

بنام خدا
عنوان پروژه:
تلفن های سلولی

نام و نام خانوادگی:
حسام محمدحسین طهرانی

Email: [Hessam t@hotmail.com](mailto:Hessam_t@hotmail.com)

کلمات کلیدی:

تلفن های سلولی، FDMA، TDMA، CDMA، Roaming، Switching،
Call Handoff.

مقدمه

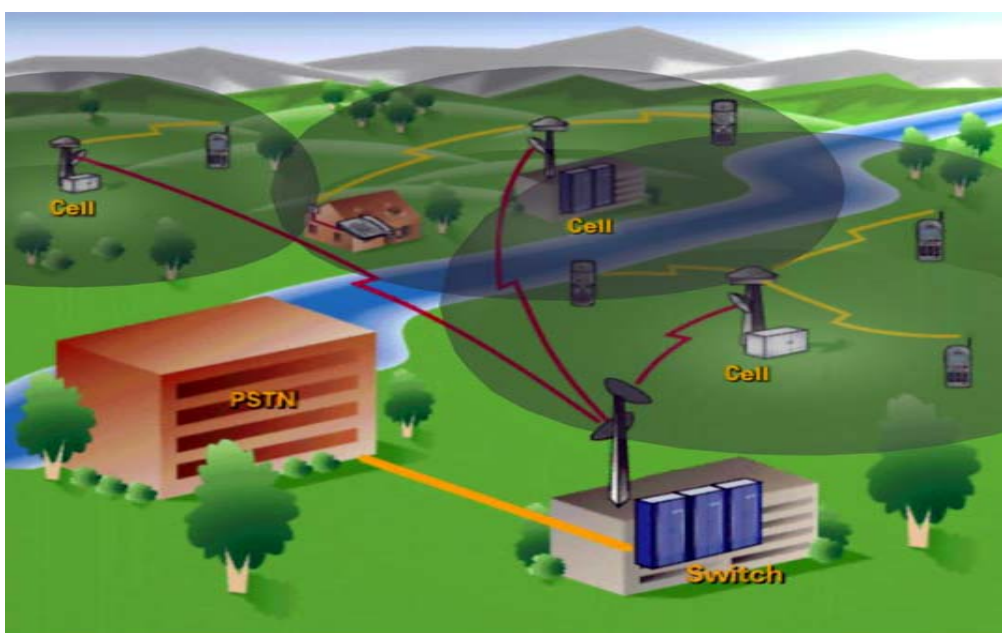
تلفن های سلولی باعث انقلاب در عرصه ارتباطات شده اند و درك ما از ارتباطات صوتی را كاملاً تغییر داده اند. طبق رسم، تلفن های سلولی از دسترس اكثر مصرف كنندگان به خاطر قیمت دور می مانند. در نتیجه حامل های تلفن سلولی اقدام به سرمایه گذاری زمانی و منابعی در یافتن راه هایی هستند تا به سیستم ها ظرفیت بالاتری بدهند و بتوانند هزینه ها را کاهش دهند. سیستم های سلولی از این تغییر سود می برند و به محصولات مصرفی که در مقیاس وسیع توزیع می شوند، تبدیل شده اند. امروزه تلفن های سلولی ابزارهای الکترونیکی مصرفی واقعی هستند که بیش از ۵۹ میلیون مشترک دارند. شرکت Nokia Bowl و Qualcomm Stadium مثالهای مشهودی از این ایده هستند. تلفن های سلولی ابزار های الکترونی مصرف کننده هستند. چون تلفن های سلولی قرار بود به عنوان نماد انحصاری حقوق دانان پر قدرت و پر نفوذ قلمداد شود و اینك در دسترس میلیونها مصرف کننده قرار دارد به این خاطر آنها به طور باور نکردنی وابسته و حساس به هزینه هستند. در واقع هزینه پرداختی از جانب مشتریان، هزینه خود دستگاه نمی باشد بلکه هزینه استفاده از آن است که باید پرداخت شود. در نتیجه، زیر ساختار تلفن سلولی در حال بهینه شدن است تا اجازه دهند که تماس ها به صورت ارزان قیمت و تا حد ممکن مطمئن انجام شود. امروزه بیش از هر زمان دیگری، شرکت های سلولی به دنبال راه هایی هستند که هزینه تماس را پایین آورند تا بتوانند نفوذ بیشتری بویژه در نواحی مسکونی در بازار به دست آورند. در این مقاله ما با بررسی چگونگی کارکرد تلفن های سلولی کار را شروع می کنیم و توجه زیادی به جزئیات طراحی سیستم داریم که باعث افزایش کیفیت و کاهش هزینه خواهند شد. پس از آنکه توضیح دادیم سیستم ها چگونه کار می کنند به بررسی سیستم های گوناگون تلفن سلولی موجود می پردازیم و جزئیات عملکرد آنها و چگونگی تأثیرات هزینه استفاده از سیستم و کیفیت تماس بر روی کلیت سیستم را بررسی خواهیم کرد و چون مهمترین فاکتور در تعیین هزینه تماس های تلفن سلولی ظرفیت است ما بر روی جریانات مرتبط با ظرفیت متمرکز می شویم.

تلفن های سلولی چگونه کار می کنند ؟

بررسی

همه میدانند که تلفن های سلولی تلفن های بی سیم هستند با وجود اینکه بسیاری نمی دانند که تلفن های سلولی چگونه کار می کنند. اساساً تلفن های سلولی از سیگنال های رادیویی با فرکانس بالا برای برقراری ارتباط با زوج های سلولی که در سراسر ناحیه هایی که قابلیت برقراری تماس دارند واقع شده اند استفاده می کنند. تلفن های سلولی دامنه فرکانس ۸۰۶ تا ۸۹۰ مگا هرتز و ۱۸۵۰ تا ۱۹۹۰ مگا هرتز برای دامنه فرکانس جدیداً برقرار شده "PCS" ارتباط برقرار می کنند.

وقتی کاربر بخواهد يك تماس برقرار کند، تلفن سلولی به برج يك پیغام ارسال میکند و تقاضا می کند تا به تلفن در خواستی متصل شود. اگر برج دارای منابع کافی برای برآورده کردن در خواست باشد توسط ابزاری به نام سوئیچ اقدام به وصل کردن سیگنال سلولی به کانالی بر روی شبکه تلفن عمومی سوئیچ شده (PSTN) می نماید. حال این تماس يك کانال بی سیم به علاوه يك کانال PSTN دریافت می کند که تا زمان خاتمه یافتن تماس باز باقی می ماند. شکل زیر این فرآیند را می تواند توضیح دهد.



