



دانشگاه زنجان

دانشگاه مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش : مخابرات

عنوان : تئوری سیستم مخابراتی 4G

استاد راهنما : دکتر یارقلی

نگارش : محبوبه تاراجی

تاریخ دفاعیه: شهریور ۹۱

فهرست:

چکیده: ۹

مقدمه: ۱۰

۱. مروری بر پیشینه سیستم‌های مخابراتی داده سیار ۱۲

۱-۱ سیستم‌های مخابرات داده سیار: ۱۳

۱-۲ نسل دوم سیستم‌های مخابراتی: ۱۴

۱-۲-۱ GSM یا ۲G: ۱۴

۱-۲-۲ GPRS یا ۲/۵G: ۱۵

۱-۲-۳ EDGE یا ۲/۷۵G: ۱۶

خدمات EDGE از نگاه کاربران: ۱۷

۱-۳ ویژگی‌های فنی EDGE: مسائل پیش روی آن‌ها: ۱۸

۲. نسل سوم شبکه‌های مخابراتی ۳G ۲۰

۲-۱ تاریخچه پیدایش شبکه‌های نسل سوم: ۲۱

۲-۱-۱ آفریقا: ۲۲

۲-۱-۲ آسیا: ۲۲

۲-۱-۳ افغانستان: ۲۲

۲-۱-۴ نیپال: ۲۲

۲-۱-۵ پاکستان: ۲۳

۳. ۲۳

۶-۱-۲ هند: ۲۳

۷-۱-۲ کره شمالی: ۲۳

۸-۱-۲ فیلیپین: ۲۳

۹-۱-۲ اروپا: ۲۳

۱۰-۱-۲ آمریکای شمالی: ۲۳

۱۱-۱-۲ خاورمیانه: ۲۴

۱۲-۱-۲ ترکیه: ۲۴

۲-۲ معرفی نسل سوم شبکه‌های مخابراتی: ۲۴

۱-۲-۲ استانداردهای زیر نشان دهنده نسل سوم شبکه‌های مخابراتی هستند: ۲۶

۲-۲-۲ استانداردهای رایج زیر از استاندارد نسل سوم IMT۲۰۰۰ تبعیت می‌کنند: ۲۷

۳-۲ ویژگی‌های نسل سوم شبکه‌های مخابراتی: ۲۹

۱-۳-۲ نرخ‌های داده: ۲۹

۲-۳-۲ امنیت: ۳۰

۴-۲ کاربردها و مزیت‌های نسل سوم شبکه‌های مخابراتی: ۳۰

۵-۲ فرایند تکامل نسل سوم شبکه‌های مخابراتی: ۳۳

۱-۳ سیستم‌های فراتر از ۳G: ۳۷

۲-۳ تحول به سمت 4G: ۳۸

۳-۳ معماری شبکه LTE: ۳۹

۱-۳-۳ دید کلی معماری شبکه: ۳۹

۱-۳-۳-۱ شبکه مرکزی (CN): ۴۰

۳-۳-۸ معماری سیستم همه پخشی: ۵۶

۳-۳-۹ پهنای باند کانال و ساختار کانال: ۵۸

۳-۳-۹-۱ پیشوند تناوبی: ۵۹

۳-۳-۹-۲ پهنای باند کانال: ۵۹

۳-۳-۱۰ ساختار فریم و اسلات (slot): ۶۱

۴-۱ مقدمه‌ای بر ۴G: ۶۳

۴-۲ معماری شبکه: ۶۶

۴-۳ مروری کلی بر LTE E-UTRAN-پیشرفته: ۶۷

۴-۴ نمای کلی تکامل هسته بسته: ۷۰

۴-۴-۱ نهاد مدیریت تحرک (MME): ۷۱

۴-۴-۲ ورودی تابع (S-GW): ۷۱

۴-۴-۳ گذرگاه بسته شبکه داده‌ها (PDN-GW): ۷۱

۴-۵ مدیریت پهنای باند و طیف: ۷۱

۴-۵-۱ تجمع حامل: ۷۲

۴-۵-۱-۱ کانال‌های کنترل: ۷۴

۴-۵-۱-۲ طرح دسترسی چندگانه: ۷۵

۴-۶ معماری فرستنده و گیرنده: ۷۶

۴-۶-۱ فرستنده و گیرنده‌های تک-باند چندگانه: ۷۶

۴-۶-۲ فرستنده و گیرنده‌های باندپهن: ۷۷

۴-۶-۳ اشتراک گذاری طیف: ۷۷

۴-۶-۴ طراحی فرستنده و گیرنده: ۸۳

۴-۶-۵ اندازه افزایش یافته FFT: ۸۵

۴-۶-۶ مدیریت منابع: ۸۵

۴-۶-۷ کنترل ارسال مجدد: ۸۷

۴-۶-۸ جنبه‌های دیگر: ۸۷

۴-۷ MMOI پیشرفته: ۸۸

۴-۷-۱ توصیف کلی: ۸۹

۴-۷-۲ MIMO تک-سایته: ۹۰

۴-۷-۳ انتقال Downlinke MIMO: ۹۱

۴-۷-۴ MIMO Uplinke: ۹۴

۴-۸ محدودیت اندازه فیزیکی در UE: ۹۶

۴-۸-۱ ارتباطات MIMO مجازی [۵۳]: ۹۶

۴-۸-۲ انتخاب آنتن [۵۴]: ۹۷

۴-۸-۳ طراحی بازخورد: ۹۷

۴-۹ انتقال و پذیرش تعاونی چندگانه برای LTE-پیشرفته: ۹۸

۴-۹-۱ معماری CoMP: ۹۹

۴-۹-۱-۱ معماری متمرکز: ۱۰۰

۴-۹-۱-۲ معماری توزیع شده: ۱۰۰

۴-۹-۱-۳ معماری مختلط: ۱۰۲

۴-۹-۲ طرح‌های CoMP: ۱۰۲

۴-۹-۲-۱ Downlinke: ۱۰۳

۲-۹-۴ Uplinke: ۱۰۸

۳-۹-۴ طراحی سیگنال مرجع: ۱۱۰

۱۰-۴ تاخیرها: ۱۱۰

۱-۱۰-۴ کاهش هزینه‌ها: ۱۱۱

۲-۱۰-۴ نوع ۱: ۱۱۲

۱۱-۴ طرح دوپلکسی: ۱۱۳

۱-۱۱-۴ یکپارچه سازی در RAN: ۱۱۴

۲-۱۱-۴ توپولوژی: ۱۱۵

۳-۱۱-۴ معماری: ۱۱۶

۴-۱۱-۴ کارکرد: ۱۱۸

۵-۱۱-۴ مکان یابی و انواع رله: ۱۱۹

۱۲-۴ مقایسه ۳G و ۴G: ۱۲۰

۱-۱۲-۴ ساختار یک شبکه: ۱۲۰

۲-۱۲-۴ هسته شبکه: ۱۲۱

۳-۱۲-۴ ایستگاه نهایی سیار: ۱۲۱

۴-۱۲-۴ تکنیک‌های هسته‌ای: ۱۲۲

۱۳-۴ روش کلیدی: ۱۲۲

۱-۱۳-۴ استراتژی امنیت ۴G: ۱۲۲

۲-۱۳-۴ شبکه‌های هیبرید در ۴G: ۱۲۳

۳-۱۳-۴ شبکه ۴G تطبیقی: ۱۲۳

منابع و مراجع: ۱۲۵

چکیده:

