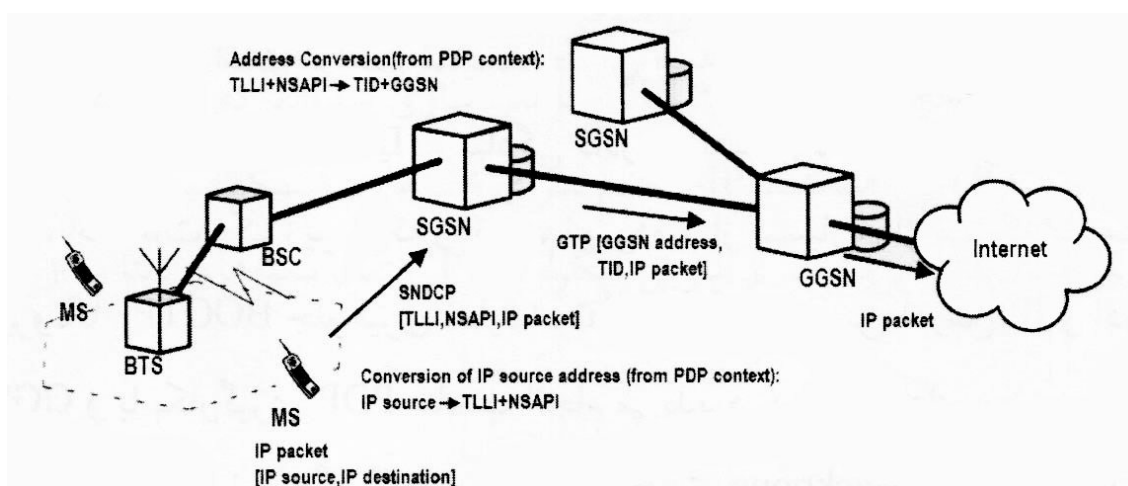
۱۰-۳- فرآیند آدرس دهی و تبدیل آن در GPRS

شکل ۲-۱۰ مسیریابی و چگونگی انتقال بسته های IP ورودی با خاتمه پذیری در MS را نمایش می دهد. ابتدا، بسته های IP وارد GGSN شده و از طریق GPRS Backbone به SGSN مسئول مسیریابی می شوند. و در نهایت به MS انتقال می یابند. با بکارگیری PDP، GGSN از IP آدرس مقصد می تواند یک شناسه تونلی (TID) و نیز آدرس IP مربوطه را تعیین نماید. بین SGSN و GGSN از پروتکل تونلی GPRS (GTP) استفاده می شود. SGSN، TLLI را از TID استخراج نموده و در نهایت بسته های IP را به MS ارسال می نماید.

NSAPI به عنوان بخشی از TID وظیفه نگاشت آدرس IP داده شده بر روی PDP را برعهده دارد. دوتایی NSAPI/TLLI در یک منطقه مسیریابی (RA) منحصر به فرد می باشد. نمونه ای از انتقال بسته های IP خروجی، با آغاز پذیری از MS در شکل ۳-۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۰: آدرس دهی و تبدیل آدرس: بسته IP ورودی (انتقال دیتا با خاتمه پذیری در MS)



شکل ۳-۱۰: مسیریابی و تبدیل آدرس: بسته IP خروجی (انتقال دیتا با آغازپذیری در MS)

۱۰-۴- ارتباط با شبکه های IP

تصویری از برقراری ارتباط یک شبکه GPRS با اینترنت در شکل ۴-۱۰ ارائه شده است. از دیدگاه یک شبکه خارجی IP، شبکه GPRS مشابه هر نوع زیر شبکه IP دیگری می باشد و GGSN نیز همانند یک روتر IP معمولی به نظر می رسد. هر MS یک آدرس IP را پس از الحاقش به شبکه GPRS بدست می آورد. که این آدرس IP در طول زمان برقراری جلسه معتبر باقی خواهند ماند.

یک اپراتور شبکه GPRS تعدادی مشخص از آدرس های IP را رزرو نموده که این آدرس ها را به MS های فعال اختصاص می دهد. به منظور عملی نمودن چنین فرآیندی، اپراتور یک سرور پروتکل تنظیمات میزبان پویا (DHCP)^۱ را در شبکه خود نصب خواهد نمود. سرور DHCP می تواند که فضای آدرسی قابل دسترس را

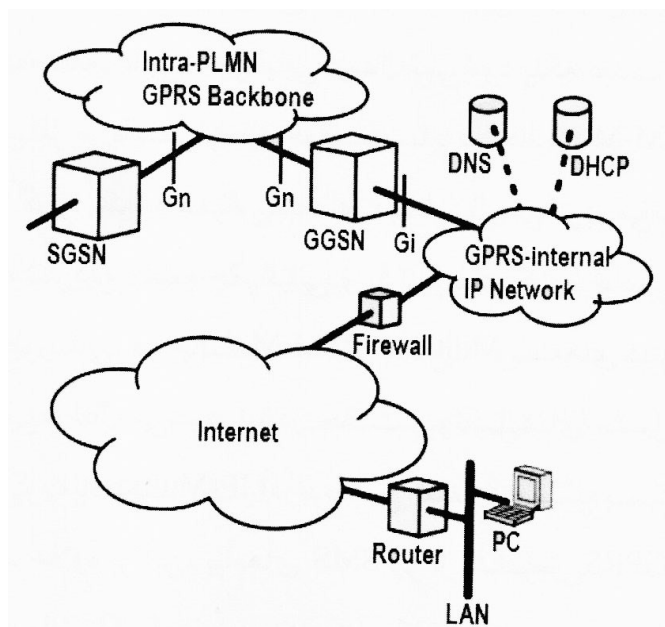
^۱ - Dynamic Host Configuration Protocol

به صورت خودکار مدیریت نماید. سرور، آدرس IP و دیگر اطلاعات اضافی همانند گذرگاه هایی پیش فرض، الگوی زیر شبکه و آدرس DNS IP و.... را برای مشترک فراهم می نماید.

می توان بزرگترین مزیت DHCP نسبت به پروتکل های دیگر همچون RARP^۱ و BOOTP^۲ را در این نکته دانست که DHCP نیاز ندارد که سرور آن، آدرس MAC مشترکین را بداند. DHCP فرآیندی را تعریف می نماید که طی آن سرور، زیر شبکه ای را که مشترک DHCP در آن قرار دارد می شناسد و می تواند یک آدرس IP را از منبع آدرس های IP معتبر در آن زیر شبکه انتساب دهد. از این رو، سرور DHCP نیازی به اطلاع از آدرس MAC پیش از انتساب به آدرس های IP ندارد.

علاوه بر این، اطلاعات دیگری همانند آدرس های IP روتر که DHCP ممکن است فراهم نماید، برای همه میزبان ها در یک زیر شبکه مشابه می باشد. بنابراین، سرورهای DHCP بسادگی قادر خواهند بود که به جای اطلاعات میزبانی در زیر شبکه، اطلاعات یک زیر شبکه را تنظیم نموده و از بسیاری از مشکلات مدیریتی در مقایسه با پروتکل BOOTP جلوگیری نمایند. تفکیک آدرس بین آدرس IP و آدرس GSM توسط GGSN و با بکارگیری PDP مناسب انجام می پذیرد.

در بخش های پیشین، در ارتباط با مسیریابی بسته های IP و نیز چگونگی تونل زنی از طریق PLMN Backbone و با استفاده از GTP مطالب جامعی مطرح شده است. علاوه بر این، DNS به منظور برقراری نگاشت بین آدرس های IP و نام های میزبان (Host names) مورد استفاده قرار می گیرد. برای حفاظت PLMN در مقابل دسترسی غیرمجاز، یک دیواره آتش نیز بین شبکه خصوصی GPRS و شبکه خارجی IP قرار دارد.



شکل ۴-۱۰: ارتباط شبکه GPRS با اینترنت

^۱ - Revers ARP

^۲ - Boot Protocol

فصل یازدهم

به کارگیری WAP از طریق GPRS

۱۱-۱ به کارگیری WAP^۱ از طریق GPRS

با توجه به آن که GPRS برای بسته های IP به عنوان یک عامل محسوب می شود، از نقطه نظر خصوصیات در مقایسه با ارتباطات خط ثابت دارای تمایزی می باشد. این تفاوت ها شامل تاخیر طولانی تر، وجود زمان تاخیر متفاوت در صورت به کارگیری در محیط های پویا و متحرک و حتی افت ارائه خدمات و سرویس دهی برای مواقعی که کاربر به منطقه ای خارج از پوشش شبکه جابه جا می شود، خواهد بود. علاوه بر این موارد، بسیاری از دستگاه هایی که برای برقراری ارتباط از شبکه GPRS استفاده می نمایند تیز دارای محدودیت هایی همانند نمایشگر کوچک و یا داشتن توان پردازشی نسبتاً کم در مقایسه با نوت بوک ها و یا PC های خانگی می باشد. بنابراین، تعدادی از کاربردهایی که برای اینترنت خط ثابت به طور وسیع مورد استفاده قرار می گیرد می بایست با محیط های سیار انتطباق پذیر باشند. جستجوی صفحات وب، از جمله مهمترین کاربردهای اینترنت می باشد اگر این صفحات بزرگ باشند (از نظر محتویات بزرگ باشند) و در حین انتقال هیچ گونه قطعی انتقال رخ ندهد، به کارگیری یک ارتباط سریع و کسب اطمینان از امنیت حامل ارسالی استاده از اینترنت را بسیار لذت بخش خواهد

^۱ - Wireless Application Protocol

فلسفه وجود WAP انتقال محتویات اینترنتی و دیگر خدمات ارتباطی به MS هاست. اما امکان دسترسی این گونه اطلاعات برای کاربران سیار تیز فراهم شود. به منظور رسیدن به چنین هدفی، WAP معماری سیستم، ساختار پروتکلی و محیط کاربری خاصی را برای انتقال و نمایش صفحات وب تعریف نموده است. در واقع، دلیل اصلی برای توسعه و گسترش WAP محدودیت های بنیادینی بویکه تجهیزات سیار و شبکه های سلولی در مقایسه با PC ها و شبکه های خط ثابت با آن روبرو بودند.

نمایشگرهای کوچک، صفحه کلید های شماره ای و نامناسب از نظر اندازه به همراه حافظه و توان پردازشی محدود همگی از جمله محدودیت ها به شمار می آیند. علاوه بر همه این موارد، مصرف باتری MS هاست بایست تا حد امکان کم باشد. از سوی دیگر، واضح است که شبکه های بی سیم در مقایسه با شبکه های خط ثابت دارای پهنای باند کم تر، احتمال خطای بیشتر و ارتباطات نا پایدارتری می باشند. پروتکل ها و محیط های کاربردی تعریف شده برای WAP این محدودیت ها را نیز در نظر گرفته است. اساساً، پروتکل های معماری WAP در محیط های بی سیم و سیار به عنوان تعدیل کننده، بهینه ساز و ارتقاء دهنده پشته مورد استفاده در شبکه جهانی وب به کار می روند.