این کانال نمی تواند برای کس دیگری استفاده شود تا زمانی که تماس تلفن سلولی قطع شود. با ارائه این مثال راجع به عملکرد تلفن های سلولی، ما جزئیات تکنیکی راجع به موارد گوناگون سیستم های تلفن سلولی را در دیگر قسمت های این مقاله ارائه خواهیم نمود.

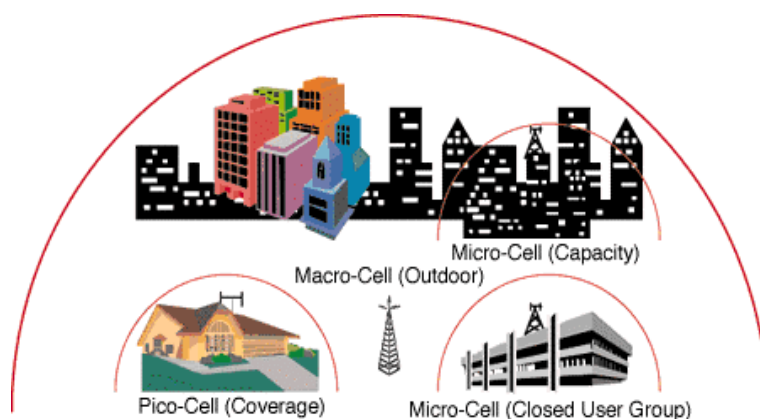
سلول ها

هم چنان که از نامش پیداست، سیستم های تلفن سلولی از سلول های بسیار کوچکی ساخته شده اند. هر سلول در یک تلفن سلولی نشان دهنده ناحیه ای است که توسط یک برج تلفن سلولی سرویس دهی می شود. فرضیه سلول ها، کلید مافوق تلفن های سلولی می باشد، چون با قرار دادن سلول های زیاد نزدیک بهم تلفن های سلولی می توانند در سطوح نیروی خیلی کم پخش بشوند و گسترش بیابند. چون تلفن های سلولی می توانند در سطوح نیروی کم گسترش یابند، آنها از فرستنده ها و باتریهای کوچک استفاده می کنند و بنابراین حتی قادرند در جیب پیراهن جا شوند.

سلول ها نوعاً حدود ۱ تا ۲ مایل دور از هم قرار می گیرند اما قابلیت این را دارند که در نواحی روستایی تا ۲۰ مایلی از هم قرار بگیرند. در نواحی پر بار یا نواحی که موانع زیادی وجود دارد (مثل ساختمان های بلند) محل سلول ها باید نزدیک به هم باشند. بعضی تکنولوژی ها مثل PCS نیازمند فاصله گذاری کمتر سلول ها می باشند که این امر به خاطر عملیات با نیروی کمتر و فرکانس بالاتر در آنها می باشد. مضافاً، تداخل ساختمان های بلند با سیگنال سلولی که از خارج می آیند نیز وجود دارند. به همین خاطر خیلی از ساختمانها دارای میکرو سلول های شخصی می باشند.

متروی New York و Kingdome، دو مثال از جاهایی هستند که میکرو سلول ها استفاده شده اند. میکرو سلول ها همچنین ممکن است برای افزایش ظرفیت کلی در یک ناحیه خیلی پر جمعیت مثل مرکز یک شهر مورد استفاده قرار گیرند. در حقیقت خانه ها ممکن است دارای پیکو سلول های (Pico Cell) باشند که به اتصال خانگی PSTN متصل شده اند تا به تلفن سلولی اجازه دهند تا به عنوان یک تلفن بدون سیم مورد استفاده قرار گیرند. یک مثال از محیط میکرو سلول و پیکو سلول در شکل زیر ترسیم شده است.

کد گذاری و تسهیم (Encoding and Multiplexing)



Indoor / Outdoor Coverage

بررسی

با توجه به اینکه هزاران تماس با تلفن بی سیم در یک لحظه در یک شهر برقرار می شود، یقیناً امکان ندارد تا در یک لحظه همه بر روی کانال مشابهی مکالمه خود را برقرار نمایند. بنابراین چندین تکنیک گوناگون توسط تولیدکنندگان تلفن سلولی ظهور پیدا کرد تا پهنای باند موجود را در میان کانال

های متعدد ترسیم کند تا هر کدام پشتیبان يك تماس و محاوره باشند. بخش های زیر به بررسی هر تکنولوژی و چگونگی کارکرد آن می پردازد.

آنالوگ در مقابل دیجیتال

گرچه تمایز بین رمز گذاری آنالوگ و دیجیتال احتمالاً برای اکثر خوانندگان این مقاله آشکار است، يك بررسی کوتاه برای آنهایی که در این رابطه آشنایی ندارند ارائه شده است. اساساً، آنالوگ اقدام به پخش کردن صوت به صورت یکسری سطوح ولتاژ می کند که به صورت پیوسته در حال تغییر هستند و نشان دهنده دامنه محاوره صوتی می باشد. در زمان ارسال بر روی شبکه سلولی با استفاده از تلفیق تلفن استاندارد در کانال های جدا شده توسط ۳۰ کیلو هرتز ما درمی یابیم که دامنه می تواند به صورت مؤثر در ۱۵ کیلو هرتز ارسال شود که این امر به خاطر محدودیت های Nyquist میباشد.

در مقابل ارسال داده ها به صورت سطوح ولتاژ گو ناگون، يك سیگنال دیجیتالی اقدام به رقمی کردن سطوح ولتاژ به تعدادی بین (Bin) می نماید (معمولاً ۲۸ یا ۲۵۶ نشانه رمز گذاری ۸ بیتی است). این بین ها به صورت يك عدد با مبنای دودویی کد گذاری می شود و به صورت يك سری صفر و يك ارسال می شود. این اجازه مترام کردن دیجیتالی در سطح کدگذاری را می دهد که صوت را قادر می سازد تا حد اقل به میزان ۸۰۰۰ بیت در ثانیه ارسال شود.