افزایش میزان فناوری‌های دستیابی رادیویی، ابزارهای شبکه سازی به یسیم و خدمات سیار (موبایل) موجب تقویت و پیشبرد فعالیت‌های محاسباتی متمرکز گشته است. در حین سفر، کاربران موبایل، اختلالات اتصال را تجربه کرده‌اند به ویژه زمانی که آن‌ها بین دو نقطه دسترسی قرار گرفته که وابسته به شبکه بی سیم مشابه بوده و زمانیکه آن‌ها از یک فناوری دسترسی به فناوری دیگر تغییر می‌کنند. امروزه، میانگینی از کاربران موبایل ممکن است به بسیاری از شبکه‌های بی سیم مختلف در طی یک روز به منظور استفاده از خدمات متنوع متصل گردند ضمن اینکه درخواست عملیات‌های متعددی داشته باشند. پروتکل‌های حاضر قابلیت حمل و نقل و انتقال متعددی را به همراه داشته گرچه آن‌ها در رفع میزان تأخیر وسیع ایجاد شده به واسطه ویژگی‌های مختلف لایه ارتباطی در زمان رومینگ میان شبکه‌های مستقل مختلف به اشکست مواجه شده‌اند. پیش بینی می‌شود سیستم‌های ارتباطات بی سیم آینده میزان داده‌ی بالاتر، پشتیبانی از تحرک بالاتر و ارتباطات یکپارچه را ارائه بدهند. آن‌ها مجبور به استفاده از پلت فرم مشترک خواهند بود که انواع فن آوری دسترسی در حال تکامل، یکپارچه میان کار و راه حل‌های ایجاد قابلیت همکاری و پایانه‌های کاربر تطبیقی چند حالت را با هم یکی می‌کنند. تکنولوژی بی سیم در حال تحول 4G، یک چتر مشترک برای پوشش است و همه این شرایط را ادغام می‌کند. در این پایان نامه ابتدا به بررسی سیستم‌های رادیویی می‌پردازیم و سپس نسل‌های مختلف آن را بررسی می‌کنیم و در انتها به بررسی سیستم 4G خواهیم پرداخت.

مقدمه:

زمانه ای که ما در آن زندگی می کنیم، «عصر اطلاعات» نامیده شده است. به جرأت می توان گفت تولد شبکه ای غول آسا به نام اینترنت در این دوران، مهم ترین دلیل این نامگذاری به شمار می رود. شبکه ای که هنوز عمرش به دو دهه نمی رسد، در همین مدت به عظیم ترین شاهراه اطلاعاتی در تاریخ بشر تبدیل شده است. در حال حاضر، در گوشه و کنار جهان، متخصصان ارتباطات به نصب و تجهیز سیستم هایی مشغول هستند که اتصال به این شبکه را نه تنها از طریق دستگاه های کامپیوتر ثابت، بلکه با کمک تلفن های موبایل و به صورت بی سیم برقرار می کند. با راه اندازی این سیستم ها کاربران می توانند در هر مکان و هر زمانی به اطلاعات مورد علاقه خود دسترسی داشته باشند.

اکثر سیستم های نسل قدیم بر پایه الگوی سوئیچ مداری بنا شده اند و در طول هر تماس، بخشی از منابع رادیویی خود را به طور ثابت در اختیار کاربر قرار می دهند. ولی بسیاری از شبکه های کامپیوتری از جمله اینترنت، ترافیک رگبارهای دارند. و به همین دلیل استفاده از سیستم های معمولی مخابرات سیار عملاً به اتلاف بخش عظیمی از انرژی و منابع این سیستم ها منجر خواهد شد.

واضح است که برای ارتباط با شبکه های دارای ترافیک رگبارهای، استفاده از الگوی سوئیچ پاکتی می تواند کارایی سیستم را به طرز قابل توجهی بهبود بخشد؛ چرا که در این نوع سوئیچ، کانال های رادیویی تنها هنگامی به کاربر اختصاص داده می شود که او به آن ها نیاز داشته باشد و بلافاصله پس از پایان مبادله اطلاعات، این کانال ها آزاد می شوند و شبکه می تواند آن ها را به کاربران دیگر تخصیص دهد. در طول چند دهه گذشته، ارتباط از طریق تلفن همراه به سرعت توسعه یافته است. 1G بر روش قیاس استوار بود و در 1980 گسترش یافت. آن، ترکیب اصلی ارتباطات تلفن همراه را ساخت و بسیاری از مشکلات اساسی مانند اتخاذ سبک معماری بافت سلولی، تسهیم باند فرکانس، سیر در سراسر دامنه، عدم قطع ارتباط در امور تلفن همراه، و غیره را حل کرد. گفتگو بیانی تنها سرویس 1G بود 2G بر اساس تکنیک های پردازش دیجیتال سیگنال بود و به عنوان یک انقلاب در قیاس با فن آوری دیجیتال است، که موفقیت فوق العاده ای در طول 1990 با جی اس ام به عنوان نماینده به دست آورد، در نظر گرفته شده است. استفاده از سیم کارت ها (واحد شناسایی مشترک) و قابلیت پشتیبانی تعداد زیادی از کاربران، مشارکت های اصلی 2G بود که 2G، 2.5G را با خدمات داده ها و روش های تعویض بسته توسعه داد، و به عنوان خدمات 3G برای شبکه های 2G در نظر

گرفته شد. بر اساس کار همین شبکه‌های ۲G، ۲.۵G اینترنت را به ارتباطات شخصی تلفن همراه به ارمغان آورده است. این یک مفهوم انقلابیست که منجر به ارتباطات پیوندی می‌شود. ۳G در حال گسترش یک سیستم جدید با خدمات جدید را به جای ارائه فقط نرخ بالاتر داده‌ها و پهنای باند وسیع‌تر است. بر اساس تکنیک‌های دی‌اس‌پی (DSP) هوشمند، خدمات ارتباطی داده‌های چند رسانه‌ای مختلف به شبکه‌های همگرا ۳G منتقل می‌شوند.

پایان نامه کارشناسی



فصل اول:

(۱) مروری بر پیشینه سیستم‌های مخابراتی داده سیار

۱-۱) سیستم‌های مخابرات داده سیار:

با نگاه به گذشته، فناوری‌های دسترسی بی سیم مسیرهای تکاملی مختلفی را با یک هدف مشخص دنبال کردند:

عملکرد و بازده بالا برای موبایل. اولین نسل (1G) صوت موبایل را برآورده نمود در حالیکه نسل دوم (2G) ظرفیت و پوشش را معرفی کرد. نسل سوم به دنبال انتقال داده در سرعت‌های بالاست تا افق هائی برای تجربه «پهن باندی موبایل» ارائه دهد. پهن باندی به ارتباط اینترنتی اشاره دارد که داده‌ها، صوت و ویدیویی در سرعت‌های بالا را پشتیبانی می‌کند؛ به طور نمونه DSL^۳ یا سرویس‌های

کابلی را می‌توان نام برد. در حال حاضر، IMT2000 هفت فناوری در دسترس مختلف را پشتیبانی می‌کند که شامل فرمت های (WiMAX) OFDMA، FDMA، TDMA و CDMA^۶ هستند؛ همانگونه که در جدول ۱-۱ آورده شده است.