استاندارد WAP مفاهیم پروتکل انتقال ابرمتن یا HTTP¹ و نیز زبان مورد استفاده برای برنامه نویسی سایت ها و صفحات اینترنتی (HTML) ² که به آن زبان علامت گذاری ابرمتن نیز گفته می شود را پذیرفته و آن ها را به منظور یکارگیری در یک محیط سیار منطبق می نماید.

iMode که در ابتدا توسط کمپانی NTTDoCoMo در کشور ژاپن طراحی شد، به عنوان استاندارد رقیب WAP مطرح می باشد و از زمان پیدایش به بسیاری از کشورهای جهان گسترش یافته است. اما با این وجود هنوز WAP به عنوان پرکاربردترین پروتکل استفاده شده برای دستگاه های موبایل در خارج از کشور ژاپن محسوب می شود. امروزه چندین نسخه متفاوت از WAP وجود دارد که در شبکه های سیار از آن ها استفاده می شود. WAP1.1 که برای جستجوی صفحات وب در نظر گرفته شده بود، دارای محدودیت های بسیاری از جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد.

- ۱- پهنای باند بسیار محدود ارتباطی که تاثیر انکارپذیری بر روی سرعت دانلود صفحات وب دارد.
 - ۲- توان پردازشی بسیار محدود دستگاه موبایل که بر چگونگی سرعت انتقال صفحات وب روی نمایشگر تاثیر گذار می باشد
 - ۳- تامین امنیت ارتباط، به گونه ای که تا حد امکان می بایست با سرعت بارگذاری و یالود شدن تا تاثیر اختلالات انتقالی و از دست دادن پوشش شبکه روی کاربر کاهش یابد.
- امروزه به عنوان تشریح آنکه صفحات وب چگونه در یک جستجو گر بارگذاری می شوند، از HTML و جانشین آن XHTML استفاده می شود. در حالی که متن، آرایش و قالب یک صفحه مستقیماً تعبیه و جاسازی می شود، عکس ها و دیگر عناصر یک صفحه اینترنتی معمولاً رجاع داده شده و می بایست به طور جداگانه درخواست شوند. از آنجایی که این زبانها پیچیده و دارای امکانات بسیاری می باشند، دستگاه های سیار به دلیل نمایشگرها کوچک و نیز قابلیت های پردازشی محدود نمی توانند از چنین امکاناتی استفاده نمایند.

¹-Hyper Text Transfer Protocol

²-Hyper Text Markup Language

از این رو، WAP زبان توصیفی خودش را معرفی نموده که به آن WML^۱ یا زبان علامت گذاری بی سیم گفته می شود. بنابراین، به استفاده از جستجو گر WAP در دستگاه موبایل نیز جستجو گری WAP اطلاق می شود. با توجه به نیاز های مطرح شده، WML پدید آمد.

به منظور بکارگیری WAP، صفحات اینترنتی می بایست در فرمت خاصی ایجاد شوند تا کاربرد های منطقی با دستگاه و صفحه نمایش کوچک آن امکان پذیر شود که این فرمت، WML می باشد و HTML و شبیه یکدیگر می باشند ولی کاربردهای آن ها در دستگاه های سیار و نیز اینترنت متفاوت است. WML به عنوان نوعی از زبان علامت گذاری قابل تعمیم (XML)^۲ تعریف شده است. یک مرورگر (جستجوگر) کوچک که در ترمینال WAP فعال می باشد، مدارک WML دریافتی را تفسیر و ترجمه می نماید و محتویات آن را که شامل متن، عکس و لینک می باشد نمایش می دهد.

چنین مرورگر کوچکی که از آن به عنوان مرورگر WML نیز یاد می شود، مشابه با مرورگرهای وب مورد استفاده در PC ها می باشد. نمایش محتویات مرتبط با WML تنها به تلفن همراه محدود نمی شود بلکه مرورگرهای WML برای دیگر وسایل ارتباطی هم چون انواع PDA ها و تجهیزات پرتال اینترنتی نیز تحت سیستم عامل های هم چون سیستم های Apple IOS, Android, PalmOS, Windows CE, EPOC و..... کاربرد دارند.

شکل ۱-۱۱، WML ساده ای را نشان می دهد که متنی را روی صفحه نمایشگر ارائه می دهد که از آن در شکل ۲-۱۱ به عنوان کد منبع WML نیز یاد می شود

```
<? xml version = " 1.0 "? >
<! DOCTYPE wml PUBLIC " - //WAPFORUM/ /DTD WML 1.1 / /EN "
"http: //www.wapforum.org/DTD/wml.dtd">
<wml>
<card id = "main" title = "First card">
<p mode = " wrap"> This is a WML page including only this
Sentence. </p>
</card>
</wml>
```

شکل ۱-۱۱: صفحه WML ساده

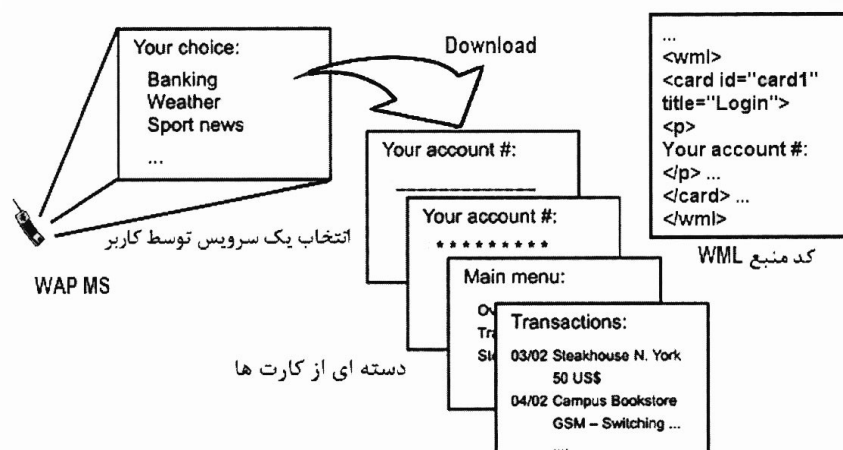
همان گونه که مطرح شد، باوجود آنکه در ابتدا منبع WML شبیه به HTML به نظر می آید اما علاوه بر محدودیت های کاربری موجود دارای تفاوت هایی نیز می باشد که اصلی ترین تفاوت را می توان به کارگیری اصطلاح 'Card' در داخل صفحه دانست. مطابق با شکل ۲-۱۱ مدارک WML در داخل کارت هایی سازماندهی شده اند. هنگامی که یک مشترک سرویسی را انتخاب نماید یک دسته از کارت ها برای MS دانلود می شود. داخل متن هر کارت را می توان رابطه ای با دیگر کارت ها در نظر گرفت تا کاربر بین کارت ها بتواند جهت یابی نماید.

^۱ -Wireless Markup Language

^۲ - Extensible Markup Language

مزیت این دیدگاه در دانلود چندین کارت می باشد که در یک تراکنش به یکدیگر مرتبط شده اند و به جای دسترسی اجباری شبکه در هر زمان ، کاربر می تواند روی یک لینک کلیک نماید . از آن جهت که می توان متون طولانی به چندین کارت تفکیک نمود و با یک لینک مرجع در پایین هر کارت به یکدیگر متصل کرد. بکارگیری این روش بسیار سودمند می باشد .

این دیدگاه برای دستگاه های سیار یا صفحات نمایشگر کوچک، از آن جهت که کاربر نباید همه متن را به طرف پایین مرور نماید و تنها با کلیک روی یک لینک قادر باشد به متن مورد علاقه اش دست یابد. با اهمیت است. تفکیک پذیری یک متن طولانی در چندین کارت، سرعت جایگذاری جستجوگر WAP را افزایش خواهد داد، زیرا که هنگام دانلود یک صفحه اینترنتی تنها یک کارت از فایل دانلود شده می بایست آماده تحویل باشد . علاوه بر متون و ابر متن ها یا هایپرلینک ها، WML از عکس ها نیز پشتیبانی می نماید. WAP1.1 به دلیل آنکه در آن زمان موبایل ها به صفحات سیاه و سفید منحصر شده بودند، تنها از تصاویر سیاه و سفید در فرمت پروتکلی WBMP^۱ پشتیبانی می نمودند.



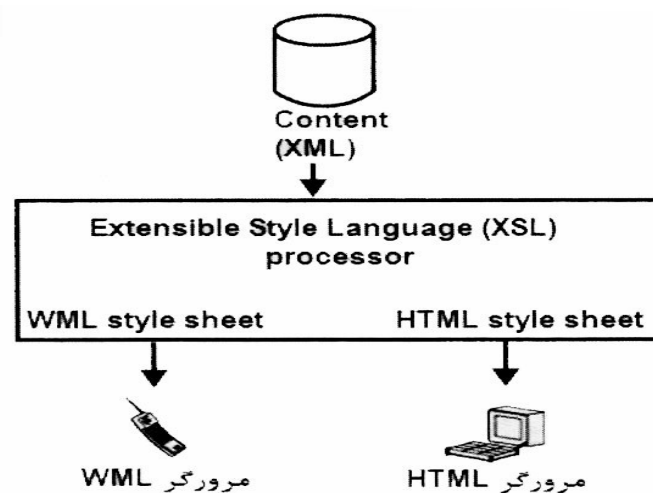
شکل ۲-۱۱: نمونه ای از WAP

در شکل ۳-۱۱ نیز تولید مدارک WML و HTML نشان داده شده است. کنسرسیوم جهانی وب (W3C)^۲، زبان سبک نگارش تعمیم یافته (XSL)^۳ را معرفی نموده است. با بکارگیری XSL، مدارک WML و HTML به صورت خودکار از محتویات نوشته شده در XML تولید می شوند.