FDMA

FDMA مخفف دستیابی چند گانه با تقسیم فرکانس می باشد و اگر چه می توان آن را برای سیستم های دیجیتال به کار برد، اما به صورت انحصاری بر روی تمام سیگنال های سلولی آنالوگ استفاده شده است. در اصل، FDMA اقدام به تقسیم کردن طیف تخصیص یافته به چندین کانال می نماید. در سیستم های فعلی سلولی آنالوگ هر کانال برابر با ۳۰ KHz می باشد. وقتی يك تلفن سلولی FDMA اقدام به برقراری تماس می کند کانال فرکانس را برای کل مدت تماس حفظ می کند. داده های صوتی در این باند فرکانس کانال تغییر می یابند و بر روی امواج رادیویی ارسال می شوند. در قسمت گیرنده، اطلاعات با استفاده از يك فیلتر Band - Pass مجدداً احیا می شوند. تلفن از يك کانال کنترل دیجیتالی مشترك برای به دست آوردن کانال ها استفاده میکند.

سیستم های FDMA دارای حداقل کارایی در میان سلول ها هستند. چون هر کانال آنالوگ فقط می تواند توسط يك کاربر در هر لحظه استفاده شود. نه تنها این کانال ها بزرگتر از تراکم صوتی دیجیتال مدرن می باشند بلکه آنها هر جا که در طی محاوره تلفن سلولی سکوت برقرار شود با اتلاف مواجه هستند. سیگنال های آنالوگ به راحتی نویز می گیرند و هیچ راهی برای برطرف کردن نویز آنها وجود ندارد. با معلوم بودن ماهیت سیگنال، تلفن های سلولی آنالوگ باید از نیروی بالاتری استفاده کنند (بین ۱ و ۳ وات)، تا کیفیت مطلوب تماس را برقرار بکنند. با مشخص بودن این ضعفها معلوم است که چرا FDMA جای خود را به تکنولوژیهای دیجیتالی جدیدتری داده است.

TDMA

TDMA مخفف دستیابی متعدد با تقسیم زمانی می باشد. TDMA توسط تقسیم محاوره ها به واسطه فرکانس و زمان بر روی FDMA ساخته می شود. چون تراکم دیجیتالی به صوت اجازه می دهد تا ظرفیت ۱۰ کیلو بیت در ثانیه ارسال شود TDMA می تواند سه محاوره دیجیتالی را در يك کانال FDMA جای دهد. با نمونه گیری از صوت انسان برای مثلاً ۳۰ میلی ثانیه و سپس ارسال آن در ۱۰ میلی ثانیه، سیستم قادر است تا در هر کانال اقدام به ارائه ۳ شیار زمانی بنماید و اینکار را به شیوه گردشی انجام دهد. این تکنیک اجازه سازگاری با FDMA را می دهد و در عین حال سرویس دیجیتالی را قادر می سازد به آسانی ظرفیت سیستم را تا سه برابر افزایش دهد. گر چه TDMA يك سیستم دیجیتالی خوب است اما به خاطر اینکه برای سرعت داده های دیجیتالی متغیر دارای سازگار پذیری نمی باشد و برای سطوح در يك محاوره تلفنی دارای هیچ تطبیقی نمی باشد به حد کافی کار آمد نمی باشد. به عبارت دیگر وقتی يك تماس برقرار می شود جفت کانال / شیار زمانی متعلق به تلفن در مدت زمان برقراری ارتباط می باشد. TDMA هم چنین نیازمند سیگنال دهی دقیق و همزمان سازی شیار زمانی می باشد. کانال کنترل دیجیتالی، عاملیت همزمان سازی را عرضه می کند بعلاوه آنکه اعلام پیغام و پست صوتی رانیز اضافه می کند و به خاطر سیگنال دیجیتالی، تلفن های TDMA نیازمند انتشار در ۶۰۰ میلی وات می باشد.

CDMA

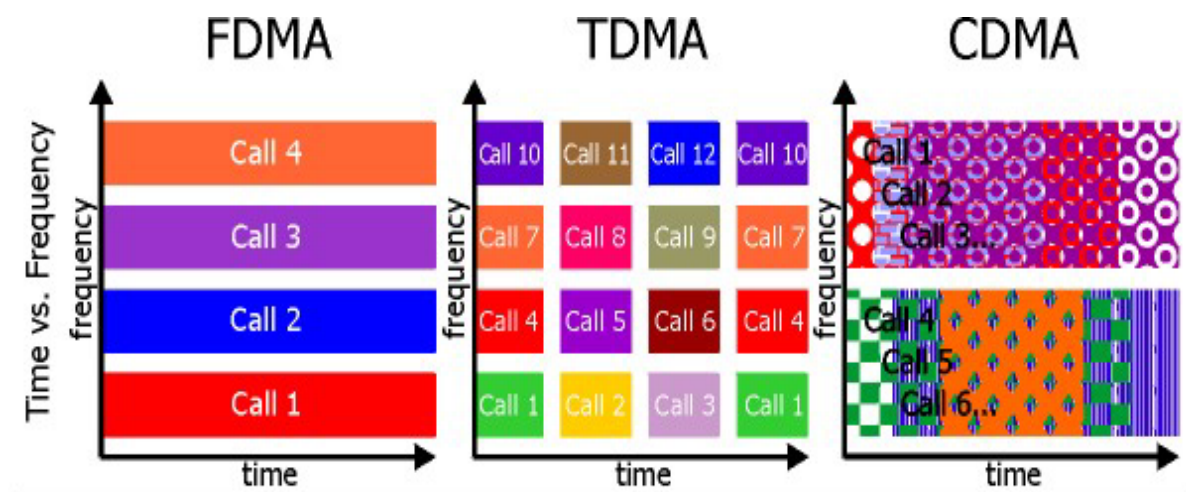
CDMA مخفف دستیابی متعدد با تقسیم کد می باشد و در عین حالی که از همه جالبتر است، مشکل ترین روش تقسیم می باشد. CDMA یکی از طرفهای برقراری اتصال متصل است: وقتی همه با هم صحبت کنند، هیچ کدام قابل درک نمی باشند با وجود این اگر هر کس به زبان جداگانه ای صحبت کند آنگاه آنها را می توان درک نمود. سیستم های CDMA دارای هیچ کانالی نمی باشند بلکه در عوض هر تماس را به صورت يك ترتیب کدگذاری شده در میان کل طیف فرکانس، رمزگذاری می کنند. هر محاوره در حوزه دیجیتالی با يك کد منحصر به فرد تلفیق می شود که آن را با دیگر تماس ها در طیف فرکانسی قابل تشخیص می کند. با استفاده از محاسبه همبستگی و کدی که تماس با آن برقرار شده است، سیگنال صوتی دیجیتالی را می توان از دیگر سیگنال های پخش شده توسط دیگر تلفن ها بر روی شبکه استخراج نمود. از دید يك تماس با استخراج سیگنال هر چیز دیگر به نظر يك نویز سطح پائین می رسد و تا وقتی که جدا سازی کافی بین کدها وجود داشته باشد، سطح نویز به قدر کافی پایین است تا سیگنال دیجیتالی را بتوان بازیابی کرد.

