دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده‌ی برق و کامپیوتر

ارسال صوت با استفاده از کدگذاری چندتوصیفی در شبکه ای از چند ارائه دهنده ی GPRS

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

مهندسی برق مخابرات- شبکه

سید محمدرضا عظیمی

استاد راهنما

دکتر فرامرز هندسی

استاد مشاور

دکتر حسین سعیدی

بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق- الکترونیک آقای سید محمدرضا عظیمی

تحت عنوان

ارسال صوت با استفاده از کدگذاری چندتوصیفی در شبکه ای از چند ارائه دهنده ی GPRS

در تاریخ ۲۸ / ۴/ ۱۳۸۹ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه — دکتر فرامرز هندسی

۲- استاد مشاور پایان نامه — دکتر حسین سعیدی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده — دکتر سید محمود مدرس هاشمی

با سپاس فراوان از
اساتید ارجمند، **جناب آقای دکتر هندسی** و **جناب آقای دکتر سعیدی** و همچنین دوست گرامی **آقای جابر روحی** که با راهنمایی‌های ارزشمند خود راه‌گشای اینجانب بوده‌اند.

کلیه حقوق مادی مرتبط بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است. این پایان‌نامه با حمایت مادی و معنوی مرکز تحقیقات مخابرات ایران به انجام رسیده است.

تقدیم به

مادربزرگ عزیزم

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودش که در سردترین روزگاران بهترین پشتیبانم بود

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... هشت

چکیده ۱

فصل یکم: مقدمه

۱-۱ تاریخچه ۲

۱-۲ مرور روش‌های ارائه شده برای ارسال صدا روی پروتکل اینترنت در شبکه GPRS ۳

فصل دوم: شبکه GPRS

۲-۱ جزئیات GPRS ۶

۲-۱-۱ اولویت ارائه سرویس .....

۲-۱-۲ قابلیت اعتماد ۷

۲-۱-۳ تاخیر ۷

۲-۱-۴ گذردهی ۸

۲-۱-۵ کلاس‌های ایستگاه سیار GPRS ۸

۲-۱-۶ گره سرویس‌دهنده فراهم‌شده برای GPRS ۹

۲-۱-۷ گره دروازه فراهم‌شده برای GPRS ۹

۲-۲ ساختار لایه‌ای و پروتکل‌های GPRS ۹

۲-۲-۱ پروتکل SNDCP ۱۱

۲-۲-۲ لایه‌های کنترل خطوط منطقی و کنترل دسترسی به رسانه و کنترل خط رادیویی ۱۲

۲-۲-۳ لایه فیزیکی ۱۲

۲-۲-۴ شبکه سیار گسترده‌شده عمومی ۱۲

۲-۲-۵ واسط رادیویی وکدگذاری کانال ۱۳

۲-۳ تفاوت های سیستم های GSM و GPRS ۱۷

فصل سوم: مروری بر روشهای ارسال صدا روی پروتکل اینترنت در شبکه GPRS

۳-۱ بررسی چگونگی ارسال بسته‌ها در GPRS بر اساس رقابت بین کانال‌های تصادفی ۲۰

۳-۲ بررسی ارسال صدا روی پروتکل اینترنت بر اساس تاخیر ۲۴

۳-۳ ارسال صدا روی پروتکل اینترنت و در شبکه GPRS با اعمال تغییراتی درشبکه GSM ۳۲

۳-۴ بررسی کیفیت صدای ارسالی با استفاده از پروتکل اینترنت در شبکه GPRS ۳۴

۳-۵ نتیجه گیری ۳۹

فصل چهارم: کدگذاری چند توصیفی ۴۰
۴-۱ مفهوم کدگذاری چند توصیفی ۴۱
۴-۲ نرخ‌های قابل دستیابی برای کدگذاری چندتوصیفی ۴۲
۴-۳ درونیابی نمونه‌های زوج و فرد برای بسته‌های صدای کد شده با روش کدگذاری شکل موج ۴۵
۴-۴ پیاده‌سازی کدگذاری چندتوصیفی با استفاده از تبدیل‌ها ۴۸
۴-۵ پیاده‌سازی کدگذاری چندتوصیفی مبتنی بر چندی‌سازی عددی ۵۵
۴-۶ پیاده‌سازی کدگذاری چندتوصیفی مبتنی بر چندی‌سازی برداری برای شبکه‌ها ۶۰
۴-۷ پیاده‌سازی کدگذاری چندتوصیفی برای زوج‌های طیف خطی ۶۸
فصل پنجم: طرح پیشنهادی
۵-۱ اصول طرح پیشنهادی ۷۳
۵-۱-۱ یک ایستگاه سیار جدید برای GPRS ۷۹
۵-۱-۲ یک گره دروازه برای اتصال ایستگاه سیار به سایر شبکه ها ۸۱
۵-۱-۳ یک کمپانی بی سیم مجازی ۸۲
۵-۲ جزئیات طرح پیشنهادی ۸۲
۵-۲-۱ کدگذاری چندتوصیفی پیشنهادی ۸۳
۵-۳ تاخیر ۸۷
۵-۴ شبیه‌سازی ۹۴
فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها
پیوست ۱۰۴
مراجع ۱۰۷