^۱ - Wireless Application Bitmap Protocol

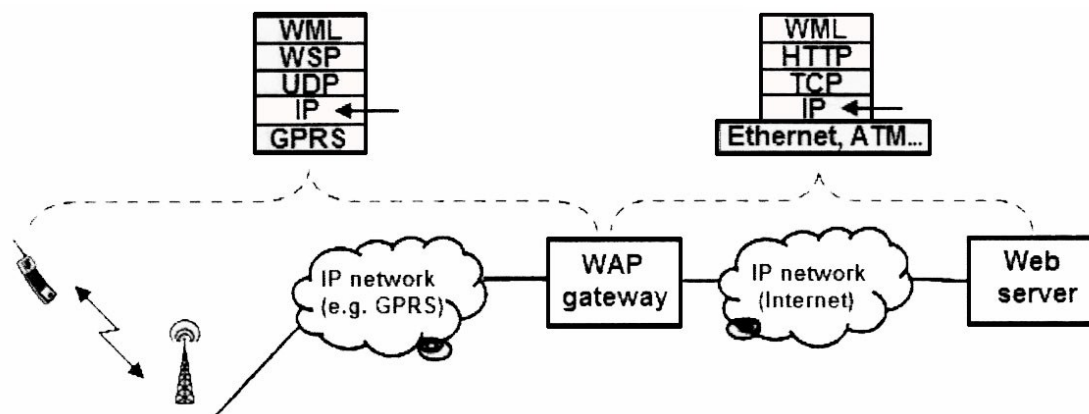
^۲ - World Wide Web Consortium

^۳ - Extensible Style Language



شکل ۳-۱۱: تولید مدارک WML و HTML

برای انتقال صفحات WML از پروتکلی جدید به نام پروتکل جلسه بی سیم یا WSP^۱ به جای پروتکل معروف HTTP استفاده شد. به منظور آنکه صفحات WML از وب سرورهای معمولی درخواست شوند، به گذرگاهی نیاز است که همانند مترجمی بین WSP و HTTP عمل نماید. مفهوم گذرگاه WAP که در بعضی اوقات از آن به عنوان پراکسی WAP نیز نام برده می شود، در شکل ۴-۱۱ زیر نشان داده شده است.



شکل ۴-۱۱: بسته های پروتکلی متفاوت در دو سمت گذرگاه WAP

درحالی که از HTTP برای درخواست صفحه WML از یک وب سرور در اینترنت استفاده می شود، بین موبایل و گذرگاه WAP نیز، WSP برای درخواست صفحه وب بکار گرفته می شود. به منظور افزایش سرعت درخواست یک صفحه، متعاقباً ارسال دیتا تفاوت های را بین WSP و HTTP ایجاد می نماید که عبارتند از:

^۱ -Wireless Session Protocol

۱- هنگامی که HTTP در لایه چهار بسته پروتکلی، از پروتکلی به نام TCP استفاده می نماید. WSP پروتکل های کمتر شناخته شده ای به نام UDP و WTP^۱ را به منظور جبران بخشی از کارکردهای TCP که در UDP دریافت نمی شود، بکار می برد. به منظور تسهیل در پیکربندی پایانی، UDP Port 9201 برای کاربرد UDP/ WTP استاندارد سازی شد. از این طریق WAP1.1 از ارتباط سه طرفه TCP برای برقراری جلسه خودداری نموده که در نتیجه، مدت زمان زیادی را در محیط های بی سیم که دارای زمان های تاخیر رفت و برگشتی طولانی می باشد صرفه جویی می نماید.

برای تضمین آنکه در حین دانلود یک صفحه هیچ دیتایی از بین نرفته باشد، WTP در هر بسته ای، شامل یک شماره بسته خواهد بود. بنابراین، گیرنده دوباره می تواند بسته های دریافتی UDP/ WTP را در نظم صحیح جمع آوری کرده و درخواست ارسال دوباره بسته های از دست رفته را ارائه نماید.

۲- هر زمان که جستجوگر صفحات وب، یک صفحه وب را درخواست نماید، در اصل این درخواست، اطلاعات زیادی هم چون لیستی از فرمت های پشتیبان فایل را بر خواهد گرفت که در نتیجه فضای زیادی اشغال شده و زمان تراکنشی کل رابه ازای هر درخواست افزایش خواهد داد. بنابراین، WAP می بایست روش متفاوتی را در نظر بگیرد، به گونه ای که در آغاز جلسه WAP، مسترک WAP از طریق گذرگاه WAP ثبت نام نموده و گذرگاه را از توانایی هایش با خبر خواهد نمود.

سپس، هنگام درخواست صفحات WAP تنها مکان یاب منبع جهانی (URL) می بایست در درخواست ارائه شده باشد که در نتیجه، باعث کاهش اندازه صفحه درخواستی از ۱۰۰۰ بایت که برای درخواست HTTP لازم است به حدود ۱۰۰ بایت برای درخواست WSP خواهد شد. از هنگام به کارگیری استاندارد WAP1.1، قابلیت های شبکه و ترمینال های مورد استفاده به طور چشمگیری توسعه یافته است. توان پردازشی تلفن موبایل از طریق به هم پیوستن چندین تایم اسلات GPRS افزایش یافته که منجر به دانلود سریع تر دیتا شده است.

در مقایسه با تلفن های WAP اولیه، کمپانی های سازنده تلفن موبایل نیز به سمت نمایشگرهای رنگی حرکت نموده و اندازه و همچنین قدرت تفکیک پذیری یا رزولوشن آنها نیز ارتقاء یافته است. در نتیجه، استاندارد WAP با توجه به ارتقای توانای های شبکه ترمینال های تولید شده، نسخه ای جدیدی از WAP را در سال ۲۰۰۲ میلادی معرفی نمود که به آن WAP 2.0 گفته می شود. به جای استفاده از یک زبان اختصاصی برای توصیف صفحات WAP، نسخه WAP 2.0 زیر مجموعه ای از XHTML^۲ را به نام پرو فایل موبایل XHTML بکار می برد. به دلیل آنکه XHTML می تواند با نسخه قدیمی HTML نیز سازگار باشد، امکان نمایش صفحات وب معمولی را نیز فراهم خواهد نمود. از سویی دیگر، انطباق صفحات وب استاندارد برای نمایشگرهای کوچکتر تلفن های موبایل نیز قابل فهم خواهد بود زیرا که تعدادی از جستجوگرهای WAP همانند جستجوگر وب تلفن همراه آپرا از ترکیب کامل XHTML پشتیبانی نموده و

^۱ - Wireless Transaction Protocol

^۲ - XHTML Mobile Profile

هوشمندانه می توانند به خاطر انطباق صفحات وب استاندارد با نمایشگر کوچک تلفن موبایل، طرح اولیه نمکایش را تنظیم نمود.

جستجوگرهای WAP 2.0 فرمت های گرافیکی دیگری هم چون فرمت GIF را که امروزه بسار پرکاربرد می باشند، پشتیبانی می نمایند. به دلیل آنکه عکس ها دیگر لازم نیست که به یک فرمت خواص تبدیل شوند و همچنین استفاده از عکس های رنگی به جای تصاویر سیاه و سفید امکان پذیر خواهد بود، سرباره تولید صفحه کاهش می یابد. با بکارگیری WAP 2.0 ، بسته پروتکلی بین MS و گذرگاه WAP نیز تغییر می یابد. به دلیل آنکه امروزه شبکه پهنای باند بیشتری را ارائه می نمایند، تصمیماتی مبتنی بر کاربرد TCP و HTTP به جای WSP و WTP قابل اتخاذ می باشد.

مفهوم گذرگاه WAP به دلیل آنکه اپراتورها برای استفاده WAP قادر باشند که همانند قبل به ازای هرصفحه و با اعمال تعرفه های متفاوت با توجه به دسترسی کاربر به محتوای تهیه شده توسط اپراتور با سرورهای خارجی در اینترنت به شارژینگ ادامه دهند ، حفظ شده است.

علاوه بر شارژینگ و محاسبه صورت حساب ، گذرگاه WAP 2.0 به عنوان یک پراکسی ساده HTTP نیز عمل می نماید. TCP Port 8080 برای این کاربرد استاندارد سازی شده است. از دیدگاه موبایل، دیگر وجود گذرگاه WAP لازم نیست واز این رو، تعدادی از تلفن های همراه لغو کامل گزینه های گذرگاه رادر WAP مجاز می دانند. اگر گذرگاهی پیکربندی نشود، جستجوگر WAP به طور مستقیم با سرور در فضای اینترنتی مرتبط خواهد بود. به دلیل آنکه بعضی از اپراتورها هزینه های بیشتری برای ترافیک WAP از طریق گذرگاه در مقایسه با دسترسی مستقیم اینترنتی از طریق یک APN متفاوت طلب می نمایند. در بعضی موارد حذف گزینه های گذرگاه دردستگاه های سیار و نیز تغییر APN منطقی به نظر می رسد. اگر ورودی گذرگاه حذف نشود در این صورت، گزینه دیگر برای صرفه جویی در هزینه ها قراردادن IP آدرس گذرگاه بری پراکسی HTTP می باشد که از TCP Port 8080 پشتیبانی می نماید. البته بعضی تلفن ها نیز حتی تغییر در پورت گذرگاه را نیز مجاز می دانند تا بتوان از هرگونه پراکسی HTTP آزاد استفاده کرد.

تغییر دیدگاه گذرگاه اختصاصی در WAP1.1 به استاندارد پراکسی HTTP دارای مزیت عمده ای است. بدین صورت که به جای ثبت نام یکباره با گذرگاه و نیز شامل بودن کلیه اطلاعات مرتبط با قابلیت های اجرایی بکار گرفته شده تنها در آغاز یک جلسه، استفاده از پراکسی HTTP مستلزم ارسال اطلاعات قابلیت ها به ازای هر درخواست می باشد. از آن جایی که در خواست های HTTP به همراه اطلاعات مربوط به قابلیت های اجرایی به آسانی بیش از ۱۰۰۰ بایت را مورد استفاده قرار می دهند که در مقایسه با درخواست های WAP1.1 که در حدود ۱۰۰ بایت استفاده می نماید در هنگام تماشای صفحات کوچک WAP نیز حجم دیتای مصرفی را درحین یک جلسه WAP افزایش خواهد داد.

از دیدگاه تکنیکی، سرعت های ارسالی ارتقاء یافته GPRS و EGPRS تنها تاثیرناچیزی بر روی زمان بارگذاری یک صفحه خواهد داشت. اما با توجه به مقدار هزینه شارژ شده توسط اپراتور به ازای هر کیلو بایت ارسالی از طریق GPRS میزان اندازه افزایش یافته درخواست می تواند دارای تاثیر قابل توجهی باشد. اساساً

، کیفیت بکارگیری یک جلسه WAP از دیدگاه کاربر از زمان های کوتاه سپری شده برای بارگذاری و نیز نرخ بالای موفقیت آمیز کلیک ها ناشی می شود.

نرخ موفقیت آمیز کلیک ، نشان گر درصدی از صفحات اینترنتی است که در یک زمان معین، کاربر با کلیک نمودن بر روی لینکی به آن صفحات انتقال یافته است. حداکثر مقدار استاندارد برای این زمان واکنشی برابر ۷ ثانیه است. فراتر از چنین زمانی، بیانگر این موضوع خواهد بود که ایرادی وجود داشته و در این صورت، درخواست یا لغو شده و یا تکرار خواهد شد.