در حقیقت هر سیگنال در کل طیف پخش نمی شود بلکه در باندهای گذر (Pass – Band) ۱/۲۵ مگا هرتزی پخش می شود.

سیستم های CDMA آخرین تکنولوژی موجود در بازار هستند و از لحاظ هزینه و کیفیت تماس برتر از TDMA هستند. چون CDMA ظرفیت بیشتری دارد و سرعت داده متغیری را بسته به فعالیت صوتی ارائه می کند، کاربران بسیار زیادی می توانند در يك طیف فرکانسی مشخص جای بگیرند و کیفیت صوتی بالاتری را ارائه کرد. سیستم های فعلی CDMA حداقل ۳ برابر ظرفیت های سیستم های TDMA و GSM را ارائه می کنند و این حقیقت که CDMA اقدام به تسهیم فرکانس ها با برج های سلولی مجاور می کند اجازه نصب ظرفیت اضافی را می دهد. چون ظرفیت اضافی می

تواند فقط با اضافه کردن سایت های سلولی بیشتر و منقبض کردن سطوح توان در سایت های مجاور به دست آید. تکنولوژی CDMA هم چنین اجازه سطح توان پایین تر تلفن های سلولی (۲۰۰ میلی وات) را می دهد. چون تکنیک های تلفیق Modulation انتظار می رود که بتوانند با نویز مقابله کنند و متناسب با سیگنالهای ضعیف تر باشند. نقطه ضعف CDMA پیچیدگی کشف رمز و استخراج سیگنال های دریافت شده می باشد، بویژه اگر چندین مسیر سیگنال بین تلفن و برج سلولی وجود داشته باشد. در نتیجه، تلفن های CDMA، دو برابر گران تر از تلفن های TDMA هستند و تجهیزات سایت سلولی CDMA دارای قیمتی معادل ۳ تا ۴ برابر تجهیزات TDMA است. یک تصویر نقاشی شده از تفاوت های بین این دو استراتژی را در زیر ملاحظه کنید.

شکل دیگری نیز وجود دارد که تفاوت های بین FDMA، TDMA و CDMA را نشان می دهد.

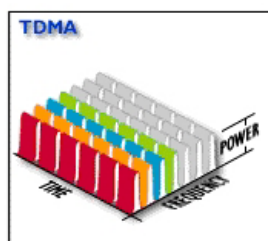
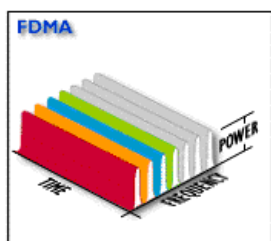


Conversation Analogy

Everyone talks in a different room to prevent interference. Since the conversation can't be heard from another room, it can be filtered from the other by going to the other room.

Within each room, everyone takes turns talking to prevent interference. Within each room, one person is talking at once, so they must talk fast to say everything.

Everyone speaks a different language at the same time in the same room. Since each language is unique, one may be filtered from another.



GSM

GSM مخفف سیستم جهانی برای ارتباط سیار می باشد. GSM در اصل يك سیستم اروپایی است و کاربرد زیادی در امریکا ندارد. GSM از این لحاظ جالب توجه است که در آن از يك نسخه مؤثرتر و اصلاح شده TDMA استفاده می کنیم. GSM نیز از ایده شیارهای زمانی و فرکانس های ارتباط استفاده میکند اما توانسته است چندین نقطه ضعف اصلی را برطرف کند. چون شیارهای زمانی GSM کوچکتر از TDMA هستند آنها داده های کمتری را نگه میدارند. اما اجازه میدهند سرعت ارسال داده ها از ۳۰۰ بیت در ثانیه به بالا باشد. بنابراین يك تماس می تواند تا حد ممکن از شیار های زمانی استفاده کند تا به حد سرعت ۱۳ کیلو بیت در ثانیه دست پیدا کند. وقتی يك تماس غیر فعال (Silence) باشد یا فشرده تر شود شیارهای زمانی کمتری مورد استفاده قرار می گیرند. برای ساده تر شدن جایگیری در شکاف های باقی مانده توسط شیار های زمانی بلا استفاده، تماس ها اقدام به گام بندی فرکانس یا Frequency Hopping در GSM می کنند این به معنای آن است که تماس ها بین کانال ها و شیار های زمانی پرش می کنند تا کاربرد سیستم را به حداقل برسانند. يك کانال کنترلی برای برقراری ارتباط گام بندی فرکانس و دیگر اطلاعات بین برج سلولی و تلفن استفاده می شود. برای مقایسه دیگر سلول ها، باید ذکر شود GSM نیازمند يك وات توان خروجی از تلفن می باشد.

دست به دست شدن تماس (Call Hand Off)

واضح است که سلول ها باید تا حدی هم پوشانی (Overlap) انجام دهند و وقتی يك کاربر بین سلول ها حرکت می کند، يك سلول باید تماس را از سلول دیگر بگیرد. هم چنین سلول ها نباید با هم تداخل داشته باشند. این امر با ارائه كردن يك قطعه از طیف سلولی به هر سلول و با اندازه گیری سطوح توان برای هر سلول انجام می پذیرد. وقتی سطح توان کاربر شروع به کم شدن میکند، برج سلولی تعیین میکند کدام سلول نزدیکترین سلول است. با یافتن این اطلاعات برج سلولی فعلی اقدام به ارسال يك پیغام به برج سلولی جدید و به تلفن سلولی می کند. در این نقطه، برج سلولی جدید، تماس را دریافت می کند و برج قبلی، به موازات اینکه تلفن سلولی، فرکانس ها را عوض می کند تماس را قطع می کند. این نوع دست به دست شدن را Hand Hand Off می نامیم. چون تغذیه صوتی برای حدود ۱۰ تا ۱۰۰ میلی ثانیه متوقف می شود و این در حالی است که برج جدید میخواهد سیگنال را دریافت کند. اغلب این دست به دست شدنهای سخت در زمانی که برج جدید سعی می کند تا تماس را دریافت کند، قطع می شوند و اینکار باعث می شود تماس ها مکرراً با قطع شدگی باشند.