جدول ۱-۱ IMT2000

UMTS/WCDMA	CDMA Direct Spread
CDMA2000	CDMA Multi-Carrier
UMTS-TDD	Time-Code
TD-SCDMA	Time-Code
UWC-136	Single Carrier
IS-136	Single Carrier
EDGE	Single Carrier
DECT	FDMA/TDMA
WiMAX	OFDMA TDD

«مودم سلولی» اولین ابزاری بود که برای مخابره داده به صورت سیار مورد استفاده قرار گرفت. این مودم‌ها کار خود را با ارائه سرعتی در حدود ۳۰۰ تا ۱۲۰۰ بیت در ثانیه (bps) شروع کردند و پس از ایجاد تغییراتی که به آن‌ها قدرت می‌داد تا خود را با شرایط گوناگون محیط سازگار کنند، توانستند به سرعت‌های ۲/۴ تا ۴/۸ کیلو بیت در ثانیه نیز برسند. «خدمات بسته داده سلول دیجیتال» یا به اختصار CDPD^۷ اولین سیستم مخابراتی پاکتی بود که برای ارتقای شبکه‌های سلولی آنالوگ مانند

^۱ Capacity

^۲ Coverage

^۳ Digital Subscriber Line

^۴ Frequency Division Multiple Access

^۵ Time Division Multiple Access

^۶ Code Division Multiple Access

^۷ Cellular Digital Packet Data

AMPS^۸ طراحی شد (AMPS توسط آزمایشگاه‌های Bell در سال ۱۹۴۷ معرفی گردید و در دهه

۱۹۸۰ از حالت استفاده گسترده کنار رفت. این سیستم، بر پایه FDMA برای ارتباط صوتی از میان کانال‌های مدوله شده FM با فرکانس ۳۰KHz شکل گرفت). با استفاده از CDPD کاربران می‌توانستند داده‌های خود را با سرعتی در حد ۱۹/۲ کیلو بیت در ثانیه مبادله کنند. اما استقبال از این گونه سیستم‌ها همزمان با توسعه شبکه‌های سلولی کاملاً دیجیتال در میانه دهه ۱۹۹۰ رو به زوال گذاشت.

۲-۱) نسل دوم سیستم‌های مخابراتی:

۱-۲-۱) GSM یا ۲G:

«سیستم جهانی مخابرات سیار» یا GSM که در سال ۱۹۹۱ کار خود را رسماً در چند کشور اروپائی آغاز کرد، با رشدی باورنکردنی، نگاه‌ها را به سوی خود کشاند. در ایالات متحده، روند استاندارد سازی شبکه‌های سلولی نسل دوم در ۹۰۰MHz به دو روش تقسیم گردید: استاندارد^۹ IS-۱۳۶ که تکامل یافته IS-۵۴ است (اولین سیستم دیجیتالی نسل اول که به عنوان Digital-AMPS نیز شناخته می‌شود)، هر دو حالت TDMA و FDMA را با مدولاسیون شیفت فاز^{۱۰} در نظر می‌گرفت و استاندارد IS-۹۵ - cdmaOne که اولین بار در سال ۱۹۹۳ پدید آمد - رشته مستقیم CDMA را با مدولاسیون شیفت فاز و کدینگ مورد بهره برداری قرار داد. با این حال سرعت انتقال داده‌ای که GSM معمولی قادر به تأمین آن است به ۹/۶ کیلو بیت در ثانیه محدود می‌گردد. تعریف و الحاق استاندارد «خدمات داده سریع با سوئیچ مداری» یا HSCSD^{۱۱} به GSM توانست این نقص را تا حدودی جبران نماید. HSCSD همانگونه که از نامش پیداست، یک سیستم مخابراتی با سوئیچ مداری است که با ایجاد اندک تغییراتی در ساختار دستگاه‌های موبایل مبتنی بر GSM، به آن‌ها امکان می‌دهد تا به طور همزمان بین ۱ تا ۸ کانال رادیویی مکالمه را اشغال نمایند و بدین ترتیب به سرعت‌هایی در حدود ۷۶/۸ کیلوبیت در ثانیه یعنی (۹/۶ × ۸ کیلوبیت در ثانیه) دست یابند. برخی از شرکت‌های سازنده سیستم‌های مخابراتی در اوایل سال ۲۰۰۰، موبایل‌های HSCSD تولیدی خود را روانه بازار کردند، ولی فروش این دستگاه‌ها آن طور که باید و شاید موفقیت آمیز نبود. شاید بتوان گفت که مهم‌ترین دلیل سردی تنور HSCSD، رویداد مهم دیگری بود که درست در همان

^۸ Advanced Mobile Personal System

^۹ Interim Standard-۱۳۶

^{۱۰} Phase Shift Keyed Modulation

^{۱۱} High Speed Circuit Switched Data

سال اتفاق افتاد: تولد GPRS! در سیستم‌های نسل دوم، هر چند استانداردسازی ارائه گردید ولی با چالش جدید تخصیص فرکانس رو به رو شدند. استانداردهای نسل دوم در باند 12.2 GHz PCS مجاز هستند ولی باند فرکانسی اختصاص یافته در اروپا با باند فرکانسی اختصاص یافته در آمریکا متفاوت است، که باعث به وجود آمدن سیستم رومینگ بین الملل گردید.

۲-۲-۱) GPRS یا 2G/۲:

تعریف استاندارد GPRS^{۱۳} گام مهم دیگری بود که برای ارتقای شبکه عادی GPRS برداشته شد. GPRS سعی دارد با صرف کمترین هزینه، شبکه‌های موجود GSM را برای ارائه خدمات پاکتی به کاربران آماده سازد و بدین وسیله اتصال به شبکه‌های داده پاکتی نظیر اینترنت را تا حدود زیادی راحت‌تر و در عین حال پربازده نماید. کاربران GPRS می‌توانند با دستگاه‌های موبایل خود، علاوه بر مکالمه، از خدمات و کاربردهای متنوعی که پیش از این با به کارگیری دستگاه‌های عادی GSM به سختی صورت می‌گرفت و یا اساساً ممکن نبود، سود ببرند. ^{۱۴} MMS، اتصال به پایگاه‌های اطلاعاتی، پست الکترونیکی، کنترل و ناوبری از راه دور، سرگرمی‌های کامپیوتری، استفاده از صفحه‌های ویژه وب برای نمایشگرهای کوچک (^{۱۵} WAP)، انتقال فایل، مراقبت پزشکی از راه دور و صدها نمونه دیگر از این دست، با استفاده از GPRS در هر جا و در هر زمان که کاربر بخواهد در اختیار او خواهد بود.