سرعت انتقال بر روی واسط هوایی عاملی است که بر روی کیفیت بکارگیری جلسه WAP کاربر با ترمینال موبایل نیز تاثیر گذار می باشد. علاوه بر این، عوامل دیگر نیز وجود دارند که به دلیل افزایش QOE^۱ می بایست به مقادیر بهینه ای ارتقاء یابند که از این جمله می توان به مارد زیر اشاره نمود

۱- اندازه نمایش

به دلیل آنکه جستجوگرهای WAP امروزی حتی در تلفن های همراه کوچک نیز به کارگرفته می شوند، تجربه کاربر به صفحات کوچک نمایشگر محدود شده است که نیازمند بالا و پایین بودن صفحات از طریق Scroll bar می باشد که این عمل نسبت به نمایشگرهای دارای صفحه بزرگتر باید بارها تکرار شوند. بنابراین، راه حل مناسب به منظور طراحی صفحه WAP همانا یافتن مصالحه ای به منظور انطباق نمایشگرهای کوچک و بزرگ تلفن های همراه می باشد.

۲- پردازشگر سریع

یک پردازشگر سریع قادر به انتقال صفحات WAP با سرعت بسیار بیشتری می باشد. از این رو هنگامی که صفحه انتقال یافته است، معماری و ساختار یک پردازشگر که دارای توان پردازشی بالا و نیز ذخیره نوان مناسبی است - درحین حفظ زمان به کارگیری باتری - تأثیر بسزایی بر روی تجربه کاری کاربر خواهد داشت، زیرا که سرعت پردازشگر درمورد بالا و پایین بودن صفحات اینترنتی بسار موثر می باشد

۳- یکپارچه سازی مناسب جستجوگر WAP در داخل سیستم عامل موبایل و پشته بی سیم

کمپانی های مختلف، قسمت های متفاوتی از بخش های نرم افزاری یک تلفن همراه را تولید می نمایند. به طور مثال، جستجوگر وب یکی از مشخص ترین بخش های نرم افزار یک تلفن موبایل محسوب می شود که اجرا و ارائه خدمات آن غالباً به تولید کنندگانی از شرکت های بیرونی سپرده می شود. به دلیل

^۱ - Quality of Experience

فراهم نمودن واکنش سریع به ورودی کاربر، جستجو گرهای می بایست با سیستم عملیاتی تلفن وبه طور ویژه پشته پروتکلی GPRS هماهنگ شوند.

۴- ظرفیت کافی در شبکه رادیویی

معمولا در زمان های پرتراфик و شلوغ، اگر شبکه رادیویی به طور صحیح طراحی نشده باشد، به دلیل کمبود منابع، مکالمات صوتی نسبت به ترافیک GPRS دارای اولویت بوده که این مسأله پهنای باند قابل دسترسی را که باید توسط کل کاربران GPRS یک سلول به اشتراک گذاشته شود را به شدت کاهش داده و زمان بارگذاری صفحه را افزایش خواهد داد.

۵- پوشش مناسب شبکه

در صورتی که از دستگاه های ارتباطی سیار در اتومبیل ها، اتوبوس ها ویا در مترو استفاده شود، وجود پوشش مناسب شبکه برای ارائه عملکرد بهینه جستجوگری WAP بسیار ضروری می باشد. در حالی که به طور معمول، جاده ها به طور کامل تحت پوشش شبکه قرار دارند اما متأسفانه بسیاری از مسیر های ریلی مخصوصاً در داخل تونل ها، خارج از محدوده پوششی شبکه می باشد. همچنین، برای متروها نیز در بعضی از نقاط ایستگاه های پوشش ارائه می شوند.

۶- کاهش تأثیر گذاری تغییر سلول

به منظور کاهش تأثیر گذاری سلول، شبکه و ترمینال می بایست از یک سری عوامل کمکی شبکه به منظور تغییر سلول استفاده نمایند تا زمان اختلال در دیتا را کاهش دهند. از آنجایی که در محیط های ارتباطی سیار تغییر سلول روی می دهد، وجود بهینه سازی بر نرخ موفقیت آمیز کلیک بسیار تدثیرگذار خواهد بود.

۷- ظرفیت کافی روی گذرگاه WAP

ارائه ظرفیت کافی روی گذرگاه WAP درخواست های ورودی را به طور سریع اجرا خواهد نمود. در ساعات پرتراфик گذرگاه هایی که به خوبی طراحی نشده اند، نمی توانند از عهده ترافیکی که منجر به تأخیر یا قطع درخواست ها می شود برآیند.

۸- ظرفیت کافی روی پلتفرم محتویات اپراتور

در ساعات پرتراфик وجود چنین ظرفیت مناسبی، روند پردازش سریع و همزمان تعداد زیادی از درخواست ها میسر خواهد نمود.

۹- ظرفیت کافی برروی واسطه های Gp و Gi شبکه GPRS

در صورتی که این ظرفیت به طور کافی هختصاص نیافته باشد، این واسطه ها به عنوان اتصالات با شبکه های دیگر می توانند به سرعت تبدیل به ندها و موانع ارتباطی شوند.

۱۰- اندازه وب یا صفحه WAP

اندازه صفحه وب نیز مشخصاً با پوشش شبکه نامناسب در محیط های سیار در ارتباط و برروی QOE موثر می باشد. هرچه صفحه کوچکتری دانلود شود، شانس بیشتری برای دانلود کل صفحه مورد نظر پیش از آنکه کاهش پوشش شبکه، ارسال دیتا را مختل نماید وجود خواهد داشت.

در شکل ۵-۱۱ معماری WAP نشان داده شده است. همان گونه که پیش از این نیز مطرح شده است. WAP مبتنی برپشته پروتکل WWW بوده و پروتکل ها را با توجه به نیازمندیهای انتقال بی سیم و نیز وسایل کوچک قابل حمل انطباق می دهند. برای کاربردهای مختلف، یک محیط مرورگری کوچک یکنواخت مطرح شده است که به آن محیط کاربردی بی سیم یا (WAE)^۱ گفته می شود و شامل فرمت ها و عمل کردهای زیر می باشد.

۱- WML

۲- زبان اسکریپتی ساده WML Script که مبتنی برجاوا اسکریپت می باشد.

۳- واسطه های برنامه نویسی شده برای کنترل خدمات تلفنی (واسطه WAT)^۲

۴- فرمت های دیتا برای تصاویر، کارت های تجاری الکترونیکی (vCard) و نیز اطلاعات ورودی برای فهریت و راهنمای تلفنی و تقویم (vCaendar).

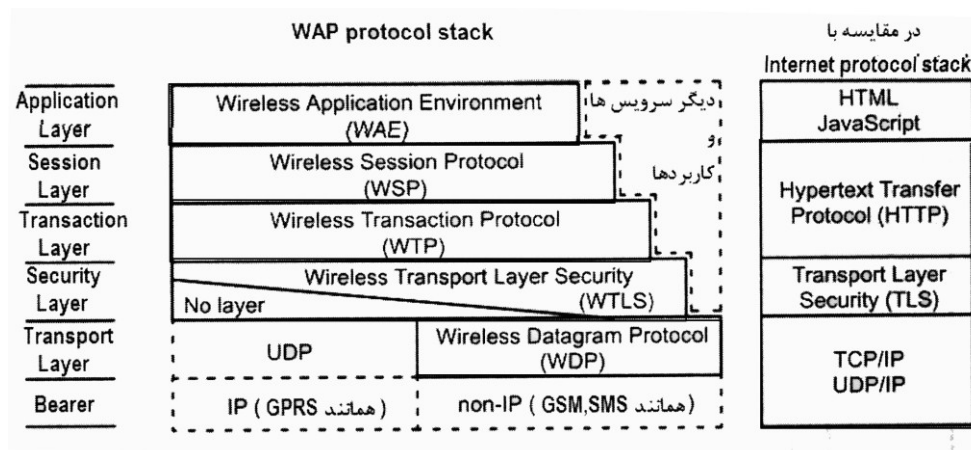
واسطه WAT به مرورگر اجازه ارتباط متقابل با عملکردهای تلفنی را می دهد. مثلاً، تعیین آنکه چگونه تماس ها از مرورگر برقرارشود و با آنکه چگونه ورودی ها از دفترچه تلفن ارسال شوند، همه بر عهده واسطه WAT می باشد. اصلی ترین وظیفه WSP برقراری و خاتمه دادن یک جلسه بین MS و گذرگاه WAP می باشد. مطابق ۶-۱۱ وظیفه پروتکل تراکنشی بی سیم (WTP) تضمین تبادل مطمئن از پیام های درخواست MS ها و پیام های پاسخ گذرگاه های WAP می باشد. WTP در برگیرنده توابعی برای تایید پیام ها، انتقال دوباره پیام ها خطا و یا از دست رفته و نیز حذف پیام های تکراری می باشد. علاوه براین، پروتکل امنیتی لایه انتقال بی سیم (WTLS)^۳ نیز ممکن است بکارگرفته شود.

^۱ - Wireless Application Environment

^۲ - Wireless Telephony Application

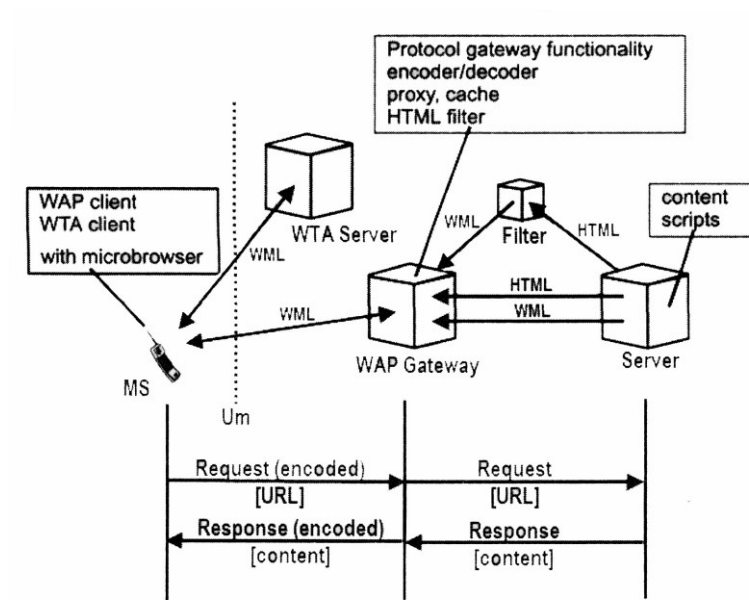
^۳ - Wireless Transport Layer Security

این پروتکل مبتنی بر پروتکل امنیتی لایه انتقال (TLS)^۱ که در اینترنت استفاده می شود، از TLS قبلاً با عنوان SSL یا لایه اتصال امنیتی یاد می شد. WTLS ارثه یک سری از امکانات امنیتی همانند رمزنگاری، محرمانه سازی هویت کاربری و نیز تصدیق هویت بین سرور و MS را امکان پذیر می نماید. در شکل ۵-۱۱ نیز معماری پروتکلی WAP بر روی GPRS نشان داده شده است.