در اکثر سیستم ها هر برج سلولی نوعاً يك طیف فرکانس ۱/۸MHz را دریافت می کند و در سیستم های سلولی نرمال که دارای طیف ۱۲/۵ مگا هرتزی می باشند، این اجازه داده می شود تا پیش از آنکه سلول ها مجبور به استفاده مجدد از فرکانس ها شوند تا ۷ سلول از طیف استفاده کنند. معمولاً ۱ تا ۲ سلول و سلول هایی که دارای فاصله ۱۰ تا ۲۰ مایلی هستند از فرکانس مشابه استفاده می کنند تا تداخل به حداقل برسد.

بحث راجع به دست به دست شدن تماس بدون تکنولوژی CDMA کامل نمی شود. چون CDMA ها از کل طیف موجود استفاده می کنند، هیچ تمایز واقعی بین سلول ها از لحاظ استفاده از فرکانس وجود ندارد. چون هر تماس کلاً در میان يك باند عبور (Band – Pass) ۱/۲۵ مگا هرتزی

در CDMA پخش می شود، هر برج تماس می تواند به کل طیف ۱/۲۵MHz دست پیدا کند. این به معنای آن است که هیچ لزومی برای تغییر فرکانس ها در طی دست به دست شدن وجود ندارد چون همه از فرکانس های مشابه استفاده می کنند. بنابراین این ۲ برج سلولی در جاییکه سلول ها هم پوشانی می کنند سیگنال را قطع می کنند. این بدان معنا است که هیچ سوئیچ شدن اتفاقی رخ نمی دهد چون این دست به دست شدن در واقع در سوئیچ انجام می شود در ورودی صوتی ضعیف تر به قوی تر تغییر می یابد. این تکنیک صدای بلند (POP) مرتبط با دست به دست شدن های نرمال سخت را حذف می کند و مشکلات مرتبط با قطع شدن تماس ها را کاهش می دهد.

امنیت

یکی از بزرگترین مشکلات در ارتباطات بی سیم، قضیه امنیت می باشد. در نگرانی در این رابطه وجود دارد: افراد دیگر به تماس های تلفنی گوش دهند و یا افراد دیگر به طور غیر قانونی از حساب ما استفاده کنند.

بد بختانه، تلفن های آنالوگ اقدام به ارسال از طریق FM مسطح می نمایند و هیچ امنیتی ارائه نم کنند و برای مثال چند سال پیش شرکت NEWT GINGRICH دارای يك محاوره تلفنی سلولی بود که توسط فردی با استفاده از يك پیمایشگر ساده پلیس که برای دریافت فعالیت پلیس بر روی فرکانس CB طراحی شده بود ضبط گردید. چون تلفن های آنالوگ دارای چنین امنیت ضعیفی هستند، معماران تکنولوژی دیجیتال این تلفن ها را با امنیت بسیار بیشتر و قوی هتری طراحی کرده اند. تلفن های دیجیتالی برای امن کردن تلفن و محاوره ها از پنهان سازی استفاده می کند و پنهان سازی در TDMA-CDMA ها استفاده شده تا تضمین دهد تقریباً غیر ممکن است به يك محاوره نفوذ کنیم. پنهان سازی توسط گرفتن يك کلید که در معادله متر اکم ساختن صوت استفاده شده است، کار می کند. کلید پنهان شده به برج سلولی ارسال می گردد. به این خاطر برج می داند چطور محاوره را رمز گشایی کند. بنا بر این حتی اگر يك نفر با پیمایشگر بتواند کانال و تکه زمانی که شما از آن استفاده می کنید را پیدا کند، لازم است تا کد پنهان سازی را نیز پیرا کند تا بتواند از سیگنال استفاده کند. هم چنین شایان ذکر است CDMA از کد تلفیق خودش نیز استفاده می کند تا امنیت بیشتری را ارائه کند که اینکار باعث می شود امکان ساخت چهار بیلیون کد پنهان سازی وجود داشته باشد. تلفن های سلولی هم چنینی باید در مقابل کپی غیر قانونی نیز محافظت شوند. توسط پنهان سازی، شماره تلفن سلولی و اطلاعات مربوطه در زمان ارسال اطلاعات سوئیچ، از ضبط غیر قانونی نیز ممانعت می شود.

سوئیچینگ (Switching)

بررسی

وقتی يك كار بر اقدام به بر قراری يك تماس بر روی يك تلفن سلولی می نماید ، سیستم باید مشخص کند چطور راه تماس به PSTN تعیین شود. مضافاً وقتی فردی با تلفن سلولی تماس می گیرد سیستم باید مشخص کند کاربر در چه سلولی قرار دارد. این فصل به توضیح دادن چگونگی این امر می پردازد.

اتصال و برقراری تماس

هر جا يك تماس برقرار می شود، آن تماس به سوئیچی می آید که برای مبادله عمل می کند، این سوئیچ سطح بالا، تماس را به سوئیچ های سطح پائین تر می فرستد. اگر چه معمولاً چنین سوئیچ هایی وجود ندارند. وقتی تماس به سوئیچی که دارای پائین ترین سطح است رسید، کنترل می شود تا اطمینان حاصل شود که تلفن هنوز ثبت شده می باشد. اگر تلفن ثبت شده باشد، از طریق کانال سیگنال دهی این امر اعلان می شود و تلفن شروع به زنگ زدن می کند و وقتی کاربر قبول کند به تماس جواب دهد، سوئیچ اقدام به قراری کانال صوتی می کند و تماس حاصل می شود.

سیار بودن (Roaming)

سیار بودن یکی از جالب ترین جریانها در صنعت تلفن سلولی است. هدف این کار ساده است: تلفن را بتوان در هر جای امریکا یا دنیا که در آن از تکنیک و تکنولوژی مناسب استفاده می شود بکار گرفت. قسمت مشکل ، گرفتن سیستم های گوناگون برای برقراری ارتباط و راه گزینی و ارسال اطلاعات صورت حساب به هم می باشد و هر جا يك كار بر اقدام به روشن کردن تلفن سلولی اش در يك ناحیه سیار بنماید ، تلفن سلولی خودش را به سوئیچ می شناساند و وقتی سوئیچ به دنبال از لاعت است و آن را در يك تلفن محلی پیدا نمی کند ، تلاش می کند آن را بر مبنای مبادله انجام شده در سوئیچ HOME (اصلی) بیابد . وقتی سوئیچ اصلی را پیدا کرد تعیین می کند آیا سیار بودن و حرکت بودن ممکن است یا خیر . اگر این کار میسر بود ، سوئیچ يك VLR (ثبات محل بازدید کنند) را راه اندازی می کند که تلفن را در آن محل ثبت می کند .