چکیده

در اواخر دهه ۹۰ سرویس GPRS به منظور بهبود کیفیت استاندارد فراگیر GSM معرفی شد، این استاندارد با بهره‌گیری از سویچینگ بسته‌ای کیفیت مناسبی برای مخابره داده‌ها ارائه می‌کند اما به دلیل اینکه برای داده‌های غیربلادرنگ طراحی شده است، برای ارسال صدا دارای کیفیت مناسبی نیست. همزمان با ارائه سرویس GPRS، شبکه اینترنت هم که دارای شبکه مبتنی بر سویچینگ بسته‌ای بود، در حال پیشرفت بود و برای ارسال صدا توسط آن، سرویس ارسال صدا روی پروتکل اینترنت معرفی شده بود. به دلیل مشابه بودن این دو شبکه، ایده ارسال صدا روی پروتکل اینترنت در شبکه GPRS مطرح شد، که دارای مزیت افزایش تعداد مکالمات همزمان در شبکه GSM/GPRS می‌باشد. اما این روش هم به نوبه خود دارای معایبی است. نرخ ارسال داده پایین در سطح لایه خط و سربار بالای پروتکل‌های GPRS منجر به استفاده از فشرده‌سازی سرآیند و قرار دادن بیش از یک بلوک داده مربوط به لایه خط در هر بسته می‌گردد. اما در شرایطی که احتمال خطا کانال بالا است و در نتیجه نرخ از دست رفتن بسته‌ها بالا می‌باشد، کیفیت صدای دریافتی بسیار پایین خواهد بود. در این پایان‌نامه پس از بیان مفاهیم مربوط به ایده ارسال صدا روی پروتکل اینترنت در شبکه GPRS و بررسی اجمالی روش‌های پیاده‌سازی کدگذاری چندتوصیفی، فرض شده است که کاربرها مجهز به یک دستگاه سیار چند واسطه‌ای-چند کانالی بوده و قادر به برقراری ارتباط همزمان با چندین ارائه دهنده سرویس هستند، به منظور ثابت ماندن نرخ ارسال از کدگذاری چند توصیفی در ایستگاه های سیار استفاده شده است. همچنین هر کدام از توصیف‌ها به وسیله یکی از ارائه‌دهندگان سرویس منتقل می‌شوند و برای تطابق با پروتکل‌های موجود در شبکه از یک گره دروازه در شبکه استفاده می‌شود تا بسته‌های جدید کدبرداری شوند و با توجه به مقصد کدگذاری مناسب با آن اعمال شود. اختصاص فرکانس در شبکه مربوط به هر کدام از ارائه‌دهنده‌های سرویس بدون تغییر باقی می‌ماند و کاربرهای مجهز به دستگاه سیار چند واسطه‌ای-چند کانالی مانند کاربران عادی GPRS از منابع استفاده نشده سیستم GSM برای ارسال بسته‌های خود بهره می‌برند. در پایان با شبیه سازی نشان داده شده است که روش جدید کیفیت بهتری نسبت به روش معمول و در شرایطی که نرخ حذف بسته‌ها ارسال شده روی کانال بالا است، را فراهم می سازد.

واژگان کلیدی: GPRS، کدگذاری چندتوصیفی، پروتکل ارسال صدا روی اینترنت، کدکننده صدا

فصل یکم
مقدمه

۱-۱ تاریخچه

سرویس GPRS[۱] در اواخر دهه ۹۰ میلادی و به منظور بهبود کارایی استاندارد GSM[۲] در زمینه مخابره داده‌ها و افزایش نرخ ارسال داده مطرح شد و به وسیله آن ارتباط با شبکه‌های مبتنی بر بسته امکان‌پذیر گشت. افزایش روزافزون تعداد کاربران در شبکه سیار و نیاز آن‌ها به برقراری مکالمه، نیاز به افزایش منابع رادیویی و یا استفاده بهینه از منابع رادیویی موجود را ضروری می‌سازد. با توجه به امکان دسترسی کاربران سیار به شبکه اینترنت توسط سرویس GPRS و همچنین استفاده از پروتکل اینترنت[۳] برای ارسال بسته‌های صدا در شبکه اینترنت، ایده استفاده از پروتکل اینترنت برای ارسال بسته‌های صدا در شبکه GPRS[۴] مطرح گشت که در نتیجه، می‌توان از منابع رادیویی که توسط استاندارد GSM استفاده نمی‌شود، برای ارسال بسته‌های صدا توسط پروتکل اینترنت و در قالب سرویس GPRS بهره برد. با استفاده از این روش ظرفیت شبکه سیار یعنی حداکثر تعداد مکالمات همزمان افزایش خواهد یافت.