شکل ۵-۱۱: معماری WAP

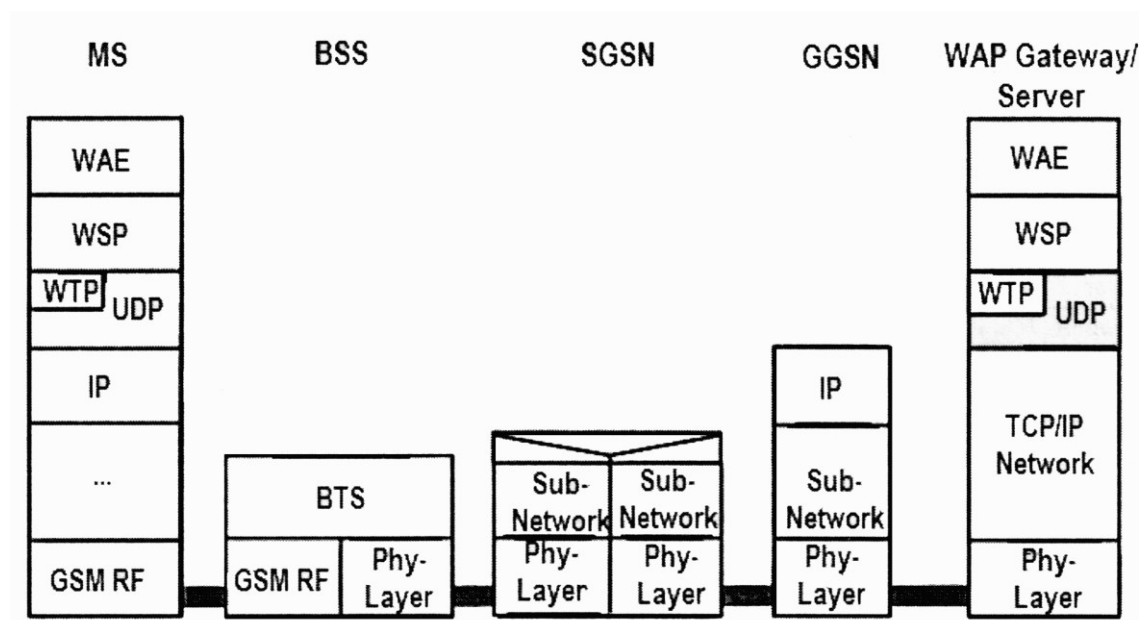
^۱- Transport Layer Security



شکل ۱۱-۶: معماری سیستم WAP و تراکنش درخواست / پاسخ

در شکل ۱۱-۶ گذرگاه WAP به عنوان واسطه ای بین سرورهای خارجی و MS ها عمل می نماید. از جمله وظایف گذرگاه WAP می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- تبدیل درخواست ها از پشته پروتکلی WAP به پشته پروتکلی WWW (HTTP از طریق TCP/IP) و بالعکس.
- ۲- انکدینگ و دیکدینگ مدارک WML با فرمت های باینری.



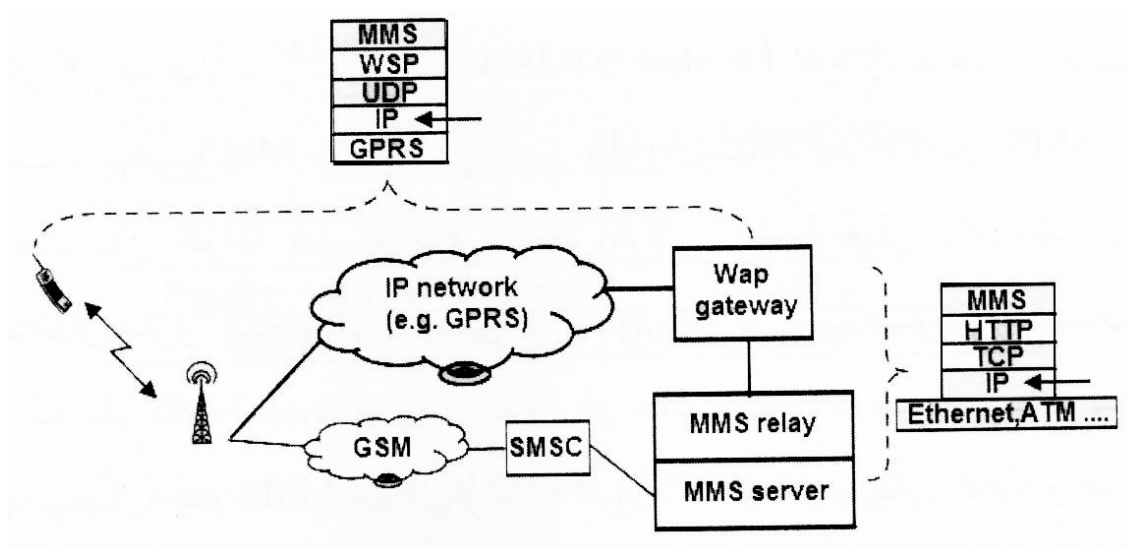
شکل ۷-۱۱: معماری پروتکلی WAP بر روی GPRS

۱۱-۲- خدمات پیام رسانی چند رسانه ای (MMS)^۱ در GPRS

کاربرد دیگر GPRS که امروزه بسیار مورد استفاده قرار می گیرد. MMS یا خدمات پیام چند رسانه ای می باشد. MMS به وسیله اپراتورهای تلفن همراه به عنوان جانشینی برای خدمات پیام کوتاه (SMS) که تنها مبتنی بر متن می باشد، معرفی شد. MMS علاوه بر متن قادر است که عکس، موزیک و فیلم های ویدیویی را نیز ارسال نماید. ساختار و معماری SMS و MMS به طور کامل از یکدیگر متفاوت است. سرویس MMS مبتنی بر کانال های سیگنالینگ SS7 شبکه می باشد

از این رو، به طور کامل در سیستم و استانداردهای GSM مجتمع شده است اما از سویی دیگر MMS بر IP مبتنی است و دارای تشابهات بسیاری با پست الکترونیکی یا E-mail می باشد. همان گونه که در شکل ۸-۱۱ نیز نشان داده شده است، MMS از شبکه GPRS تنها به عنوان یک شبکه IP شفاف استفاده می نماید. بنابراین، MMS به شبکه GPRS وابسته نبوده و می تواند با هر نوع تکنولوژی شبکه IP بی سیم دیگری نیز همانند UMTS یا CDMA مورد استفاده قرار گیرد.

^۱- Multimedia Messaging Service



شکل ۸-۱۱: معماری MMS

اگر ترمینال موبایل بخواهد پیام MMS را ارسال نماید، از طریق شبکه GPRS ارتباط IP را با سرور MMS برقرار خواهند نمود. پروسه فعال سازی PDP نیز که مستلزم تخصیص یک آدرس IP در اولین مکان است، پیش از این تشریح شده است. به جای بکارگیری APN مشابه با توجه به اتصال شفاف به اینترنت، سرویس MMS نیازمند به APN خودش می باشد که این به اپراتور اجازه خواهد داد که به طور جداگانه هزینه ترافیک MMS را محاسبه نماید.

مطابق با شکل ۸-۱۱ سیستم از گذرگاه WAP استفاده می نماید که در نگاه اول وجود آن در شکل تا حدودی عجیب به نظر می رسد. در ابتدا، گذرگاه WAP به منظور بهینه سازی ارسال صفحات WAP از طریق شبکه بی سیم با محدودیت پهنای باند توسعه یافت. با قراردادن گذرگاه WAP بین ترمینال و سرور MMS، سرویس MMS نیز از جایگذاری بهره لازم را کسب می نماید. این واقع دلیلی است برای وجود دو پشته پروتکلی متفاوت که در شکل نشان داده شده است. با معرفی WAP2.0 پشته های پروتکلی در دو سمت گذرگاه WAP هماهنگ شده و به منظور سرویس دهی و ارائه MMS، ترمینال های جدید موبایل از HTTP و TCP استفاده خواهند نمود.

اگر یک MMS بین دو مشترک از یک شبکه مبادله شود، در این صورت از شماره تلفن موبایل (MSISDN) برای تعیین گیرنده استفاده خواهد شد. هنگامی که یک MMS به سرور MMS ارسال شود، می بایست گیرنده مطلع شود که یک پیام MMS جدید در حال انتظار می باشد که این پروسه توسط ارسال یک پیام به ترمینال گیرنده عملی خواهد شد.

اگر گیرنده دارای ترمینالی با قابلیت دریافت MMS نباشد، SMS شامل یک پیام متنی خواهد بود که کاربر را از MMS ای که از طریق صفحه وب می تواند به آن دسترسی پیدا نماید، آگاه سازد. اگر گیرنده قبلاً با ارسال پیام MMS، Handset خود را به عنوان دستگاهی که دارای قابلیت دریافت MMS می باشد در سرور MMS ثبت نام نموده باشد. SMS به گونه ای متفاوت فرمت بندی خواهد شد. به جای در نظر گرفتن یک پیام متنی برای مشترک، SMS به صورت استاندارد سازی شده ای فرمت بندی می ود که در این صورت ترمینال تشخیص خواهد داد که یک MMS جدید روی سرور در حالت انتظار به سر می برد. با توجه به این ویژگی

های ترمینال، پیام MMS هم می تواند به صورت خودکار بازیابی شود و هم ترمینال می تواند کاربر را از MMS جدید در حال انتظار در شبکه مطلع سازد.

در مورد بعضی از اپراتورها در هنگام فراگردی بین المللی، اطلاع رسانی کاربر پیش از دانلود SMS در حالتی که دریافت MMS رایگان نباشد، بسیار بااهمیت و سودمند می باشد. در صورتی که به ترمینال اجازه دانلود خودکار MMS داده شده باشد، کاربر تنها هنگامی که MMS به طور کامل بازیابی شود، از ماجرا آگاه خواهد شد. اگر گیرنده مشترکی از یک شبکه دیگر باشد، سرور MMS به طور مستقیم نمی تواند MMS را منتقل نماید و در این حالت می بایست پیام را به سرور MMS شبکه خانگی گیرنده را ارسال نماید. که این تنها در شرایطی امکان پذیر خواهد بود که سرورهای MMS بایکدیگر در ارتباط باشند.