سوئیچ اصلی هم چنین راجع به تغییر نیز آگاه می شود بطوریکه بتواند تماس ها را در محل سیار به سوئیچ ارسال و هدایت کند . تماس های خازجی از طریق سوئیچ سیار انتقال می یابند ، طوری که انگار کاربر در خانه خودش است . تماس های ورودی از سوئیچ اصلی به سوئیچ سیار پس از ارسال يك پیغام به سوئیچ سیار که نیازمند يك TLDN (شماره فهرست محلی موقت) میباشد ارسال می گردد. این TLDN استفاده خواهد شد تا اتصال از سوئیچ اصلی به سوئیچ سیار از طریق PSTN برقرار کند. بالاخره هر جا تلفن سیار خاموش شد ، تلفن از حالت ثبت شده خارج می شود و سوئیچ اصلی از این امر مطلع می شود . فرآیند ثبت تلفن و اعلان سوئیچ اصلی حدود ۲ ثانیه طول می کشد .

داده های بی سیم

بررسی

در حال حاضر ما وابستگی زیادی به شبکه وب و پست الکترونیکی داریم ما در منزل و اداره به آن منابع دسترسی داریم و دوست داریم از این منابع در هنگام مسافرت نیز استفاده کنیم. این هدفی است که داده های بی سیم امیدوار به برآورده کردن آن باشد. در بخش زیر، ما به بررسی انواع گوناگون سیستم های داده بی سیم می پردازیم که بر روی شبکه های سلولی اجرا می شوند.

مودم های آنالوگ

مودم های آنالوگ ساده ترین نوع داده های بی سیم می باشند. مودم های آنالوگ بر روی سیستم سلولی فقط توسط کد گذاری داده های دیجیتالی مثل سیگنال های صوتی عمل می کند. مودم های سلولی آنالوگ همان اصوات جیغ گونه که مثل مودم های معمولی که در کامپیوترها استفاده می شوند را ایجاد می کنند. اما سرعت آنها خیلی کمتر است. بر روی یک مدل آنالوگ این مودم ها نوعا بین ۴۸۰۰ تا ۹۶۰۰ بیت در ثانیه را ارسال می کند. این بسیار کمتر از حد اکثر سرعت ممکن است که به خاطر نا کار آمدی تبدیل دیجیتال به آنالوگ است. هم چنین باید ذکر شود سیستم های سلولی دیجیتال از مودم های آنالوگ پشتیبانی نمی کنند چون تراکم سازی داده ها در آنها باعث آسیب رسیدن به سیستم آنالوگ می شود و از رمز گشایی آنها توسط سیستم گیرند جلوگیری به عمل می آورد.

داده های بسته ای (CDPD بر روی شبکه های AMPS , TS136)

با استفاده از تعضی کانال های شبکه TDMA و FDMA، داده های دیجیتالی بسته بندی شده رامی توان برای این خط ارسال کرد. CDPD توصیف می کند چطور هر تلفن سلولی بر روی شبکه می تواند بسته هایی را بر روی این کانال داده تسهیم شده بدون ایجاد تصادم وارد نماید (تصادم وقتی روی می دهد که در بسته در یک زمان توسط دو تلفن متفاوت ارسال شوند). CDPD از این لحاظ مفید است که بر روی سیستم های قدیمی FDMA به علاوه سیستم های جدید تر TDMA اجرا می شود. سرعتی به میزان ۱۹,۲ کیلو بیت در ثانیه برای ارسال داده ارائه می کند و با استفاده از سیستم TDMA، پروتکل CDPD می تواند توسط اضافه کردن کانال های فرکانس بیشتر، بزرگ شود.

GSM

GSM از یک روش جالت برای ارسال داده ها استفاده می کند. با ارسال ساده داده های کامپیوتری همانطور که داده های صوتی را ارسال می کند، GSM به هر تلفن اجازه می دهد تا قادر به ارسال داده ها نیز بگردد. چون شبکه GSM قبلا یک شبکه مبتنی بر PAC KETS بوده نیازمند هیچ سخت افزار اضافی برای پشتیبانی داده های کامپیوتری نمی باشد. GSM اجازه به دست آوردن سرعت های ارسال داده در مضر ب های ۳۰۰ بیت در ثانیه را می دهد که حداکثر تا ۶۴ کیلو بیت در ثانیه قابل افزایش است.

تعیین ظرفیت

خود برج های سلولی شاید پر هزینه ترین قسمت اجرایی شبکه تلفن سلولی باشند. برج های سلولی در معرض خطرات طبیعی مثل آب و هوا، حیات وحش و افراد مخرب قرار دارند. کیفیت

سرویس دهی قابل حصول از برج های سلولی بسته به تداخل ایجاد شده از جانب دیگر منابع مثل برج های رادیویی ، تداخل از جانب برج های سلولی دیگر و موانعی مثل ساختمان های بلند تغییر می کند و مصرف نیروی نسبی هر برج رانیز باید به حساب آوریم . اگر هر ترچ مقدار قال توجهی نیرو صرف کند ، مقرون به صرفه نخواهد بود تا در يك ناحیه كوچك برج های متعدد را بنا کنیم . چگالی برج های سلولی باید مصرف توان آنها را جبران کند .

و بالاخره ، خود کاربران نیازمند کیفیت بالای سرویس دهی می باشند . در نواحی شهری پر جمعیت ، کاربران در صورتیکه پل از کار بیفتند و پوشش کلی سرویس دهی به تلفن های سلولی بامشکل مواجه شود ، شکایت خواند کرد و در این مورد مقرون به صرفه است که برج های بیشتری را راه اندازی کنیم که پهای تاند بیشتری عرضه کنند یا برج هایی داشته باشیم تا در صورت بروز خرابی به عنوان پشتیبان عمل کند.

بر خلاف ابزارهای کاربر که خود کاربر اقدام به نگهداری آنها می کند ، ارائه دهندگان خدمات باید برج ها را راه اندازی کرده و به کار گیرند . چون کاربران خواهان پوشش وسیع و توانایی برای سیار بودن می نمایند خواهان این می باشند که نواحی سرویس دهی شده تویط برج های سلولی در دامنه و نیرو دارای محدودیت هایی می باشند در نتیجه ارائه گران خدمات باید مخلوط بهینه ای از مصرف نیرو ، کیفیت سیستم دهی و تعداد کاربران به ازای هر برج را برای بهینه ساختن و تعیین محل مناسب برج مشخص کنند.