---

[۱] General Packet Radio Service (GPRS)
[۲] Global System for Mobile Communication (GSM)
[۳] Internet Protocol (IP)
[۴] VoIP over GPRS

۱-۲ مرور روش‌های ارائه شده برای ارسال صدا روی پروتکل اینترنت در شبکه GPRS

در[۱] رقابت مربوط به کانال‌های دسترسی تصادفی[۱] و کم بودن کانال‌های ترافیکی بیکار[۲]، عامل اصلی از دست رفتن بسته‌ها[۳] در نظر گرفته شده و طرحی برای درخواست کانال که مشابه دسترسی چندگانه مبنی بر رزرو بسته‌ها[۴] است، جایگزین روش رایج مربوط به ارسال درخواست که مبتنی بر روش slotted ALOHA است، شده است. شبیه‌سازی‌های انجام شده در[۱] نشان می‌دهند که این طرح منجر به بهبود عملکرد روش ارسال صدا روی پروتکل اینترنت درشبکهGPRS و افزایش ظرفیت شبکه سیار می‌گردد.

در[۲] تنها عامل تاخیر در ارسال صدا روی پروتکل اینترنت در شبکه GPRS در نظر گرفته شده است و رویکردهای جدیدی برای کاهش آن مطرح گشته است. هر کاربر قبل از اینکه مجاز به ارسال داده گردد باید یک TBF[۵] دائر سازد، این امر نیازمند رد و بدل شدن پیام‌های سیگنالینگ خاصی است که منجر به تاخیر می‌گردد. سه روش برای نحوه دائر گشتن[۶] و آزاد شدن[۷] TBF ارائه شده که برای ارسال صدا روی پروتکل اینترنت در شبکه GPRS مناسب است. در شبیه‌سازی‌های انجام شده در[۲]، تابع توزیع تجمعی تاخیر برای روش‌های ارائه شده و روش رایج ارسال صدا روی پروتکل اینترنت در شبکه GPRS محاسبه شده که بیانگر کاهش تاخیر است.

روش دیگر مطرح شده جایگزین کردن مرکز سویچینگ سیار[۸] با گره جدیدی به نام مرکز سویچینگ سیار ارسال صدا روی پروتکل اینترنت[۹] است. این گره علاوه بر انجام وظایف مرکز سویچینگ سیار، قادر است تا بسته‌های صدای ارسال شده را توسط سویچینگ مداری دریافت کند و سپس توسط پروتکل اینترنت روی شبکه GPRS و به مقصد مورد نظر ارسال کند[۳].

هر سه روش فوق نیازمند تغییراتی در شبکه GPRS اعم از پروتکل‌ها و یا سخت‌افزار شبکه می‌باشند، که به دلیل سازگار نبودن با شبکه GPRS و سایر شبکه‌های متصل به آن، مطلوب نمی‌باشند. سرویسGPRS برای داده های غیر بلادرنگ[۱۰] مثل سرویس ارسال پیام کوتاه و سرویس ارسال عکس مناسب است ولی برای ارسال صدا نمی‌تواند کیفیت مناسبی را ارائه کند، علت اصلی این امر استفاده از تکنیک ارسال مجدد[۱۱] در مواقعی است که

---

[۱] Random Access Channel
[۲] Idle traffic channel
[۳] Packet loss
[۴] Packet Reservation Multiple Access (PRMA)
[۵] Temporary Block Flow (TBF)
[۶] Establishment
[۷] Release
[۸] Mobile Switching Center (MSC)
[۹] VoIP Mobile Switching Center (VMSC)
[۱۰] Non-realtime
[۱۱] Retransmission

بسته‌ها از دست می‌روند. در کاربردهای بلادرنگ بسته‌هایی که با تأخیر می‌رسند، نقشی مانند بسته‌هایی که دریافت نمی‌شوند، دارند و در بازسازی اطلاعات ارسال شده، در گیرنده استفاده نمی‌شوند[۴]. همچنین GPRS دارای نرخ ارسال داده پایین در سطح لایه خط[۱] می‌باشد و با بهره‌گیری از فشرده‌سازهای[۲] رایج، در صورت استفاده از ایده فوق نیازمند قرار دادن بیش از یک قالب زمانی[۳] فشرده‌ساز در یک بسته خواهیم بود و در نتیجه در صورت دریافت نشدن هر کدام از آنها در گیرنده، کل بسته از دست خواهد رفت و در نتیجه ایده ارسال صدا روی پروتکل اینترنت در شبکه GPRS منجر به بالا رفتن کیفیت بسته‌های دریافتی در گیرنده نمی‌گردد[۵].