همچنین استاندارد MMS اجازه انتقال مستقیم MMS به آدرس های پست الکترونیک را نیز فراهم می نماید. همان گونه که پیش از این نیز مطرح شد، بدلیل آنکه فرمت MMS بسیار شبیه به یک پست الکترونیکی می باشد، این مورد به راحتی امکان پذیر خواهد بود. در این حالت، هنگامی که MMS به طور مستقیم به آدرس پست الکترونیکی گیرنده ارسال شود، به هیچ گونه اطلاع رسانی SMS گیرنده نیاز نیست. به منظور فراهم نمودن ارسال و دریافت پیام های MMS اعمال تغییراتی در ترمینال موبایل ضرورت می یابد. به دلیل آنکه MMS یک سرویس مبتنی بر IP است

اولین گام در ارسال MMS فعال سازی PDP است. بنابراین، پیکربندی MMS در ترمینال موبایل باید شامل یک APN و به صورت اختیاری نام کاربری و کلمه رمز باشد. از آن جایی که گذرگاه WAP بین ترمینال و سرور MMS مورد استفاده قرار می گیرد، لازم است که IP آدرس گذرگاه نیز مشخص شود، در نهایت ترمینال نیز باید با آدرس سرور MMS که به عنوان یک URL تعیین شده است. پیکربندی شود. جدول ۱-۱۱ نمونه ای از یک MMS اپراتور موبایل Orange را در کشور انگلستان نشان می دهد.

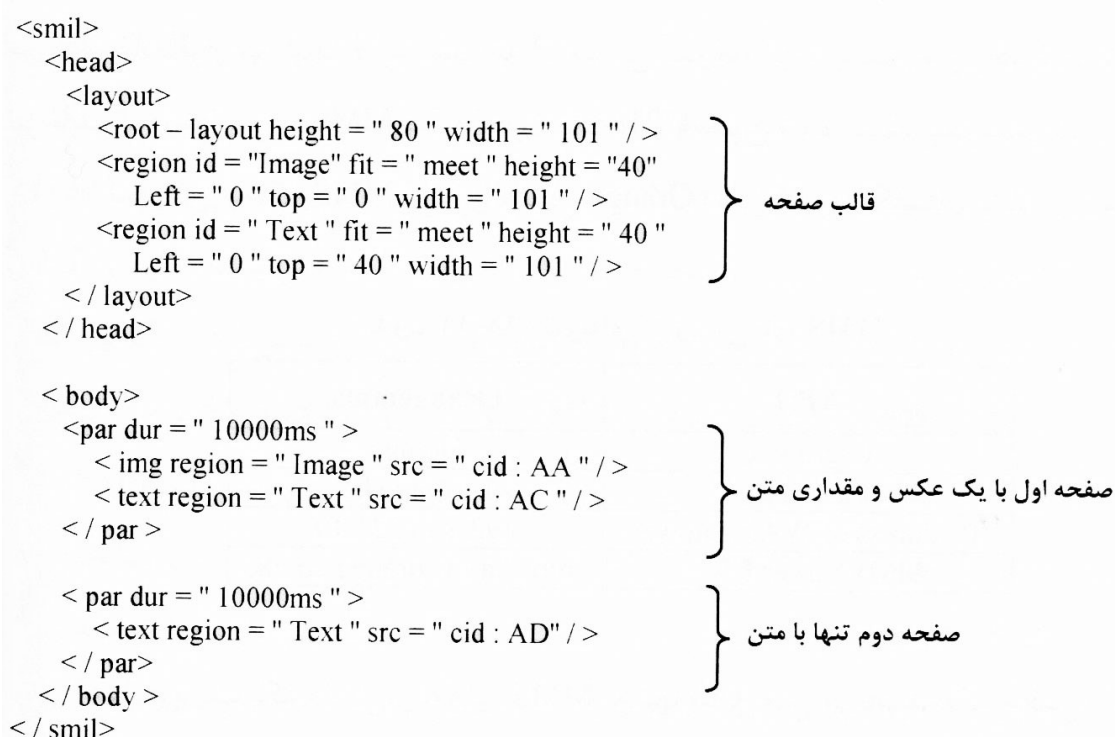
جدول ۱-۱۱: نمونه ای از ویژگی های MMS

ANP	Orangemms
Username	Orange
Password	Multimedia
IP address of WAF gateway	192.168.224.10
MMS server URL	http://mms.orange.co.uk

همانند پست الکترونیکی، پیام های MMS نه تنها شامل متن می باشند بلکه عکس ها، فایل های صوتی و تصاویر را نیز در برمی گیرند. برخلاف یک پست الکترونیکی، کاربر در حین تولید یک MMS می تواند تصمیم بگیرد که به چه ترتیبی، در چه موقعیتی و چه مقدار از تصاویر و متون روی نمایشگر نشان داده شود و در چه زمانی و چه مقدار از فایل های صوتی و تصویری اجرا شوند. در طرف شبکه سرور MMS این امکان را داراست

که عناصر چند رسانه ای را با قابلیت های ترمینال گیرنده تطبیق دهد. مثلاً این انطباق پذیری هنگامی لازم است که ترمینال گیرنده قادر به پردازش پیام MMS بیشتر از یک اندازه مشخص نباشد. در هنگام تولید یک MMS، نرم افزار MMS در ترمینال طراحی کاربری از پیام را به قالب متن- محور زبان توصیفی که به آن SMIL^۱ گفته می شود، تبدیل می نماید.

از SMIL یا زبان تجمع سازی چند رسانه ای منطبق زمانی همانند کلمه انگلیسی "smile" تلفظ می شود. SMIL توسط کنسرسیوم جهانی وب (www.w3c.org) استاندارد سازی شده است. و دارای شباهت هایی با GTML نیز می باشد. که برای تشریح صفحات وب بکار می رود. شکل ۹-۱۱ توصیف ساده SMIL از یک MMS را نشان می دهد.



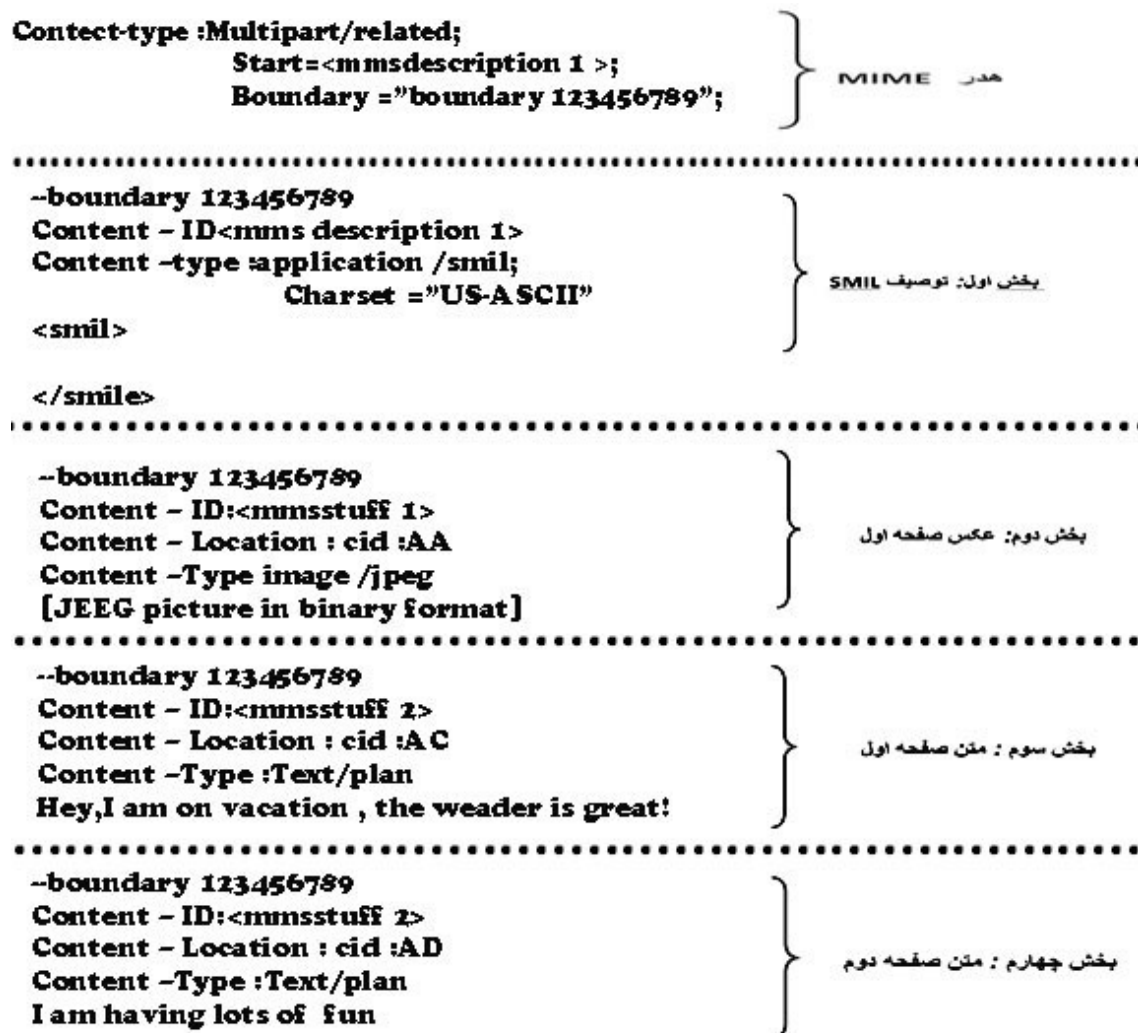
شکل ۹-۱۱: توصیف SMIL از قالب یک پیام MMS

چهار چوب اصلی، اول از همه بیانگر قالب و تعداد صفحات می باشد. محتویات هر صفحه همانند متون، عکس ها، فایل های صوتی و تصویری... بخشی از توصیف SMIL را تشکیل نمی دهند. چنین محتویاتی از طریق تگ ها و یا برچسب های 'src=' ارجاع داده شده و پس از توصیف SMIL مشمول پیام خواهند شد. مشابه با پست الکترونیکی، بخش های مختلف MMS که شامل SMIL متون، عکس ها و... می باشند، نیز به طور جداگانه ارسال نمی شوند. بلکه در یک تراکنش با یکدیگر ارسال خواهند شد.

^۱ - Synchronized Multimedia Integration Language

به دلیل تفکیک بندی بخش های مختلف پیام استاندارد MMS از پروتکلی به نام MIME ویا افزونه پست اینترنتی چند بخشی استفاده می نماید که در استانداردهای پست الکترونیکی نیز بکار گرفته می شود. مطابق با شکل ۱۰-۱۱ هدر MIME^۱ از اطلاعات انتقالی تشکیل شده است.