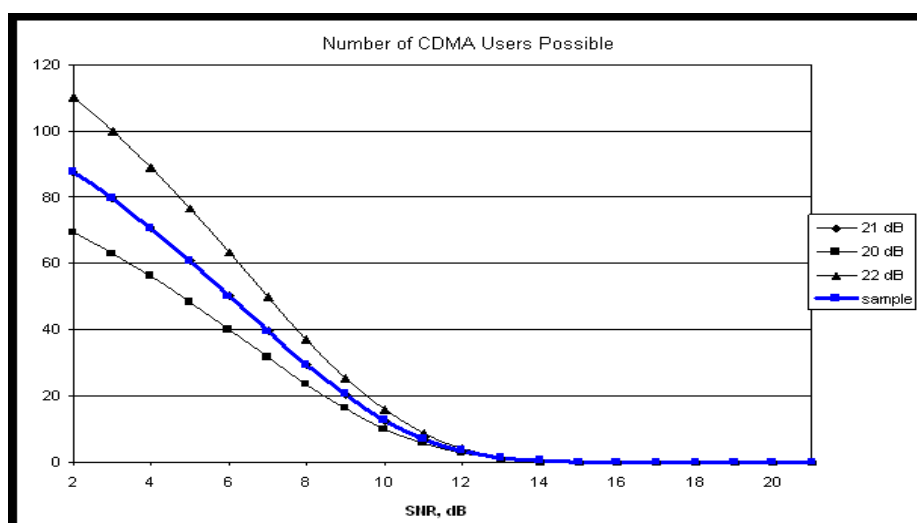
با در نظر داشتن این موارد ، تعدادی الگوریتم متفاوت وجود دارد که به صورت تقریبی تعداد کار بران قابل سرویس دهی توسط هر برج را تعیین می کنند . برای سیستم های FDMA-TDMA این الگوریتم کم و بیش يك تابع خطی است . در مودر يك سیستم FDMA مقدار نویز از دیگر منابع و مقدار توان انتقال یافته مشخص کننده تعداد باند های فرکانس مطلق می باشد که در آن کل بان دانتهال رامی توان تقسیم کرد . اگر چه باندهای کمتر ناشی از وجود نویز است . تعداد کاربران ، مساوی باتعداد باند های فرکانسی هستند چون هر کاربر برای مدت زمانی که تماس برقرار می کند ، يك باند در یافت می کند .

در مورد سیستم های TDMA نویز و توان تعیین کننده تعداد باند های فرکانس به علاوه سرعتی هستند که در آن کاربران ممکن است جابه جا شده باشند . تعداد کاربرانی که هر برج می تئاند سرویس دهی نماید ، کضربی از تعدادی می باشد که می تواند در FDMA در خود جای دهد . این ضرب ، فقط تعداد تمای هایی است که ممکن است به شیوه گردشی جابه جا شوند و تعداد تماس گیرنده هایی که توسط برج CDMA سرویس دهی می شوند را بسیار مشکل تر می توان تعیین کرد چون توان خروجی برج CDMA ثابت نمی باشد و در نتیجه تعداد کاربران يك برج CDMA به سرعت داده های ، گسترش پهنای باند هر برج و سیگنال هدف گیری شده به نسبت نویز وابسته می باشد .
يك معادله ساده که برای مدلسازی این رفتار استفاده شده به شرح زیر است:

$$N_{dB} \approx \left(\frac{W}{R} \right)_{dB} - \left(\frac{E_b}{N_0 + I_0} \right)_{target, dB}$$

در این معادله W گسترش پهنای باند مشخص شده بر حسب دسیبل می باشد و مضرب مشخصی از R که سرعت انتقال داده را مشخص می کند ، است . هر چه این مقدار بزرگتر باشد به معنای توانایی بیشتر برای سرویس دهی به کاربرانی است که ابرج دور می باشند . مجموع سرعت استفاده شده برای آن مدل هم چنان که توسط مجموعه های IS-95A CDMA مشخص شده است به میزان ۹۶ کیلو بیت در ثانیه است .

E_B/NO نسبت سیگنال به نویز است . I_0 فاکتور تصحیح است که تداخل از جانب دیگر برج ها را به حساب می آورد و برای اهداف این مقاله I_0 را مساوی صفر قرار داده ایم . نسبت سیگنال به نویز برای مشاهده تاثیرات بر روی ظرفیت کاربر تغییر یافته است . همچنان که در شکل زیر مشاهده می شود تعداد کاربران ممکن به صورت نمایی با توجه به نسبت سیگنال به نویز تغییر می کند .

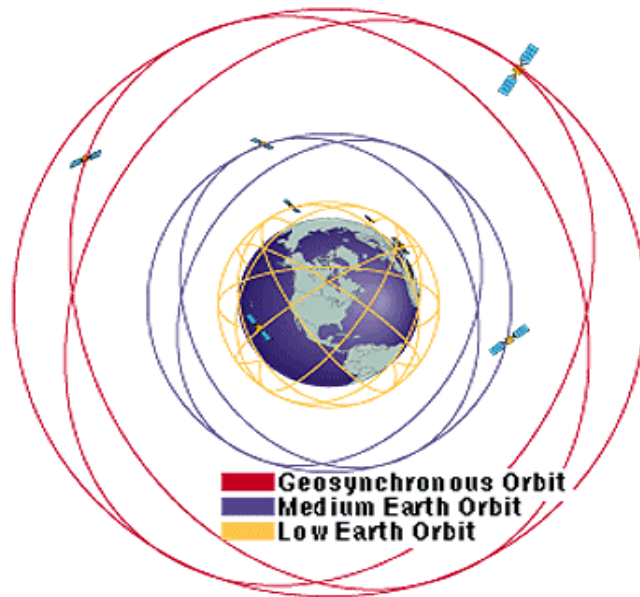


برج می تواند به صورت دینا میکی ظرفیت کار برانش را تغییر دهد (افزایش یا کاهش) و انگار وابسته به تغییرات در نسبت سیگنال به نویز یا گسترش پهنای باند می باشد .