در این پایان‌نامه فرض می‌کنیم که کاربرها مجهز به یک دستگاه سیار چندواسطه‌ای-چندکانالی[۴] بوده و قادر به برقراری ارتباط همزمان با چندین ارائه‌دهنده‌سرویس هستند، به منظور ثابت ماندن نرخ ارسال از کدگذاری چند توصیفی[۵] در دستگاه‌های سیار استفاده می‌کنیم و برای تطابق با پروتکل‌های موجود در شبکه از یک گره دروازه[۶] در شبکه بهره می‌بریم تا بسته‌های جدید را کدبرداری کنیم. در حالت عادی اطلاعات منبع در قالب یک دنباله بیت کدگذاری می‌شوند، اما در کدگذاری چندتوصیفی اطلاعات منبع در قالب چند دنباله بیت کدگذاری شده و روی کانال‌های مختلف ارسال می‌شوند، در گیرنده در صورت دریافت همه دنباله‌ها دارای کیفیت مناسبی برای اطلاعات بازسازی‌شده خواهیم بود و در صورت دریافت زیر مجموعه‌ای از دنباله‌های ارسالی دارای کیفیت پایین‌تر اما هنوز قابل قبول خواهیم بود و در نتیجه دارای مقاومت بیشتری در برابر از دستن رفتن بسته‌ها خواهیم بود. در پایان با شبیه‌سازی نشان می‌دهیم که روش جدید منجر به کیفیت بهتری نسبت به روش قبلی می‌گردد، البته کیفیت صدا با این روش باز هم پایین‌تر از GSM است اما دارای مزیت اسفاده بهینه‌تر از منابع فیزیکی موجود هستیم.

در ادامه مطالب به صورت زیر ارائه خواهد شد. در فصل دوم به بررسی مختصر GPRS پرداخته و مزایای آن نسبت به GSM را بیان می‌کنیم. در فصل سوم جزئیات روش‌های مرسوم ارسال صدا روی پروتکل اینترنت در شبکه GPRS را بررسی می‌کنیم. مفهوم کدگذاری چندتوصیفی، مرور برخی از روش‌های پیشنهاد شده برای پیاده‌سازی آن بر اساس مفاهیم تئوری اطلاعات و پردازش سیگنال، در فصل چهارم ارائه شده است. در فصل پنجم جزئیات روش پیشنهادی بررسی شده و با استفاده از شبیه‌سازی عملکرد آن ارزیابی شده است و همچنین تاخیر

---

۱ Link layer
۲ Codec
۳ Frame
۴ Multi-Interface Multi-channel
۵ Multiple Description Coding
۶ Gateway

بسته‌های صدای ارسال شده در شبکه مخابراتی را به صورت تحلیلی مورد بررسی قرار گرفته است. در پایان نتایج و پیشنهادات در فصل ششم ارائه شده‌اند.

فصل دوم
شبکه GPRS

سرویس GPRS برای ارسال داده توسط ایستگاه‌های سیار[۱] معرفی شده است و با وجود استفاده از منابع استاندارد GSM، قادر به فراهم‌کردن ویژگی سویچینگ بسته‌ای برای ارسال داده‌های کاربران است و به همین دلیل به آن استاندارد ۲/۵ گفته می‌شود. در ادامه به بررسی جزئیات شبکه GPRS پرداخته و پروتکل‌های مربوط به آن را معرفی می‌کنیم و سپس مزایای آن را نسبت به استاندارد GSM بیان می‌کنیم.

۲-۱ جزئیات GPRS

این سرویس برای کاربردهای مبتنی بر سویچینگ بسته‌ای طراحی شده است و برای داده های هجومی[۲] مناسب است و به وسیله آن می‌توان از منابع رادیویی استفاده بهینه کرد و کیفیت ارائه سرویس[۳] مطلوبی را به وسیله آن فراهم کرد. کیفیت ارائه سرویس شامل اولویت سرویس[۴]، قابلیت اعتماد[۵]، تاخیر و گذردهی[۶] است [۶].

---

۱ Mobile Station
۲ Bursty
۳ Quality of Service(QOS)
۴ priority
۵ reliability
۶ throughput

۲-۱-۱ اولویت ارائه سرویس

اولویت ارائه سرویس شامل سه دسته می‌باشدکه دسته اول با اولویت بالا، دسته دوم با اولویت متوسط و دسته سوم با اولویت پایین می‌باشند. دسته سوم مشابه کلاس پس زمینه[۱] استاندارد WCDMA یا کلاس بهترین تلاش[۲] در اینترنت است که در آن هیچ محدودیت زمانی‌ای روی ورود اطلاعات ارسالی وجود ندارد [۶].