در ادامه، توصیف SMIL از MMS و محتویات پیام همانند عکس ها، و... به منظور تکمیل نمودن بدنه پیام، به اطلاعات ضمیمه خواهد شد. به منظور تفکیک بخش های مختلف پیام، یک نشانگر مرزی بین عناصر مختلف وارد خواهد شد که از تگ های مربعی تشکیل شده است که در توصیف SMIL به همراه توصیف نوع محتوای بخش بعدی پیام قرار داده شده اند.



شکل: ۱۰-۱۱: مرزهای MIME از بخش های مختلف یک MMS

^۱ - Multipart Internet Mail Extension

فرمت های زیر تانکون برای پیام های MMS تعیین شده اند

۱- فایل های تصویری

تصاویر با فرمت های JPEG، GIF و WBMP ارائه شده و حداکثر اندازه تصویر ۱۶۰×۱۲۰ پیکسل می باشد که با رزولوشن نمایشگر تلفن های کوچک موبایل مطابقت دارد. به گونه ای که اگر تصاویر با رزولوشن بالاتری ارسال شوند، می بایست در ترمینال دریافتی ویا توسط سرور MMS اندازه آن ها کاهش یابد. با این وجود، کاملاً منطقی به نظر می رسد که MMS تصاویر با رزولوشن بالاتر را نیز شامل شود زیرا که کاربر بعداً تصاویر را از طریق بلوتوث ویا کابل UBS به PC شخصی خودش انتقال خواهد داد تا بتواند از رزولوشن بالاتر نمایشگر PC استفاده نماید.

۲- فایل های متنی

متون شامل ASCII ۸ بیتی، UTF-8 ویا UTF-16 می باشد.

۳- فایل های صوتی

شامل AMR یا Adaptive Multi Rate می باشد.

۴- فایل های ویدئویی

شامل فرمت 3GPP MPEG-4 می باشد.

به منظور ارسال یک MMS به هدری نیاز است که از اطلاعات جامعی همچون آدرس گیرنده، عنوان و موضوع ارسالی تشکیل شده باشد.

از سویی دیگر، بدلیل کاهش اندازه هدر، به جای نام هر پارامتر مثلاً (Subject یا TO) از نمایش باینری استفاده می شود.

برای آنکه اطلاعات اضافی در هدر قرار گرفته شده باشد-که البته برای ارسال پست های الکترونیکی لازم نمی باشند- تعدادی از تگ های افزونه مخصوص MMS نیز تعریف شده اند که به آنها X-MMS گفته می شود ودر شکل ۱۱-۱۱ تعدادی از آنها نشان داده شده است.

From: <insert address>
Date: Sat, 09April 2011 10: 49: 55 + 0100
To: + 4916014867651 / TYPE = PLMN
CC: <Juhn Doe >jdoe@cm-network.de[اختیاری]
Subject: Still Reading ! [اختیاری]
MIME-Version: 1.0 [اختیاری]
X-MMS-Version: 1.0
X-MMS-Message-Type: m-send-req
X-MMS-Transaction-ID: 867634563
X-MMS-Read-Reply: Yes [اختیاری]
Content-Type: multipart / related;
start = <mmsdescription 1>;
boundary = " boundary 123456789";
-- boundary 123456789
Content-ID: < mmsdescription 1>
Content-Type: application / smil; charset = "US- ASCII""
<smil>
[محتویات شکل ۶۰-۱۸]
</ smil>
[...]

از سویی دیگر، به منظور صرفه جویی در زمان، از پروتکل های IMAP یا POP3 که برای بازیابی E-mail ها کاربرد دارند، استفاده نخواهد شد. بلکه توسط پروتکلی به نام MMS HTTP GET بازیابی می شود. پروتکل HTTP برای جستجوگرهای صفحات وب طراحی شده است که بتوانند با استفاده از آن صفحات وب را از سرور درخواست نمایند.

به دلیل شباهت های بسیاری که بین پیام های E-mail و MMS وجود دارد، به راحتی می توان MMS را به آدرس پست الکترونیکی نیز ارسال نمود. از آنجایی که امروزه، SMIL برای اکثر خوانندگان پست الکترونیکی قابل درک نمی باشد، سرور MMS توصیف SMIL پیام را حذف نموده و به عنوان فایل های ضمیمه، محتوای چند رسانه ای کاربر همانند متن، تصاویر، فایل های صوتی ویا ویدیویی را ارسال می نماید. در اکثر پیاده سازی های سطح بالای سرور MMS به منظور نمایش MMS تبدیل شده، فرمت دهی HTML بکاربرده می شود.

وبه گیرنده این اجازه داده خواهد شد که یک E-mail را به فرستنده ارسال نماید. تا در ادامه به پیام MMS مبدل شده و به ترمینال موبایل انتقال یابد. از نظر تئوری، از پیام های MMS می توان به منظور پیام دهی بین PC ها در محیط اینترنتی نیز استفاده نمود. اما از نظر علمی، این مسأله چندان منطقی به نظر نمی رسد زیرا که توسعه استاندارد E-mail که در ویژگی ها و خصوصیات MMS نهادینه شده است، بسیاری از مزایای کاربرد های خط ثابت را نخواهد داشت.

در اروپا، MMS هم در شبکه GSM و هم در شبکه UMTS مورد استفاده قرار گرفته شده است. کاربرد IP و استانداردهای باز، این فرصت را برای اپراتورهای شبکه فراهم نموده است که از سیستم MMS در شبکه های موبایلی که همانند CDMA دارای معماری شبکه متفاوتی نیز می باشند، استفاده شود. برخلاف پیام های SMS که نیازمند گذرگاه ویژه برای تبادل پیام بین شبکه هایی است که از استانداردهای متفاوتی استفاده می نمایند. پیام های MMS می توانند با اعمال حداقل انطباق پذیری برای بعضی از عناصر چند رسانه ای بین استانداردهای شبکه های مختلفی همچون UMTS و CDMA مبادله شوند.

۱۱-۳- جستجوی صفحات وب از طریق شبکه GPRS

۱۱-۳-۱- تأثیرگذار عامل تأخیر بر روی عملکرد جستجوی صفحات وب

در حالی که وجود ارتباط با پهنای باند زیاد یکی از مهمترین عوامل به منظور بهرمندی از تجربه ای خوب برای جستجوی صفحات وب بشمار می آید، زمان تأخیر رفت و برگشتی ارتباط را نمی بایست نادیده گرفت. تأخیر رفت و برگشتی یا RDT در این مبحث، برحسب زمان محاسبه شده برای دریافت پاسخ از طریق یک فریم ارسالی تعریف شده است.

به طور مثال، RTD را می توان به وسیله دستور PING اندازه گیری نمود. نمونه هایی که در ادامه مطرح شده است، بیانگر آن است که چگونه تأخیر بر روی عملکرد جستجوی صفحات وب تأثیرگذار می باشد. در هنگام درخواست یک صفحه جدید وپیش از آنکه صفحه بتواند دانلود شود ویا نمایش داده شود، تأخیرهای زیادی را می بایست در نظر گرفت.

۱- URL می بایست به IP آدرس وب سروری که میزبان صفحه درخواست شده است، تبدیل شود که این عمل از طریق DNS انجام می پذیرد که وجود همین DNS منجر به پدید آمدن تاخیر یک RTD^۱ برای ارتباط خواهد شد.

۲- هنگامی که IP آدرس سرور مشخص شده است، جستجوگر وب می بایست ارتباط TCP را برقرار نماید. در این صورت یک ارتباط سه طرفه امکان پذیر می باشد که براساس آن، مشترک بسته ی همزمان سازی را به سرور رسال نموده و سپس ، توسط بسته ی تأیید همزمان سازی به آن پاسخ داده می شود. این پروسه به ترتیب با ارسال بسته های تصدیق توسط مشترک تأیید خواهد شد. هنگامی که بسته پیش از برقرار ارتباط فرستاده شود، کل پروسه ی تأخیری برابر با RTD ۱/۵ ایجاد می نماید. اما در صورتی که اولین بسته که شامل اطلاعات کاربر نیز می باشد دقیقاً پس از بسته تأیید ارسال شود، زمان تأخیر تقریباً به زمانی برابر با RTD کاهش خواهد یافت.

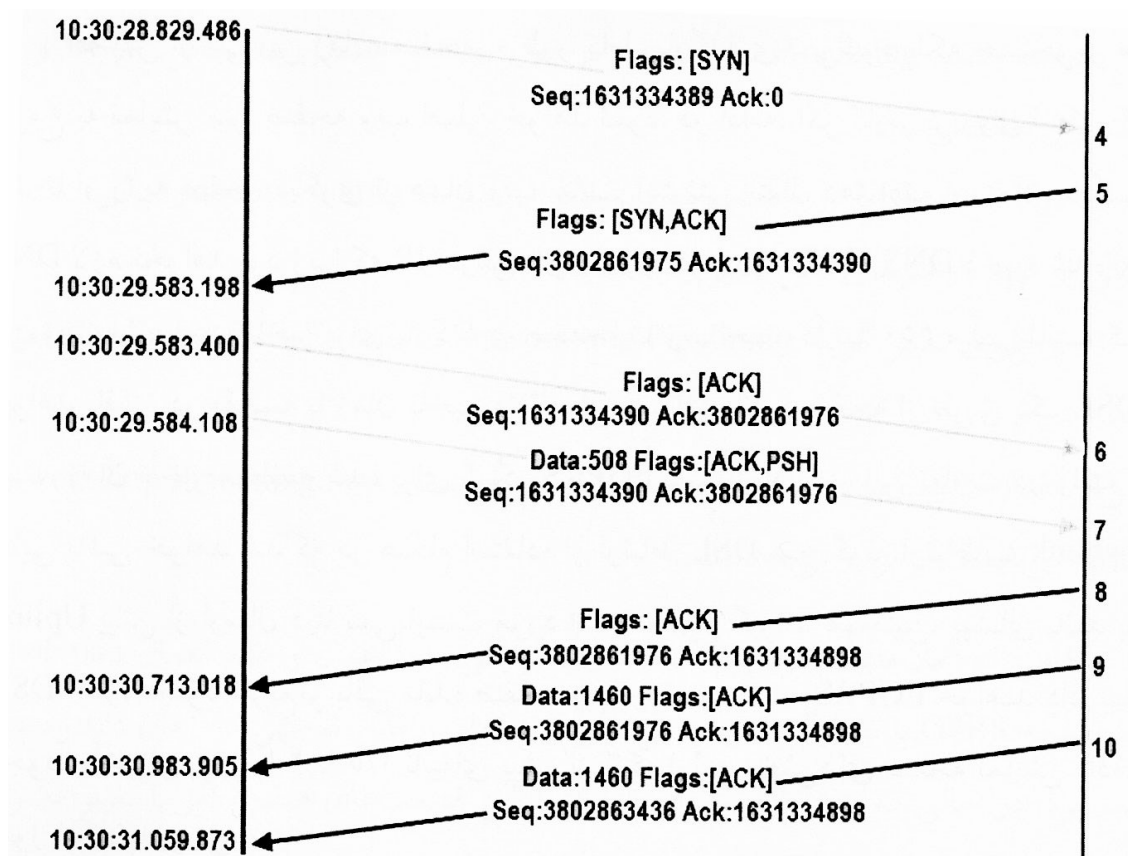
۳- تنها پس از برقراری ارتباط TCP است که اولین بسته می تواند به وب سرور ارسال شود. وب سرور معمولاً در بر گیرنده ی درخواست های جستجوگر وب می باشد. سپس ، سرور درخواستی را تحلیل نموده و بسته ای را که شامل ابتدای صفحه ی وب درخواست شده است ، باز میگرداند. از آنجا که درخواست (مثلاً دارای حجمی برابر با ۳۰۰ تا ۵۰۰ بایت) و اولین بسته ی درخواستی (۱۴۰۰ بایت) می باشد، شبکه به زمان بیشتری نسبت به یک RTD برای ارسال بسته ها نیازمند است .