در صورت استفاده از GSM معمولی، برای ایجاد هر ارتباط باید چند دقیقه‌ای را برای شماره‌گیری و انتظار برای برقراری تماس صرف کنیم. ولی از طریق GPRS، دستیابی و اتصال به اینترنت و یا هر شبکه دیگری در زمانی کوتاه‌تر، یعنی کمتر از یک ثانیه ممکن شده است و کاربران GPRS، اصطلاحاً «همیشه متصل» هستند. علاوه بر این، GPRS به لحاظ نظری قادر است به سرعت انتقال داده ۱۷۱/۲ کیلوبیت در ثانیه دست یابد. در کنار همه این مزایا، GPRS هزینه تماس را نیز تا حدود زیادی کاهش می‌دهد. در سیستم‌هایی که از سوئیچینگ مداری استفاده می‌کنند، صورتحساب مشترکان بر اساس مدت زمان اتصال آن‌ها به شبکه محاسبه می‌شود و این مسئله به هنگام برقراری ارتباط با شبکه‌های کامپیوتری – که اغلب ترافیک رگبارهای دارند- به هیچ عنوان مناسب نیست؛ چرا که در این صورت شبکه تلفن حتی در مواقعی که هیچ داده‌ای مبادله نمی‌شود، کاربران را به پرداخت هزینه‌های نگهداری اتصال وادار می‌کند. اما در شبکه‌هایی که دارای سوئیچ پاکتی هستند، می‌توان هزینه را برحسب مقدار داده‌ای که مخابره شده است، محاسبه نمود. به

^{۱۳} Personal Communications System

^{۱۴} General Packet Radio Service

^{۱۵} Multimedia Messaging Service

^{۱۶} Wireless Application Protocol

این ترتیب کاربران می‌توانند ارتباط خود را با شبکه برای مدت‌های طولانی حفظ کنند و در عین حال، صرفاً هزینه کار مفید خود را پرداخت نمایند.

به طور خلاصه می‌توان گفت GPRS نحوه به کارگیری و مدیریت منابع رادیویی را بهبود بخشیده و دسترسی ساده، سریع، مناسب و کم هزینه به شبکه داده پакتی را امکان پذیر ساخته است. تهیه استانداردهای GPRS در سازمان استانداردسازی مخابرات اروپا و در سال های پایانی دهه ۱۹۹۰ انجام شد و مطالعه بر روی جنبه‌های مختلف آن هنوز ادامه دارد. چند کشور اروپایی و آسیایی از جمله فنلاند، آلمان، کره جنوبی و ژاپن ارائه خدمات GPRS را از میانه سال ۲۰۰۰ شروع کردند.

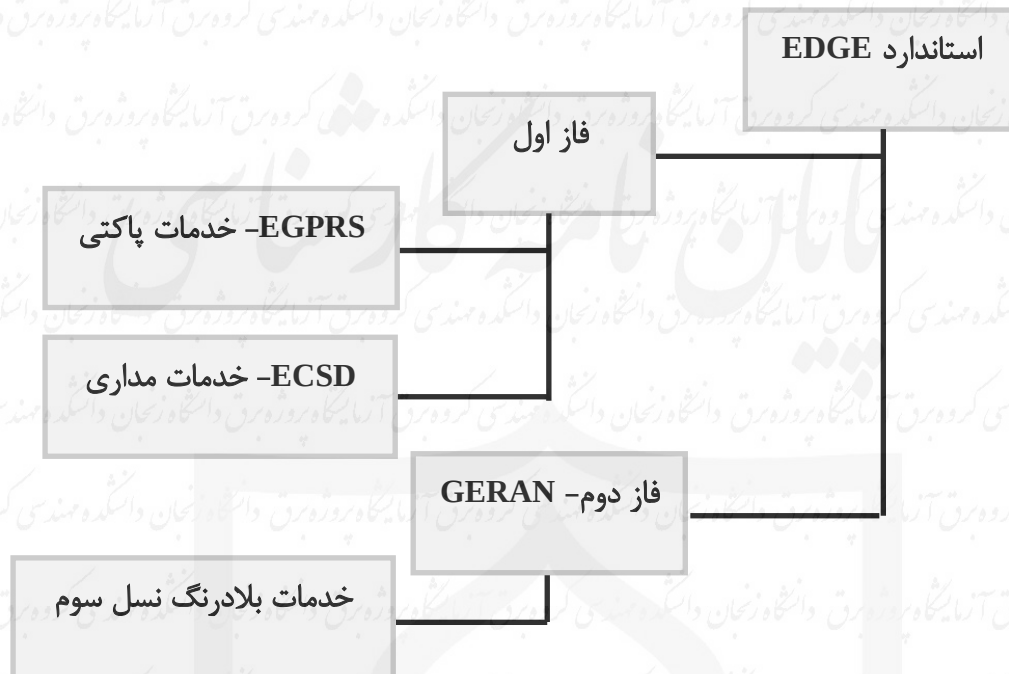
همانگونه که ذکر گردید، GPRS از ابتدا برای کار در کنار سیستم GSM طراحی و تعریف گردید؛ ولی علاوه بر این، امکان الحاق آن به سیستم‌های مخابراتی دیگر، نظیر IS-۱۳۶ نیز وجود دارد. GSM و IS-۱۳۶ که هر دو به عنوان نمونه‌هایی از نسل دوم مخابرات سیار شناخته می‌شوند، با پیاده سازی GPRS گامی بزرگ به سوی آینده برداشته‌اند تا پس از آغاز کار سومین نسل مخابرات سیار بتوانند با صرف انرژی و هزینه کمتری خود را با آن سازگار نمایند. به همین دلیل است که گاه GPRS را جزئی از نسل ۲/۵ مخابرات سیار و پلی بین نسل امروز و نسل فردا به حساب می‌آورند.

در روزهای آغازین شروع به کار GPRS، موضوعی که مطرح می‌گردید، «تاریخ مصرف GPRS» بود. بعضی بر این عقیده بودند که این سیستم به عنوان یک پل موقتی در برهه خاصی از زمان نقش خود را ایفا کرده و از صحنه کنار می‌رود. عده دیگری نیز GPRS را به عنوان سیستمی دیرپا و ماندگار می‌دانستند. اکنون پس از، گذشت چندین سال، هیچ نشانه‌ای از پایان عمر این سیستم دیده نمی‌شود؛ بلکه برعکس، هر روز شبکه‌های بیشتری در گوشه و کنار جهان و در کشورهای مختلف به اندیشه ارتقای تجهیزات خود و به کارگیری از شبکه GPRS می‌افتند. به ویژه اینکه امروز به جرأت می‌توان گفت که تمامی شرکت‌های صنعتی، محافل دانشگاهی و خط دهندگان اصلی صنایع مخابرات سیار در جهان یک صدا بر این باورند که GPRS یگانه راه مطمئن و امن برای ارتقای سیستم‌های امروزی به شبکه‌های پیشرفته نسل سوم است.