۲-۱-۲ قابلیت اعتماد

قابلیت اعتماد شامل سه کلاس است. قابلیت اعتماد توسط چهار پارامتر مختلف که وابسته به دریافت واحد داده[۳] توسط کاربر است، تعریف می‌شود و شامل احتمال از دست رفتن واحد داده، احتمال دریافت یک نسخه تکراری ازواحد داده، احتمال دریافت نامنظم واحد داده و احتمال دریافت همراه با خطای واحد داده می‌باشد. برای کلاس اول همه پارامترهای گفته شده بایداز مرتبه 10^{-9} باشند، کاربردهای متعلق به این کلاس حساس به تاخیر هستند و توانایی تصحیح خطا را ندارند. در کلاس دوم پارامترهای اول و دوم باید از مرتبه 10^{-4} و پارامترهای سوم و چهارم از مرتبه 10^{-6} باشند، کاربردهای متعلق به این کلاس حساس به خطا هستند ولی تا حدودی توانایی تصحیح خطا را دارند. برای کلاس سوم پارامتر اول و چهارم باید از مرتبه 10^{-2} و پارامتر دوم و سوم از مرتبه 10^{-5} باشند، زیرا کاربردهای متعلق به این کلاس نسبت به خطا حساس نیستنند [۶].

۲-۱-۳ تاخیر

تاخیر، مربوط به زمان ارسال داده در داخل شبکه GPRS است و شامل زمان ارسال در شبکه‌های خارجی مثل اینترنت نمی‌باشد. عناصر تشکیل‌دهنده آن عبارتند از تاخیر دسترسی به کانال رادیویی، تاخیر ارسال واحد اطلاعات در جهت بالارو[۴]، تاخیر عبور در داخل شبکه GPRS، تاخیر مربوط به زمان‌بندی[۵] و تاخیر ارسال واحد داده در جهت پایین‌رو[۶] به واحد سیار گیرنده است. تاخیرها شامل چهار کلاس می‌باشند که همگی دارای متوسط بیشتر از ۰/۱ ثانیه که حداکثر تاخیر انتها به انتها برای کاربردهای بلادرنگ است، می باشند.

---

۱ background
۲ Best effort
۳ Data unit
٤ uplink
٥ scheduling
٦ downlink

۲-۱-۴ گذردهی

گذردهی وابسته به دو پارامتر است که در جریان گفتگوی اولیه تعیین می‌شود، این دو پارامتر حداکثر و میانگین نرخ داده هستند. حداکثر نرخ، در یک لحظه رخ می‌دهد و در بقیه زمان‌ها ممکن است فرستنده چیزی نفرستد، حداکثر نرخ داده اختصاص یافته به یک کاربر توسط حداکثر نرخ داده موجود در سیستم محدود می‌شود. GPRS برای افزایش نرخ داده ممکن است بیش از یک شیار زمانی[۱] را در یک قالب زمانی[۲] به کاربر اختصاص دهد، این عمل تعداد کاربرهای متصل به سیستم را کاهش می‌دهد اما این تخصیص شیارهای زمانی متعلق به یک قالب زمانی است، برخلاف سویچینگ مداری که در آن یک خط[۳] مدت زمان زیادی به یک کاربر اختصاص می‌یابد.

۲-۱-۵ کلاس‌های ایستگاه سیار GPRS

ایستگاه‌های سیار دارای سه کلاس A، B و C می‌باشند. در کلاس A امکان استفاده همزمان سرویس‌های GSM و GPRS فراهم شده است. مقصود از همزمان این است که هر دو سرویس از یک دسته شیار زمانی برای ارسال اطلاعات استفاده می‌کنند و بنابراین حداقل یک شیار زمانی برای هر کدام ازسرویس‌ها باید موجود باشد، در کلاس B ایستگاه سیار می‌تواند یکی از سرویس‌ها را استفاده کند و تشخیص مناسب بودن به صورت خودکار انجام می‌شود و در کلاس C ایستگاه سیار از یک سرویس استفاده می‌کند ولی می‌تواند برای استفاده از سرویس دیگر دوباره پیکره‌بندی شود. پیاده‌سازی GPRS نیازمند تغییر در هسته[۴] شبکه مربوط به GSM و همچنین ساختار پیام‌های ارسالی روی واسط هوایی[۵] می‌باشد. در شبکه GPRS دو گره به نام‌های گره سرویس دهنده فراهم‌شده برای GPRS[۶] و گره دروازه فراهم‌شده برای GPRS[۷] معرفی شده‌اند که در ادامه به معرفی آن‌ها می‌پردازیم.

