



فصل اول: مقدمات

آشنایی با شبکه‌های تلفن همراه

ابوالفضل دیانت

آخرین ویرایش: ۱۴۰۱ اسفند ۱۴۰۱ در ساعت ۸ و ۴۹ دقیقه - نسخه ۲.۱.۶

۰۰۰ بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نمايشگاه Mobile World Congress (MWC) Barcelona



چرا شبکه‌های تلفن همراه ...



- در سال ۲۰۲۲، از میان ۷.۹ میلیارد جمعیت ما انسان‌ها، در حدود ۵.۳ میلیارد نفر (تک گوشی) از شبکه‌های تلفن همراه استفاده می‌کنند، که این خود حاکی از ضریب نفوذ ۶۷ درصدی این شبکه‌ها است.
- در سال ۲۰۲۲، در حدود ۴.۵ تریلیون دلار (۵٪ تولید ناخالص داخلی) ارزش افزوده به همراه داشته.
- بر طبق Counterpoint Research در سه ماهه سوم ۲۰۲۲ تعداد ۳۰۲ میلیون گوشی فروخته شد.

چرا شبکه‌های تلفن همراه ...



- ﴿ بیش از ۳۰ هزار میلیارد تومان درآمد شرکت اصلی گله‌اول در سال ۱۴۰۰
- ﴿ وزارت ارتباطات  از محل درآمد اپراتورها بالغ بر ۶۸ هزار و ۸۴۵ میلیارد ریال درآمد خواهد داشت.
- ﴿ میانگین دریافتی **Snapp!** از مسافران ۴۰ هزار تومان است و با توجه به روزی دو میلیون سفر و کمیسیون ۱۵ درصدی، اسنپ روزانه ۱۲ میلیارد تومان و سالانه رقمی بیش از چهار هزار میلیارد تومان درآمد دارد.

برادر بزرگ

دعوای HUAWEI و (Trump، Biden) بر سر چیست؟



شیائومی احتمالاً یک پرچمدار جدید در کنگره جهانی موبایل (MWC 2023) رونمایی خواهد کرد. Qualcomm در ۲۰۲۲ MWC از مودم X70 5G Snapdragon رونمایی کرد که گفته می‌شود قرار است در گوشی‌های پرچمدار اندرویدی اواخر سال ۲۰۲۲ یا ۲۰۲۳ نظیر گلکسی زد فولد یا iPhone 14 مورد استفاده قرار بگیرد. این‌ها خبرهایی است که هر روزه در صنعت شبکه‌های تلفن‌همراه به گوش می‌خورد. امروزه، شبکه‌های تلفن‌همراه را می‌توان به جرات، یکه تاز میدان شبکه‌های بی‌سیم دانست. اطلاعات آماری حکایت از آن دارد که از میان ۷.۹ (در سال ۲۰۲۲) میلیارد انسانی که بر روی کره زمین زندگانی می‌کنند، در حدود ۵.۳ میلیارد نفر از شبکه‌های تلفن‌همراه استفاده می‌کنند، که این خود حاکی از ضریب نفوذ ۶۷ درصدی این شبکه‌ها است. پیش‌بینی این است که این تعداد به ۵.۷ میلیارد نفر در سال ۲۰۲۵ گسترش یابد (ضریب نفوذ ۷۰%). برطبق گزارش موسسه GSMA (GSM Association)، فناوری تلفن‌همراه و خدمات مرتبط با آن در سال ۲۰۲۲، در حدود ۴.۵ تریلیون دلار (۵٪ تولید ناخالص داخلی) ارزش افزوده به همراه داشته [۱]. لازم به ذکر است که ارزش افزوده برابر است با فروش خالص منهای ارزش مواد و خدمات خریداری شده از خارج که به مدیران و شاغلان تعلق می‌گیرد.

تعداد گوشی هوشمند فروخته شده در فصل سوم ۲۰۲۲ بر طبق گزارش Counterpoint Research در حدود 301.9 میلیون گوشی بوده. به طور کلی سامسونگ، اپل و شیائومی به ترتیب با یکدیگر رقابت می‌کنند. در آمریکا اپل تقریباً ۵۰ درصد بازار را اشغال کرده، در حالی که در آسیا تقریباً هر سه برنده، حدود ۱۱ تا ۱۵ درصد بازار را در اختیار گرفته‌اند.