۳-۲-۱) EDGE یا ۲/۷.۵G

سرعت انتقال داده در پیوندهای بی سیم همواره بر میزان تأخیر از دید کاربران مؤثر است و به همین دلیل می‌تواند یکی از عوامل تعیین کننده کیفیت خدمات باشد. خوشبختانه سرعت انتقال داده در سیستم‌های مخابراتی مبتنی بر GSM به مرز سرعت‌های GPRS محدود نمی‌گردد و می‌تواند از این مرز هم فراتر رود. برای حداکثر افزایش سرعت‌ها، علاوه بر پیاده سازی استاندارد GPRS و اعمال تغییرات آن بر پایه GSM، اصطلاحات دیگری نیز در ساختار این سیستم ایجاد نمود و به این ترتیب ایجاد خطوط داده سریع‌تر

را با توسعه لایه فیزیکی و لایه‌های بالاتر شبکه امکانپذیر نمود. البته در این اصلاحات، اجزای اساسی رابط رادیویی سیستم GSM و زیرسیستم های شبکه GPRS بدون تغییر باقی خواهد ماند.



شکل ۱-۲ بخش‌های مختلف استاندارد EDGE

در سال ۱۹۹۸، سازمان استانداردسازی مخابرات اروپا (ETSI^{۱۶}) تدوین استانداردهای جدیدی به نام «توسعه GSM با سرعت‌های بالاتر» یا همان EDGE^{۱۷} را برای بهبود خدمات سوئیچ پاکتی و سوئیچ مداری GSM آغاز نمود. در شکل ۱-۲، بخش‌های گوناگون استاندارد EDGE به صورت نمادین نشان داده شده است.

خدمات EDGE از نگاه کاربران:

فرایند استانداردسازی EDGE در دو مرحله (فاز) اجرا می‌شود. فاز اول به تعریف ویژگی‌های اصلی و پایه‌ای سیستم EDGE می‌پردازد و خود از دو بخش به نام‌های EGPRS^{۱۸} و ECSD^{۱۹} تشکیل می‌شود. EGPRS چنان که از نامش بر می‌آید، یک سیستم سوئیچ پاکتی است که بر روی

^{۱۶} European Telecommunication Standardization Institute

^{۱۷} Enhanced Data Rates for GSM Evolution

^{۱۸} Enhanced GPRS

^{۱۹} Enhanced Circuit Switched Data

منابع و مراجع:

[۱] ITU-R, Circular letter Δ/LCCE/۲, Tech. Rep., March ۲۰۰۸.

[۲] ITU-R, Acknowledgment of candidate submission from ۳GPP proponent under step ۳ of the IMT-Advanced process (۳GPP

technology), Tech. Rep., October.

[۳] ITU-R, Acknowledgment of candidate submission from IEEE under step ۳ of the IMT-Advanced process (IEEE technology), Tech. Rep., October.

[۴] ITU-R, Acknowledgment of candidate submission from China (People's Republic of) under step ۳ of the IMT-Advanced process (۳GPP technology), Tech. Rep., October.

[۵] ITU-R, Requirements related to technical performance for IMT Advanced radio interface(s), Report M.۲۱۳۴, ۲۰۰۸.

[۶] ۳GPP, TR ۳۶,۹۱۳ Requirements for further advancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) (LTE-Advanced), Tech. Rep., December ۲۰۰۹ [Online]. Available: <http://ftp.3gpp.org/specs/html-info/36913.htm>.

[۷] ۳GPP, Overview of ۳GPP release ۸ v.۰,۱,۱, Tech. Rep., June ۲۰۱۰.

[۸] ۳GPP, TS ۳۶,۳۲۳ Packet Data Convergence Protocol (PDCP) specification, Tech. Rep., December ۲۰۰۹ [Online]. Available: <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/36323.htm>.

[۹] ۳GPP, TS ۳۶,۳۲۲ Radio Link Control (RLC) protocol specification, Tech. Rep., March ۲۰۱۰ [Online]. Available: <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/36322.htm>.

[۱۰] ۳GPP, TS ۳۶,۳۲۱ Medium Access Control (MAC) protocol specification, Tech. Rep., March ۲۰۱۰ [Online]. Available: <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/36321.htm>.

[۱۱] ۳GPP, TS ۳۶,۳۳۱ Radio Resource Control (RRC), Tech. Rep., March ۲۰۱۰ [Online]. Available: <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/htmlinfo/36331.htm>.

[۱۲] T. Tjelta, A.L. Lillebo, E.O. Evenstad, ITU-R world radiocommunication conference ۲۰۰۷, Teletronikk ۱ (۲۰۰۸) ۱۴۴-۱۵۹.

[Online]. Available: http://www.telenor.com/teletronikk/volumes/pdf/۱,۲۰۰۸/Page_۱۴۴-۱۵۹.pdf.

[۱۳] ۳GPP, TR ۳۶,۹۱۲ Feasibility study for further advancements for EUTRA (LTE-Advanced), Tech. Rep., June ۲۰۱۰ [Online]. Available:

<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/36912.htm>.

[۱۴] Nokia, R4-091204 study of UE architectures for LTE-A deployment scenarios, Tech. Rep., March 2009.
[Online]. Available: http://ftp.3gpp.org/tsg_ran/WG4_Radio/TSGR4_50bis/Documents/R4-091204.zip.

[۱۵] M. Tanno, Y. Kishiyama, H. Taoka, N. Miki, K. Higuchi, M. Sawahashi, Layered OFDMA radio access for IMT-Advanced, in: Proc. VTC 2008-Fall Vehicular Technology Conf. IEEE 68th, 2008, pp. 1-6.

[۱۶] CELTIC/CP5-026 WINNER+, D3.2 aspects of WINNER+ spectrum preferences, Tech. Rep., May 2009.

[۱۷] R. Agusti, O. Salient, J. Perez-Romero, L. Giupponi, A fuzzyneural based approach for joint radio resource management in a beyond 3G framework, in: Proc. First Int. Conf. Quality of Service in Heterogeneous Wired/Wireless Networks QSHINE 2004, 2004, pp. 216-224.

[۱۸] E. Mino, J. Luo, E. Tragos, A. Mihovska, Scalable and hybrid radio resource management for future wireless networks, in: Proc. 16th IST Mobile and Wireless Communications Summit, 2007, pp. 1-5.

[۱۹] O. Sallent, R. Agusti, J. Perez-Romero, L. Giupponi, Decentralized spectrum and radio resource management enabled by an ondemand cognitive pilot channel, Ann. Telecommun. 63 (5-6) (2008) 281-294.
[Online]. Available: <http://www.springerlink.com/content/y1654512v36umx60/>.

[۲۰] 3GPP, TR 22.951 Service aspects and requirements for network sharing, Tech. Rep., December 2009.
[Online]. Available: <http://ftp.3gpp.org/specs/html-info/22951.htm>.

[۲۱] 3GPP, TS 23.251 Network sharing; architecture and functional description, Tech. Rep., March 2010.
[Online]. Available: <http://ftp.3gpp.org/Specs/html-info/23251.htm>.

[۲۲] CELTIC/CP5-026 WINNER+, D1.2 initial report on system aspects of

[۲۳] A. Mihovska, F. Meucci, N.R. Prasad, F.J. Velez, O. Cabral, Multioperator resource sharing scenario in the context of IMT-Advanced systems, in: Proc. Second Int. Workshop Cognitive Radio and Advanced Spectrum Management CogART 2009, 2009, pp. 12-16.