در شبکه های GPRS و EGPRS سه زمان مختلف RTD تجربه شده است . اگر TBF برقرار شده ای وجود نداشته باشد، جستجوگر وب درخواست را اجرا نموده و سپس ، ابتدا موبایل باید در مسیرهای Uplink و Downlink ارتباط را ایجاد نماید که این خود به طور معمول منجر به پدید آمدن زمان RTD برای استعمال DNS به مقداری برابر با ۷۵۰ تا ۸۰۰ میلی ثانیه در شبکه های EGPRS خواهد شد.

از آنجا که شبکه می خواهد که دیتای بیشتری انتقال یابد TBF در مسیر Downlink باز نگاه داشته می شود که این خود باعث کاهش زمان RTD برای هر ارتباط بعدی به مقدار حدودی ۵۰۰ میلی ثانیه خواهد شد. در صورتی که شبکه از TBF توسعه یافته در مسیر Uplink پشتیبانی نماید، زمان تاخیر به صورت چشمگیری کاهش خواهد یافت اما از آنجایی که این ویژگی امروزه چندان قابل دسترسی نمی باشد، محاسبه ی زمان چنین تاخیری چندان اهمیتی نخواهد داشت.

زمان تاخیر سوم هنگامی که فریم های بزرگ ارسال و دریافت شوند ، رخ خواهد داد. با توجه به آنکه ارسال فریم های بزرگ به نوبه ی خود زمان بر میباشد ، مدت زمان RTD با وجود ۳ تا ۴ تایم اسلات اختصاص داده شده به TBF در مسیر Downlink برای ی درخواست ۳۰۰ بایتی و فریم پاسخ ۱۴۰۰ بایتی در یک شبکه EGPRS در حدود ۱۰۰۰ میلی ثانیه افزایش خواهد یافت. گذش و جریان بسته IP و نیز زمان های تاخیر پدید آمده بدون احتساب استعمال DNS در حین Downlink صفحه ی وب در شکل ۱۲-۱۱ نشان داده شده است .

^۱ - Round Trip Delay



شکل ۱۱-۱۲: گردش بسته IP و زمان تاخیر در حین دانلود ی صفحه ی وب

البته باید به این نکته توجه داشت که ردیابی نشان داده شده از گردش بسته IP در حین انجام فراگردی می باشد که در نتیجه ۲۰۰ میلی ثانیه زمان RTD را نسبت به مقدار محاسبه شده در شبکه ی خانگی افزایش خواهد داد. این به خاطر زمان تاخیر مضاعفی است که نه با ارسال فوری بسته ها از شبکه ی مهمان به اینترنت بلکه توسط مسیر یابی آنها از و به شبکه ی خانگی و سپس ، از آنجا به سوی اینترنت مطرح شده است . به دلیل فرایندهای بیان شده ، مدت زمان بین وارد نمودن یک URL و نمایش اولین بخش از صفحه ی وب به صورت زیر قابل محاسبه خواهد بود

$$\text{تأخیر در خواست/پاسخ} + \text{تأخیر برقراری ارتباط TCP} + \text{تأخیر استعمال DNS} = \text{EGPRS}$$

$$\text{کل زمان تأخیر (EGPRS)} = 750\text{ms} + 550\text{ms} + 1200\text{ms} = 2500\text{ms}$$

که پس از طی این زمان ، صفحه به طور کامل بار گذاری نمیشود بلکه جستجوگر معمولاً شروع به نمایش متن صفحه ی وب اصلی خواهد نمود در ادامه ، اگر کاربر بر روی لینکی کلیک کند تا او را به صفحه ی دیگری از همان وب سایت اینترنتی انتقال دهد ، به استعمال دیگری از DNS لازم نخواهد بود زیرا که IP آدرس های سرور هنوز در DNS Cache ذخیره شده اند و از این رو ، مدت زمان تاخیر برای بارگذاری صفحات وب حدوداً تا ۵۵۰ میلی ثانیه کاهش خواهد یافت در مقایسه با زمان تاخیر ۳۷۰ میلی ثانیه ای دانلود صفحه از طریق

یک DSL خط ثابت، زمان تأخیر محاسبه شده برای شبکه EGPRS نسبتاً زیاد اشد. این تفاوت در واقع از آنجایی ناشی خواهد شد که در هنگام استفاده از ارتباط DSL هیچ گونه ارتباطات Downlink و Uplink پیش از ارسال دیتا نمی بایست مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، پهنای باند بیشتر DSL اجازه دانلود سریع باقی مانده صفحه ی وب را نسبت به EGPRS خواهد داد. با این وجود، تأخیری برابر با ۲ تا ۲/۵ ثانیه ای پیش از آنکه اولین بخش های صفحه ی نمایش داده شود، هنوز امکان پذیر میباشد.

۱۱-۳-۲- بهینه سازی جستجو گر و برای جستجوی صفحات وب از طریق موبایل

شبکه های GPRS و EGPRS در مقایسه با ارتباطات خط ثابت در هنگام جستجوی صفحات وب کاملاً نسبت به یکدیگر متفاوت عمل می نمایند. از آن جایی که کاربران از طریق ارتباطات خط ثابت به اینترنت دسترسی دارند، به طور معمول جستجوگرهای وب برای تأخیر کوتاه و ارتباطات با پهنای باند خیلی زیاد بهینه سازی می شوند. اما با این وجود، بعضی از جستجوگرهای اجازه ی تغییر گزینه های دسترسی شبکه را نیز به کاربر ارائه می دهند.

به طور مثال، جستجوگر فایرفاکس این امکان را برای کاربر خویش فراهم نموده است که مقادیر Pipelinig درخواست های وب را تغییر دهد. Pipelinig تکنیکی است که با HTTP1.1 معرفی شد. در این تکنیک به جای آنکه درخواست های بعدی را هنگامی که المانی از صفحه دانلود شود صادر نماید، چندین المان یک صفحه را با یکدیگر در یک ارتباط TCP درخواست خواهد نمود از این طریق، تأثیرگذاری مدت زمان تأخیر زیاد حاصل از ارتباط بی سیم نیز کاهش خواهد یافت.

Pipelinig در جستجوگر فایرفاکس مطابق با شکل ۱۳-۱۱ و به صورت زیر فعال می شود

۱- در قسمت URL در جستجوگر فایرفاکس، عبارت about:config برای دستیابی به لیستی از کلیه پارامترهای قابل تغییر وارد نمایند.

۲- از طریق تغییر گزینه network.http. Pipelinig به مقدار TRUE فعال خواهد شد.

۳- مقدار مناسب برای عدد درخواست شده در قسمت network.http. Pipelinig.MAX می بایست برابر با عدد ۸ باشد.

هنگامی که زمان های دانلود یک صفحه ی وب بزرگی را با اعمال وعدم اعمال Pipelinig در یک شبکه GPRS با یکدیگر مقایسه می نمایم، به تفاوت قابل توجهی در زمان دانلود پی خواهیم برد. در حالی که زمان تأخیر برای نمایش اولین قسمتهای صفحه تقریباً تغییر نکرده است، اما زمان دانلود کل صفحه که شامل کلیه عکسها و.... خواهد بود از مقدار ۶۰ ثانیه به مقدار ۴۰ ثانیه کاهش یافته است.

network.http.accept-encoding	default	string	gzip, deflate
network.http.accept.default	default	string	text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8
network.http.default-socket-type	default	string	
network.http.keep-alive	default	boolean	true
network.http.keep-alive.timeout	default	integer	300
network.http.max-connections	default	integer	30
network.http.max-connections-per-server	default	integer	15
network.http.max-persistent-connections-per-proxy	default	integer	8
network.http.max-persistent-connections-per-server	default	integer	6
network.http.pipelining	user set	boolean	true
network.http.pipelining.maxrequests	user set	integer	8
network.http.pipelining.ssl	default	boolean	false
network.http.prompt-temp-redirect	default	boolean	true
network.http.proxy.keep-alive	default	boolean	true
network.http.proxy.pipelining	default	boolean	false
network.http.proxy.version	default	string	1.1
network.http.redirection-limit	default	integer	20
network.http.request.max-start-delay	default	integer	10
network.http.sendRefererHeader	default	integer	2
network.http.sendSecureXSiteReferrer	default	boolean	true
network.http.use-cache	default	boolean	true
network.http.version	default	string	1.1

شکل ۱۳-۱۱: فعال‌گزینۀ Pipelinig در جستجوگر فایرفاکس

نتیجه گیری

استفاده روزافزون مشترکین از سرویس GPRS در حال گسترش می باشد، سرویس GPRS باعث شده که مشترکین به سادگی از طریق تلفن همراه خود به شبکه اینترنت متصل شوند و از خدمات این شبکه به راحتی استفاده کنند.

با توجه به پیشرفت و گسترش شبکه مخابرات سیار، استفاده از نسل های جدید سیم کارت های ارتباطی، استفاده از اینترنت با سرعت بالا، از طریق سرویس GPRS به سادگی در اختیار مشترکین قرار خواهد گرفت.

منابع

- [1] W.C.Y.Lee, "Wireless and Cellular Telecommunications", McGraw Hill Book Company, 2006
- [2] Martin Suater, "Communication System for Mobile Information Society", John Wiley & Sons, 2006
- [3] Gwenaél Le Bodic, "Mobile Messaging Technologies and Services SMS, EMS and MMS" John Wiley & Sons, 2003