---

۱ slot
۲ frame
۳ Link
۴ core
۵ Air interface
۶ Serving GPRS Supported Node(SGSN)
۷ Gateway GPRS supported node(GGSN)

۲-۱-۶ گره سرویس‌دهنده فراهم‌شده برای GPRS

گره سرویس دهنده فراهم‌شده برای GPRS به ایستگاه‌های ثابت[۱] متصل است و دریافت و ارسال بسته‌های ایستگاه‌های سیار متصل به ایستگاه‌های ثابت را بر عهده دارد و وظیفه آن مشابه مرکز سویچینگ سیار در سیستم‌های سویچینگ مداری است. این گره توسط شبکه سیار گسترده شده عمومی[۲] به گره‌های سرویس‌دهنده فراهم‌شده برای GPRS دیگر و یا به گره‌های دروازه فراهم‌شده برای GPRS دیگر و به وسیله آن‌ها به شبکه‌های مبتنی بر بسته دیگر متصل می‌شود، سایر وظایف آن، مسیریابی بسته‌ها، مدیریت جابجایی[۳] و موقعیت[۴]، احراز اصالت[۵]، ثبت اطلاعات دائمی درباره موقعیت و ثبت اطلاعات موقتی درباره موقعیت می‌باشد.

۲-۱-۷ گره دروازه فراهم‌شده برای GPRS

گره دروازه فراهم‌شده برای GPRS ، ارتباط با شبکه‌های مبتنی بر سویچینگ بسته‌ای مثل اینترنت را فراهم می‌کند و بسته‌های مربوط به شبکه GPRS را که از گره سرویس‌دهنده فراهم‌شده برای GPRS می‌آیند، به شکل بسته مناسب تبدیل کرده و آن را به شبکه متناسب با آن می‌فرستد. در جهت عکس هم آدرس بسته‌های داده ورودی را به آدرس GSM کاربر مقصد تبدیل می‌کند و سپس آن‌ها را به گره سرویس‌دهنده فراهم‌شده برای GPRS مربوطه ارسال می‌کند. برای این منظور باید آدرس گره سرویس‌دهنده فراهم‌شده برای GPRS فعلی کاربر را در ثبات محلی[۶] خود ثبت کند. شکل۲-۱ گره‌های موجود در ساختار شبکه GPRS و نحوه اتصال آن‌ها با یکدیگر و همچنین با شبکه‌های خارجی را نشان می‌دهد.

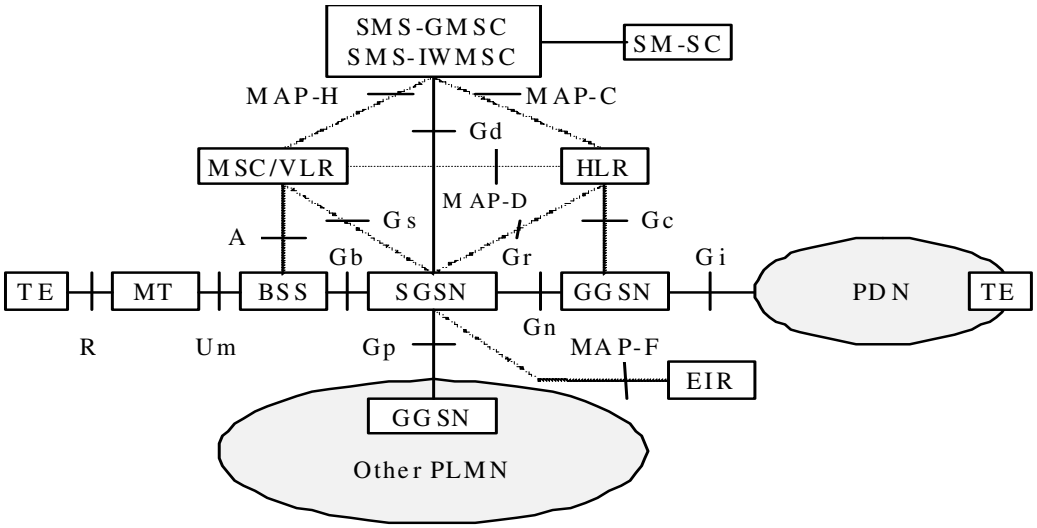
۲-۲ ساختار لایه‌ای و پروتکل‌های GPRS

در اینترنت، پروتکل کنترل ارسال[۷] وظایفی از قبیل کنترل خطا به وسیله مکانیزم درخواست ارسال مجدد خودکار[۸]، کنترل جریان[۹] و مرتب کردن داده‌های دریافتی را برعهده دارد. پروتکل اینترنت[۱۰] مسیریابی بسته‌های داده در داخل شبکه اینترنت را برعهده دارد. با توجه به این‌که برای ارتباط دو وسیله به یکدیگر، بسته‌های داده باید