[۲۴] I.F. Akyildiz, W.-Y. Lee, M.C. Vuran, S. Mohanty, Next generation/dynamic spectrum access/cognitive radio wireless networks: a survey, Comput. Netw. 5(13) (2006)

2127-2159 [Online]. Available: [http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VRG4-K00C5M-](http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VRG4-K00C5M-4/2/adce34d1af95ffc509bfccaa455ab)

[4/2/adce34d1af95ffc509bfccaa455ab](http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VRG4-K00C5M-4/2/adce34d1af95ffc509bfccaa455ab).

[۲۵] D.M. Akos, M. Stockmaster, J.B.Y. Tsui, J. Caschera, Direct bandpass sampling of multiple distinct RF signals, IEEE Trans. Commun.

[۲۶] R.G. Vaughan, N.L. Scott, D.R. White, The theory of bandpass sampling, IEEE Trans. Signal Process. 39

(9) (1991) 1973-1984.

[۲۷] T. Kitayabu, Y. Ikeda, Y. Amano, H. Ishikawa, Concurrent dual-band receiver for spectrum aggregation system, in: Proc. IEEE Radio and Wireless Symp. RWS'۰۹, ۲۰۰۹, pp. ۶۳۴-۶۳۷.

[۲۸] GPP, TS ۳۶,۱۰۴ Base Station (BS) radio transmission and reception, Tech. Rep., September ۲۰۰۹ [Online]. Available: <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/۳۶۱۰۴.htm>.

[۲۹] J. Dixon, C. Politis, C. Wijting, W. Mohr, C. Legutko, J. Jian, Considerations in the choice of suitable spectrum for mobile communications, in: Wireless World Research Forum, White Paper ۲, November ۲۰۰۸ [Online].

Available: <http://www.wireless-world-research.org/fileadmin/sites/default/files/publications/Outlook/Outlook۲.pdf>.

[۳۰] S. Song, F. Chunyan, G. Caili, A resource scheduling algorithm based on user grouping for LTE-Advanced system with carrier aggregation, in: Proc. Int. Symp. Computer Network and Multimedia Technology CNMT ۲۰۰۹, ۲۰۰۹, pp. ۱-۴.

[۳۱] K. Doppler, C. Wijting, J.-P. Kermoal, Multi-band scheduler for future communication systems, in: Proc. Int. Conf. Wireless Communications, Networking and Mobile Computing WiCom ۲۰۰۷, ۲۰۰۷, pp. ۶۷۴۴-۶۷۴۸.

[۳۲] F. Meucci, O. Cabral, F.J. Velez, A. Mihovska, N.R. Prasad, Spectrum aggregation with multi-band user allocation over two frequency bands, in: Proc. IEEE Mobile WiMAX Symp. MWS'۰۹, ۲۰۰۹, pp. ۸۱-۸۶.

[۳۳] L. Chen, W. Chen, X. Zhang, D. Yang, Analysis and simulation for spectrum aggregation in LTE-Advanced system, in: Proc. IEEE ۷۰th Vehicular Technology Conf. Fall, VTC ۲۰۰۹-Fall, ۲۰۰۹, pp. ۱-۶.

[۳۴] Alcatel-Lucent Shanghai Bell, Alcatel-Lucent, R1-۰۹۳۳۴۷ Algorithm and performance evaluations for DL non-coherent multi-user joint transmission scheme, Tech. Rep., August ۲۰۰۹ [Online]. Available: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_rl1/TSGR1_۵۸/Docs/R1-۰۹۳۳۴۷.zip

[۳۵] K. Takeda, S. Nagata, Y. Kishiyama, M. Tanno, K. Higuchi, M. Sawahashi, Investigation on optimum radio parameter design in layered OFDMA for LTE-Advanced, in: Proc. IEEE ۶۹th Vehicular Technology Conf. VTC Spring ۲۰۰۹, ۲۰۰۹, pp. ۱-۵.

[۳۶] F. Shu, L. Lihua, T. Xiaofeng, Z. Ping, A spatial multiplexing MIMO scheme with beamforming for downlink transmission, in: Proc. VTC ۲۰۰۷-Fall Vehicular Technology Conf. ۲۰۰۷ IEEE ۶۶th, ۲۰۰۷, pp. ۷۰۰-۷۰۴.

[۳۷] I.H. Kim, K. Lee, J. Chun, A MIMO antenna structure that combines transmit beamforming and spatial multiplexing, IEEE Trans. Wireless Commun. ۶ (۳) (۲۰۰۷) ۷۷۵-۷۷۹.

[۳۸] H. Bolcskei, R.U. Nabar, V. Erceg, D. Gesbert, A.J. Paulraj, Performance of spatial multiplexing in the presence of polarization diversity, in: Proc. IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech, and Signal Processing, ICASSP'01, vol. 4, 2001, pp. 2437-2440.

[۳۹] S. Saur, H. Halbauer, A. Rueegg, Schaich, Grid-of-Beams (GoB) based downlink multi-user MIMO, Alcatel-Lucent, Contribution to IEEE 802.16m C802.16m-08/487, May 2008 [Online]. Available: http://www.ieee802.org/16/tgm/contrib/C802.16m-08_487.doc.

[۴۰] G. Caire, S. Shamai, On achievable rates in a multi-antenna Gaussian broadcast channel, in: Proc. IEEE Int. Information Theory Symp. 2001.

[۴۱] H. Viswanathan, S. Venkatesan, H. Huang, Downlink capacity evaluation of cellular networks with known-interference cancellation, IEEE J. Sel. Areas Commun. 21 (5) (2003) 802-811.

[۴۲] M. Costa, Writing on dirty paper (corresp.), IEEE Trans. Inform. Theory 29 (3) (1983) 439-441.

[۴۳] A. Tarighat, M. Sadek, A.H. Sayed, A multi user beamforming scheme for downlink MIMO channels based on maximizing signal-to-leakage ratios, in: Proc. IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech, and Signal Processing, ICASSP'05, vol. 3, 2005.

[۴۴] Q.H. Spencer, A.L. Swindlehurst, M. Haardt, Zero-forcing methods for downlink spatial multiplexing in multiuser MIMO channels, IEEE Trans. Signal Process. 52 (2) (2004) 461-471.

[۴۵] Nokia Siemens Networks, Nokia, R1-090726 single-stream precoding for LTE-Advanced UL, Tech. Rep., February 2009.

[۴۶] Ericsson, R1-091573 Uplink SU-MIMO in LTE-Advanced, Tech. Rep., February 2009.

[۴۷] 3GPP, Final report of 3GPP TSG RAN WG1 RAN4bis v.2.0.0, Tech. Rep. 2009.

[۴۸] Qualcomm Europe, R1-091462 PUCCH transmit diversity, Tech. Rep., March 2009.

[۴۹] Nortel, R1-091374 Evaluation of transmit diversity for PUCCH in LTE-A, Tech. Rep., March 2009.

[۵۰] Huawei, R1-091277 TX diversity scheme criteria for PUSCH, Tech. Rep., March 2009.