بر طبق صورت مالی شرکت همراه اول، درآمد عملیاتی این شرکت در سال ۱۴۰۰، حدود ۳۰ هزار و ۲۱۳ میلیارد تومان بوده است که نسبت به رقم ۲۴ هزار میلیارد تومانی سال ۱۳۹۹ رشد ۲۴ درصدی نشان می‌دهد. از این مقدار، حدود ۱۶ هزار میلیارد تومان آن مربوط به فروش اینترنت بوده. سود خالص کل برابر با ۵ هزار و شش صد میلیارد تومان بوده.

GSMA نهادی بالاسرو نظارتی در حوزه موبایل و هماهنگ‌کننده برنامه‌ها و ارتباطات این حوزه در دنیا است، که از سال ۱۹۹۵ تشکیل شده است. بیش از 750 عملگر و بیش از 400 شرکت فعال در حوزه شبکه‌های سیار عضو این سازمان هستند. مشهورترین نمایشگاه صنعت شبکه‌های تلفن همراه، توسط GSMA با نام Mobile

World Congress Barcelona در بارسلونای اسپانیا تشکیل می‌شود.

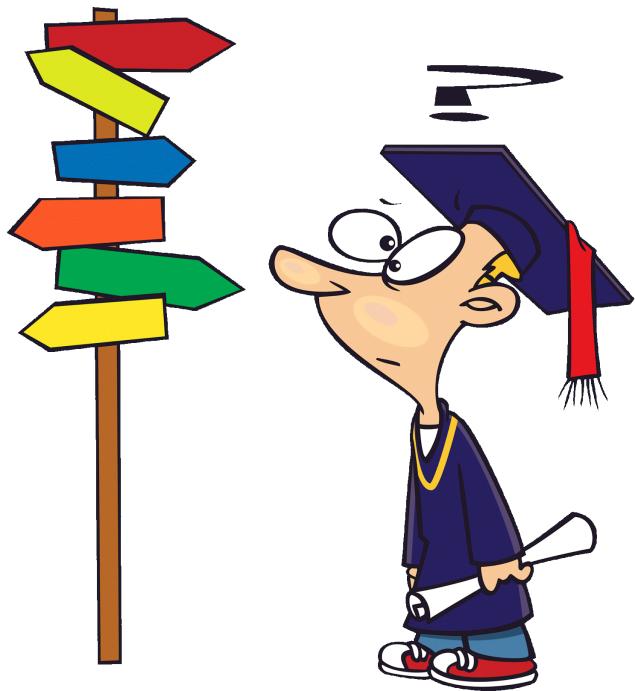
مشکل اصلی دولت امریکا با غول چینی هواوی چیست؟ در صورت نبود تحریم‌های اخیر، هواوی به بزرگ‌ترین تولیدکننده گوشی تلفن همراه در جهان تبدیل می‌شد و تهدیدی جدی برای اپل و آیفون بود. حتی می‌توان گفت گوگل و اکوسیستم اندروید آن هم به خطر می‌افتد، ولی باز هم مسئله اصلی این نیست. مسئله «جنگ 5G» است. حاکم بعدی جهان، کشور و شرکتی است که رهبری 5G را در دست داشته باشد.

جنگ 5G میان امریکا و چین از مدت‌ها پیش آغاز شده و هر دو با سرمایه‌گذاری‌های زیاد و هم‌افزایی تمام نیروها و توانمندی‌های خود سعی دارند بر دیگری غلبه کرده و برنده این میدان بزرگ اقتصادی، فنی و حتی نظامی باشند. وقتی ترامپ می‌گوید، 5G یک مسئله امنیت ملی است و از آن سو می‌گوید، هواوی تهدیدی برای امنیت ملی است؛ باید دریافت چرا هواوی و امریکا باهم سرشاخ شدند. وقتی ترامپ در حرکتی نمادین از 6G در کاخ سفید رونمایی می‌کند و بعد سرمایه هنگفتی برای کمک به اپراتورها و توسعه فناوری‌های ارتباطی نسل بعدی اختصاصی می‌دهد و در دستورالعمل‌هایی به رگولاتوری FCC خواستار رفع محدودیت‌ها و تخصیص طیف‌های

فرکانسی جدید می‌شود.

باید دانست هواوی و چین، حکمرانی امریکا بر شبکه‌های ارتباطی و دنیای فناوری را به خطر انداخته‌اند و می‌خواهند ابرقدرت جدیدی در این دنیا باشند (برداشت شده از ماهنامه شبکه ۲۱۷).