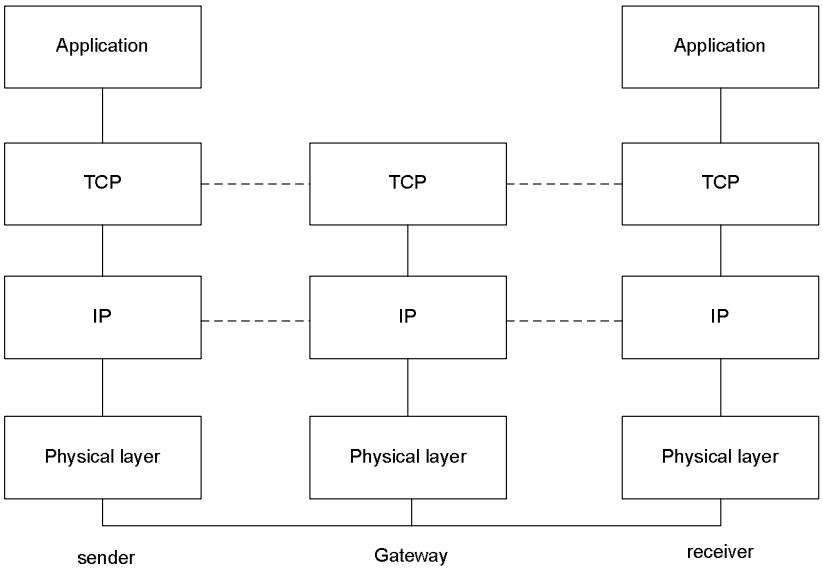
---

۱ Base station(BS)
۲ Public Land Mobile Network (PLMN)
۳ Mobility Management
۴ Location Management
۵ Authentication
۶ Location Register
۷ Transmission control protocol (TCP)
۸ Automatic repeat request(ARQ)
۹ Flow control
۱۰ Internet Protocol (IP)

از طریق خط بین دو وسیله منتقل شوند، لایه خط که به عنوان جزئی از لایه فیزیکی در نظر گرفته می‌شود، برای اطمینان از دریافت صحیح بسته‌های داده به کار می‌رود. شکل ۲-۲ ساختار لایه‌ای مورد استفاده در اینترنت را نشان می‌دهد. شکل ۲-۳ ساختار لایه‌ای مورد استفاده در GPRS را نشان می‌دهد که با ساختار مورد استفاده در اینترنت متفاوت است و در ادامه به بررسی تفاوت‌های آن نسبت به ساختار لایه‌ای اینترنت می‌پردازیم.



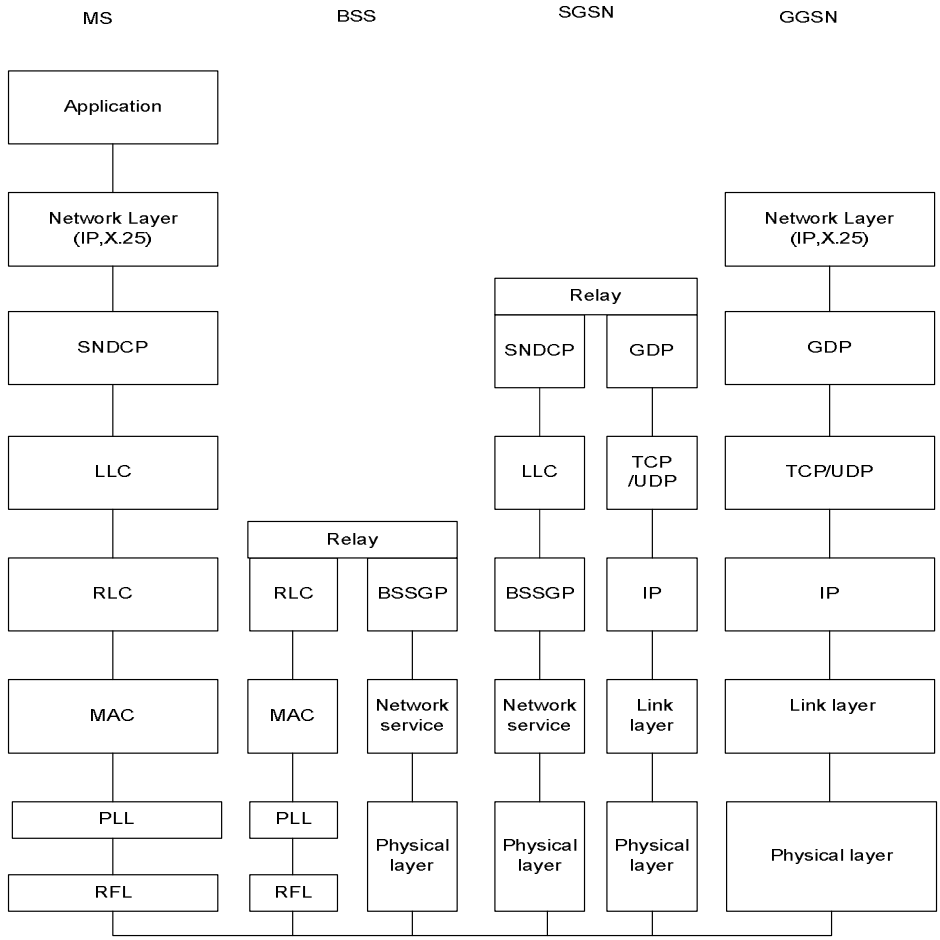
شکل۲-۱- ساختار شبکه GPRS [۴]