[۵۱] Qualcomm Europe, R1-091463 PUSCH transmit diversity, Tech. Rep., March 2009.

[۵۲] Nokia Siemens Networks, Nokia, R1-092579 TX diversity for LTE Advanced PUSCH, Tech. Rep., June 2009.

[۵۳] A. Varikat, V.R. Thumparthy, B. Somayaji, A. Gunaseelan, K. Giridhar, Virtual MIMO communication, Contribution to

IEEE 80-2, 16m C80-2, 16m-7/30-5r1, November 2007 [Online]. Available: http://www.ieee80-2.org/16/tgm/contrib/C80-2_16m-7_30-5r1.doc.

[54] Y. Yang, R.S. Blum, S. Sfar, Antenna selection for MIMO systems with closely spaced antennas, EURASIP J. Wirel. Commun. Netw. 2009, 11-1 (2009)

[55] A. Haghighat, Z. Lin, G. Zhang, Haar compression for efficient cqi feedback signaling in 3GPP LTE systems, in: Proc. IEEE Wireless Communications and Networking Conf. WCNC 2008, 2008, pp. 823-829.

[56] R. Vannithamby, H. Sun, Z. Ma, L. Li, G. Li, H. Yang, R. Srinivasan, H. Yin, CQI feedback framework—details, Intel Corporation, Contribution to IEEE 80-2, 16m C80-2, 16m-8/11-0r1, July 2008 [Online]. Available: http://www.ieee80-2.org/16/tgm/contrib/C80-2_16m-8_11-0r1.pdf.

[57] E. Bjornson, D. Hammarwall, B. Ottersten, Exploiting quantized channel norm feedback through conditional statistics in arbitrarily correlated MIMO systems, IEEE Trans. Signal Process. 57 (10) (2009-4027), 4041.

[58] Alcatel-Lucent, R1-083759 UE PMI feedback signalling for user pairing/coordination, Tech. Rep., September 2008 [Online]. Available: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_rl1/TSGR1_54b/Docs/R1-083759.zip.

[59] Samsung, R1-082886 Inter-cell interference mitigation through limited coordination, Tech. Rep., August 2008 [Online]. Available: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_rl1/TSGR1_54b/Docs/R1-082886.zip.

[60] CELTIC/CP5-026 WINNER+, D1.4 initial report on advanced multiple antenna systems, Tech. Rep., January 2009.

[61] A. Papadogiannis, H.J. Bang, D. Gesbert, E. Hardouin, Downlink overhead reduction for multi-cell cooperative processing enabled wireless networks, in: Proc. IEEE 19th Int. Symp. Personal, Indoor and Mobile Radio Communications PIMRC 2008, 2008, pp. 1-5.

[62] Y. Song, L. Cai, K. Wu, H. Yang, Collaborative MIMO, Alcatel-Lucent, Contribution to IEEE 80-2, 16m C80-2, 16m-7/24-0r1, November 2007 [Online]. Available: http://www.ieee80-2.org/16/tgm/contrib/C80-2_16m-7_24-0r1.doc.

[63] Samsung, R1-083569 Further discussion on inter-cell interference mitigation through limited coordination, Tech. Rep. September 2008 [Online]. Available: http://ftp.3gpp.org/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_54b/Docs/R1-083569.zip.

[۶۴] Motorola, R1-090793 coordinated multi-point transmission—coordinated beamforming/precoding results, Tech. Rep., February ۲۰۰۹

[۶۵] Qualcomm, R1-083192 Network MIMO for downlink transmission in LTE-Advanced, Tech. Rep., August ۲۰۰۸ [Online]. Available: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_rl1/TSGR1_54/Docs/R1_083192.zip.

[۶۶] Nortel, R1-084464 Cell clustering for CoMP transmission/reception, Tech. Rep., November ۲۰۰۸ [Online]. Available: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_rl1/TSGR1_55/Docs/R1_084464.zip.

[۶۷] CATT, R1-090942 Aspects of joint processing for downlink CoMP, Tech. Rep., February ۲۰۰۹ [Online]. Available: http://ftp.3gpp.org/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_56/Docs/R1_090942.zip.

[۶۸] Huawei, CMCC, RITT, CATT, R1-084336 Analysis on uplink/downlink time delay issue for distributed antenna system, Tech. Rep., November ۲۰۰۸ [Online]. Available: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_rl1/TSGR1_55/Docs/R1_084336.zip.

[۶۹] Huawei, R1-091618 System performance evaluation for uplink CoMP, Tech. Rep., March ۲۰۰۹ [Online]. Available: http://ftp.3gpp.org/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_56b/Docs/R1_091618.zip.

[۷۰] 3GPP, Draft report of 3GPP TSG RAN WG1 56bis, Tech. Rep., ۲۰۱۰.

[۷۱] P. Marsch, G. Fettweis, A framework for optimizing the uplink performance of distributed antenna systems under a constrained backhaul, in: Proc. IEEE Int. Conf. Communications ICC'07, ۲۰۰۷, pp. ۹۷۵–۹۷۹

[۴۶] Ericsson, R1-091573 Uplink SU-MIMO in LTE-Advanced, Tech. Rep., February ۲۰۰۹.

[۴۷] 3GPP, Final report of 3GPP TSG RAN WG1 56bis v.2.0.0, Tech. Rep., ۲۰۰۹.

[۴۸] Qualcomm Europe, R1-091462 PUCCH transmit diversity, Tech. Rep., March ۲۰۰۹.

[۴۹] Nortel, R1-091374 Evaluation of transmit diversity for PUCCH in LTE-A, Tech. Rep., March ۲۰۰۹.

[۵۰] Huawei, R1-091277 TX diversity scheme criteria for PUSCH, Tech. Rep., March ۲۰۰۹.

[۵۱] Qualcomm Europe, R1-091463 PUSCH transmit diversity, Tech. Rep., March ۲۰۰۹.

[۵۲] Nokia Siemens Networks, Nokia, R1-092579 TX diversity for LTE Advanced PUSCH, Tech. Rep., June ۲۰۰۹.

[۵۳] A. Varikat, V.R. Thumparthy, B. Somayaji, A. Gunaseelan, K. Giridhar, Virtual MIMO communication, Contribution to IEEE 802.16m C802.16m-07/30r1, November ۲۰۰۷ [Online]. Available: <http://www.ieee802.org/16/tgm/contrib/C802.16m-07-30r1.doc>.

[۵۴] Y. Yang, R.S. Blum, S. Sfar, Antenna selection for MIMO systems with closely spaced antennas, EURASIP J. Wirel. Commun. Netw. ۲۰۰۹.۱۱–۱ (۲۰۰۹)

[۵۵] A. Haghighat, Z. Lin, G. Zhang, Haar compression for efficient cqi feedback signaling in 3GPP LTE systems, in: Proc. IEEE Wireless Communications and Networking Conf. WCNC ۲۰۰۸, ۲۰۰۸, pp. ۸۲۳-۸۱۹.

[۵۶] R. Vannithamby, H. Sun, Z. Ma, L. Li, G. Li, H. Yang, R. Srinivasan, H. Yin, CQI feedback framework—details, Intel Corporation, Contribution to IEEE 802.16m C802.16m-08/710r1, July ۲۰۰۸ [Online]. Available: http://www.ieee802.org/16/tgm/contrib/C802.16m-08_710r1.pdf.