آینده

بررسی

هر چه سیستم های سلولی به بلوغ برسند ، فرادبیشتری می خواهند از آینده سر در بیاورند . گر چه فرکانس های PCS (۱۸۰۰ تا ۲۰۰ مگا هرتز) هنوز به کار گرفته می شوند اما نسل بعدی ارتباطات سلولی در حال راه اندازی می باشند . برای ارائه پوشش واقعی همگن بی سیم در سراسر جهان بدون وجود هیچ شکاف ، ماهواره های LEO در حال استفاده شدن هستند . این ماهواره های LEO با سرعت بالا به دور زمین می گردند و مدار آنها ارتفاع کمی دارد و زمان گردش آنها ۷۰ تا ۹۰ دقیقه و ارتفاع آنها ۴۰۰ تا ۷۰۰ مایل است . LEO ها ، سلول های پوششی کوچکی حدود اندازه ایالت واشنگتن را ارائه می کنند و چون LEO ها همزمان نمی باشند ، مجبورند تا مدار های کامل را بپیمایند و بنا بر این برای تضمین اینکه تمام ناحیه ها همیشه تحت پوشش يك ماهواره قرار داشته باشند



تعداد زیادی از آنها لازم است و بتا بر این جا بجایی تمال در زمان جرکت ماهواره ها انجام می شود نه وقتی که افراد جابجایی شوند .

سیستم های ماهواره ای INDIDM

موتورولا آخرین ماهواره را ه اندازی شده در سیستم INDIDIUM می باشد که يك سیستم LEO متشکل از ۶۶ ماهواره با ۶ ماهواره یدکی در مدار می باشد ماهواره های IRIDIUM دارای ارتفاع مداری ۴۸۵ مایل و وزن ۵۰۰ پوند میباشند . IRIDIUM به يك فرد اجازه می دهد تا تمامی را در هر جای دنیا با استفاده از ابزاری که کمی بزرگتر از يك تلفن دستی کوچک می باشد بر قرار کند .

GLOBAL STAR

GLOBAL STAR يك سیستم CDMA است که توسط QUALCOMM راه اندازی شده است . این سیستم دارای ۴۸ ماهواره با ۸ ماهواره یدی است . وزن هر ماهواره ۰۰۰ پوند است و مدار آن ۸۸۰ مایل می باشد . باز هم این سیستم از تلفن هایی استفاده می کند که کمی بزرگتر از تلفن های سلولی معمولی هستند و اجازه می دهد تماس ها در هر جای دنیا بر قرار بشود .

TELEDESIC

TELEDESIC ، جدید ترین و بهترین سیستم های LEO است و در اصل يك مشارکت بین شرکت های عمده در این صنعت می باشد (مثل موتورولا ، میکرو سانت، بوئینگ ، نکستل ، ...) که شریک اصلی، شرکت موتورولا می باشد، TELEDESIC از ۲۸۸ ماهواره استفاده می کند که در ارتفاع کمتر از ۸۰۰ مایل پرواز می کنند . این به معنای آن است که TELEDESIC درای ۵ برابر ماهواره های بیشتری از دیگر سیستم هاست و از دیگر سیستم ها پرواز کمتری انجام میدهد که این امر منجر به پهنای باند بیشتر در هر ناحیه و ابزار های تلفن سلولی کوچکتر می شود . TELEDESIC هم چنین بر نامه ریزی کرده تا دستیابی به داده ها را با سرعت بالاتری ارائه کند که شروع کار ، ۶۴

مگل بیت در ثانیه است . TELEDESIC توسعه ماهواره هایش را آغاز کرده و انتظار می رود سرویس دهی آن در سال ۲۰۰۳ شروع شود.

دیگر سیستم های آینده

چندین سیستم سلولی نیز برای استفاده در آینده طراحی شده اند یکی از این سیستم ها شامل ارسال بالن های بدون سر نشین در ارتفاع ۷ هزار فوتی بالای شهرها است . این بالن ها ، سرویس دهی سلولی صوت و داده را برای شهر ارائه می کنند که مشابه با آن چیزی است که LEO عرضه می کند . یک طرح دیگر داشتن هواپیماهای بدون سر نشین است که در ارتفاع بیش از ۵۲۰۰ فوت پرواز می کنند و از انرژی خورشید نیرو می گیرند و سرویس دهی سلولی صوت و داده مثل LED ارائه می نمایند . گر چه این ایده ها دور از ذهن می باشند و لی در صورت پیاده سازی ، سرویس دهی به فضای بیشتر به همراه قیمت پایین تر را فراهم می کنند .

نتیجه گیریها

مشتریان تلفن سلولی به وضوح دارای انتخاب های سربس دهی متفاوتی هستند که چندین سال پیش نداشتند . به علاوه غیر قابل اجتناب است که با گسترش تکنولوژی ، سرویس دهی و کیفیت آن افزایش نیابد و هزینه تجهیزات کاهش نیابد . با ظهور تکنولوژیهای جدید تر به بازار جهانی ، تکنولوژیهای قدیمی تر ارزان تر در اختیار مردم قرار می گیرند .

تحلیل از لحاظ فاکتور های هزینه ای اثبات کننده این بود که طرح تئوریک تکنولوژیهای جدید تر مثل CDMA چطور می توانند کنترل بهتری بر روی هزینه ارائه سرویس دهی هر کاربر به واسطه تنظیم ظرفیت کاربر به صورت تابعی از نویز و سیگنال داشته باشد . اگر چه فاکتور های محدود کننده هنوز هم هستند اما تعداد باند های فرکانس تخصیص یافته در دامنه کلی فرکانس باعث ثابت ماندن ظرفیت کاربر نمی شود و این امر به ارائه گران خدمات اجازه می دهد تا کیفیت بهینه تری را برای سرویس دهی و صدای کاربر ارائه کنند .

با حذف کردن ان شرط که برج ها با نیروی ثابت اقدام به ارسال نمایند ، سیستم های CDMA می توانند بهره وری خود را بهینه کنند . تکنولوژی های دیگر مثل شبکه های ماهواره ای و GSM بهره وری خود را توسط استخراج مشابه مزایای موجود از شبکه های استاندارد TDMA و FDMA اصلاح می نمایند . نتیجه این است که شبکه های سلولی جدید تر ، به قدر کافی خوب هستند تا بهره وری و کیفیت سرویس دهی خود را بالا ببرند که این به نوبه خود به سود کاربر است .

منبع:

<http://www.ee.washington.edu/class/498/sp98/final/marsha/final.html>