شکل۲-۲- ساختار لایه‌ای مورد استفاده دراینترنت[۶]

۲-۲-۱ پروتکل SNDCP[۱]

این پروتکل اجازه می‌دهد تا بسته‌های مربوط به پروتکل اینترنت روی یک مسیر مجازی پس از هم‌تافتن[۲]، ارسال شوند. همچنین اگر لازم باشد بسته‌های مربوط به پروتکل اینترنت را به بسته‌های کوچکتر تقسیم‌کرده و چون با حذف ایستگاه ثابت یک ارتباط منطقی بین ایستگاه سیار و گره سرویس دهنده فراهم‌شده برای GPRS برقرار می‌گردد، امکان فشرده‌سازی داده های ارسالی بین دو گره نام‌برده را را هم فراهم می‌کند[۶]. اگر چه پروتکل SNDCP، در گره سرویس‌دهنده فراهم‌شده برای GPRS خاتمه می‌یابد، ولی این گره در واقع یک ایستگاه رله[۳] برای ارسال بسته‌های پروتکل اینترنت به گره دروازه فراهم‌شده برای GPRS است،که آن را به شبکه‌های دیگر متصل می‌کند.



شکل۲-۳- ساختار لایه‌ای مورد استفاده درGPRS [۶]

[۱] Sub Network Dependency Convergence Protocol(SNDCP)
[۲] Multiplexing
[۳] Relay station

۲-۲-۲ لایه‌های کنترل خطوط منطقی و کنترل دسترسی به رسانه و کنترل خط رادیویی

لایه کنترل خطوط منطقی[۱] سرویس‌هایی از قبیل کنترل دنباله[۲] و کنترل جریان و کنترل خطا را به لایه بالاتر از خود می‌دهد. زیر لایه کنترل دسترسی به رسانه[۳] و کنترل خط رادیویی[۴] در صورت نیاز بسته‌های لایه بالاتر از خود را به بسته‌های کوچکتر تقسیم می‌کنند و همچنین کنترل خطا را برای بسته‌های مربوط به لایه خود انجام می‌دهند، کنترل خطا می‌تواند شامل تصحیح خطا، استفاده از درخواست ارسال مجدد به طور خودکار و یا تشخیص خطا و ارجاع به لایه بالاتر باشد.

۲-۲-۳ لایه فیزیکی

لایه فیزیکی بین ایستگاه سیار و ایستگاه ثابت، شامل دو زیرلایه است. قسمت بالا، زیرلایه فیزیکی خط[۵] نام دارد که تصحیح خطا، به طور مستقیم با استفاده از کدگذار کانولوشن[۶] در آن اجرا می‌شود، همچنین نظارت بر کیفیت سیگنال ارسالی و کنترل توان هم از جمله وظایف آن است. قسمت پایین، زیر لایه فیزیکی فرکانس رادیویی[۷] نام دارد و مسئول اختصاص فرکانس و مشخصات مدولاسیونی است که سیگنال به وسیله آن روی واسط هوایی ارسال می‌شود.

۲-۲-۴ شبکه سیار گسترده‌شده عمومی

شبکه سیار گسترده شده عمومی باید مبتنی بر پروتکل اینترنت باشد، مسیریابی در داخل شبکه سیار گسترده شده عمومی با استفاده از پروتکل اینترنت انجام می‌شود و ارتباط بین گره سرویس‌دهنده فراهم‌شده برای GPRS و گره دروازه فراهم‌شده برای GPRS باید به صورت یک گام مجازی باشد. یعنی باید مسیردهی در داخل شبکه از دید بسته‌های حمل‌کننده داده مخفی باشد که از طریق روش تونل‌زنی[۸]، مقدور خواهدبود. بسته‌های حمل‌کننده اطلاعات در گره سرویس‌دهنده فراهم‌شده برای GPRS، شامل یک سرآیند[۹] که در بردارنده آدرس گره دروازه فراهم‌شده برای GPRS است، می‌باشند و در واقع در داخل یک کپسول قرار می‌گیرند که این عمل به

---

۱ Logical link control
۲ Sequence Control
۳ Medium access control (MAC)
۴ Radio link control (RLC)
۵ Physical Link Layer (PLL)
۶ Convolution
۷ Physical RF Layer (RFL)
۸ tunneling
۹ header