[۵۷] E. Bjornson, D. Hammarwall, B. Ottersten, Exploiting quantized channel norm feedback through conditional statistics in arbitrarily correlated MIMO systems, IEEE Trans. Signal Process. ۵۷ (۱۰) (۲۰۰۹) ۴۰۲۷-۴۰۴۱.

[۵۸] Alcatel-Lucent, R1-083759 UE PMI feedback signalling for user pairing/coordination, Tech. Rep., September ۲۰۰۸ [Online]. Available: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_rl1/TSGR1_54b/Docs/R1083759.zip.

[۵۹] Samsung, R1-082886 Inter-cell interference mitigation through limited coordination, Tech. Rep., August ۲۰۰۸ [Online]. Available: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_rl1/TSGR1_54/Docs/R1082886.zip.

[۶۰] CELTIC/CP5-026 WINNER+, D1.4 initial report on advanced multiple antenna systems, Tech. Rep., January ۲۰۰۹.

[۶۱] A. Papadogiannis, H.J. Bang, D. Gesbert, E. Hardouin, Downlink overhead reduction for multi-cell cooperative processing enabled wireless networks, in: Proc. IEEE 19th Int. Symp. Personal, Indoor and Mobile Radio Communications PIMRC ۲۰۰۸, ۲۰۰۸, pp. ۱-۵.

[۶۲] Y. Song, L. Cai, K. Wu, H. Yang, Collaborative MIMO, Alcatel-Lucent, Contribution to IEEE 802.16m C802.16m-07/244r1, November ۲۰۰۷ [Online]. Available: http://www.ieee802.org/16/tgm/contrib/C802.16m-07_244r1.doc.

[۶۳] Samsung, R1-083569 Further discussion on inter-cell interference mitigation through limited coordination, Tech. Rep., September ۲۰۰۸ [Online]. Available: http://ftp.3gpp.org/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_54b/Docs/R1083569.zip.

[۶۴] Motorola, R1-090793 coordinated multi-point transmission—coordinated beamforming/precoding results, Tech. Rep., February ۲۰۰۹.

[۶۵] Qualcomm, R1-083192 Network MIMO for downlink transmission in LTE-Advanced, Tech. Rep., August ۲۰۰۸ [Online]. Available: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_rl1/TSGR1_54/Docs/R1083192.zip.

[۶۶] Nortel, R1-084464 Cell clustering for CoMP transmission/reception, Tech. Rep., November ۲۰۰۸ [Online]. Available: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_rl1/TSGR1_55/Docs/R1084464.zip.

[۶۷] CATT, R1-090442 Aspects of joint processing for downlink CoMP, Tech. Rep., February ۲۰۰۹ [Online].

Available: http://ftp.3gpp.org/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_56/Docs/R1-090442.zip.

[۶۸] Huawei, CMCC, RITT, CATT, R1-084336 Analysis on uplink/downlink time delay issue for distributed antenna system, Tech. Rep., November ۲۰۰۸ [Online]. Available:

http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_rl1/TSGR1_55/Docs/R1-084336.zip.

[۶۹] Huawei, R1-091618 System performance evaluation for uplink CoMP, Tech. Rep., March ۲۰۰۹ [Online].

Available: http://ftp.3gpp.org/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_56b/Docs/R1-091618.zip.

[۷۰] GPP, Draft report of 3PP TSG RAN WG1 55bis, Tech. Rep., ۲۰۱۰.

[۷۱] P. Marsch, G. Fettweis, A framework for optimizing the uplink performance of distributed antenna systems under a constrained backhaul, in: Proc. IEEE Int. Conf. Communications ICC'07, ۲۰۰۷, pp. ۹۷۵–۹۷۹.

[۷۲] P. Marsch, G. Fettweis, A decentralized optimization approach to backhaul-constrained distributed antenna systems, in: Proc. 16th IST Mobile and Wireless Communications Summit, ۲۰۰۷, pp. ۱–۵.

[۷۳] L. Thiele, M. Schellmann, S. Schiffermuller, V. Jungnickel, W. Zirwas, Multi-cell channel estimation using virtual pilots, in: Proc. IEEE Vehicular Technology Conf. VTC Spring ۲۰۰۸, ۲۰۰۸, pp. ۱۲۱۱–۱۲۱۵.

[۷۴] GPP, TR 36.806 Relay architectures for E-UTRA (LTE-Advanced), Tech. Rep., April ۲۰۱۰ [Online]. Available: <http://www.3gpp.org/ftp/specs/html-info/36806.htm>.

[۷۵] E. Seidel, Initial thoughts on LTE-Advanced for 3GPP release 10, Nomor Research, May ۲۰۰۹ [Online]. Available: http://www.3gpp.co.uk/LteA/LteA_Pres_0905_Nomor.pdf.

[۷۶] Samsung, Future 3GPP radio technologies for IMT-Advanced, April ۲۰۰۸ [Online]. Available: http://www.3gpp.org/ftp/workshop_07-2008-04/RAN_IMT_Advanced/Docs/REV08037.zip.

[۷۷] B. Timus, P. Soldati, J. Zander, Implications of fairness criteria on the techno-economic viability of relaying networks, in: Proc. IEEE 69th Vehicular Technology Conf. VTC Spring ۲۰۰۹, ۲۰۰۹, pp. ۱–۵.

[۷۸] T. Beniero, S. Redana, J. Hamalainen, B. Raaf, Effect of relaying on coverage in 3GPP LTE-Advanced, in: Proc. IEEE 69th Vehicular Technology Conf. VTC Spring ۲۰۰۹, ۲۰۰۹, pp. ۱–۵.

[۷۹] S. Teodoro, A. Silva, J.M. Gil, A. Gameiro, Distributed space-frequency block coding for a ۲-antenna relay in downlink OFDM systems, in: Proc. 9th Int. Symp. Communications and Information Technology ISCIT ۲۰۰۹, ۲۰۰۹, pp. ۸۵۳–۸۵۸.

[۸۰] A. Yadav, M. Juntti, J. Karjalainen, Combating timing asynchronism in relay transmission for 3GPP LTE uplink, in: Proc. IEEE Wireless Communications and Networking Conf. WCNC ۲۰۰۹, ۲۰۰۹, pp. ۱–۶.

[۸۱] E. Reetz, R. Hockmann, R. Tonjes, Performance evaluation of topologies for cooperative and dynamic resource relaying, in: Proc. 14th European Wireless Conf. EW 2008, 2008, pp. 1-6.

[۸۲] V. Venkatkumar, T. Wirth, T. Haustein, E. Schulz, Relaying in long term evolution: indoor full frequency reuse, in: Proc. European Wireless Conf. EW 2009, 2009, pp. 298-302.

[۸۳] R. Schoenen, W. Zirwas, B.H. Walke, Capacity and coverage analysis of a 3GPP-LTE multi hop deployment scenario, in: Proc. IEEE Int. Conf. Communications Workshops ICC Workshops'08, 2008, pp. 31-36.