سرفصل‌ها

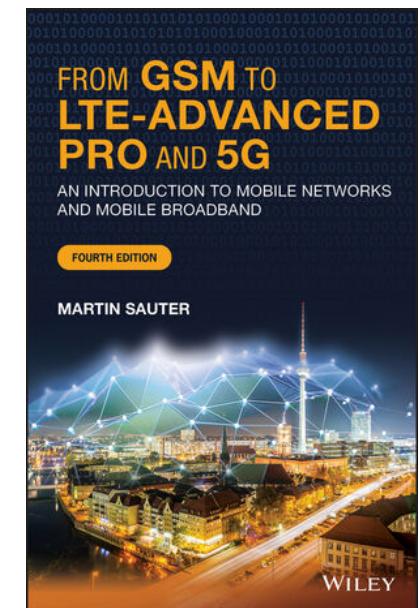
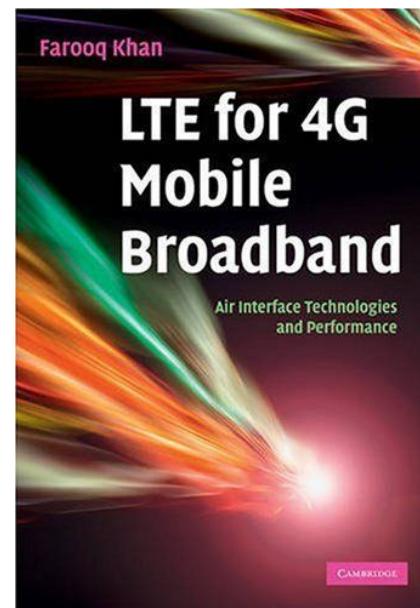
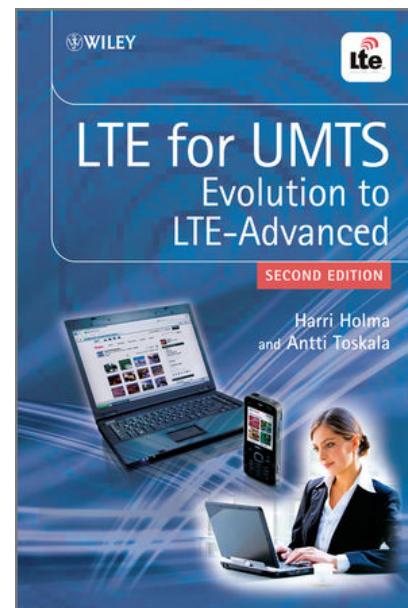
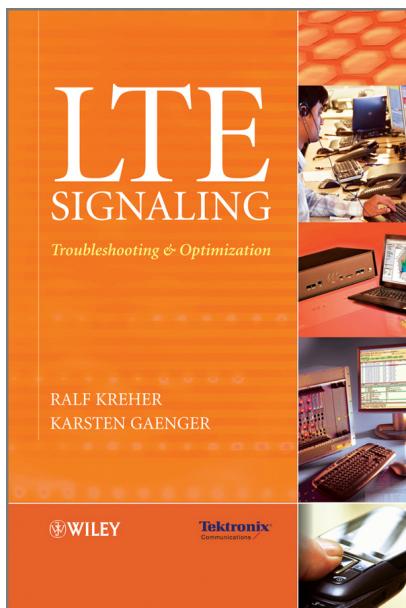


- ♠ فصل اول: آشنایی با روند توسعه شبکه‌های تلفن همراه
- ♠ فصل دوم: معماری شبکه‌های تلفن همراه از 2G تا 5G
- ♠ فصل سوم: رویه‌ها
- ♠ فصل چهارم: جزئیاتی در مورد RAN (Radio Access Network)
- ♠ فصل پنجم: جزئیاتی در مورد هسته شبکه (Core Network)

مراجع

کتب زیادی در زمینه درس وجود دارد. در کل یک کتاب کلاسیک و خوب در این زمینه:

Sauter, Martin. From GSM to LTE-Advanced Pro and 5G: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband. United Kingdom, Wiley, 2021.



نحوه نمره‌دهی



- امتحان‌های کوتاه کلاسی (۱۲ نمره) - سه امتحان
 - پروژه (۵ نمره)
 - باقی موارد (۴ نمره)
- ✓ امتحان پایان ترم (2.0 نمره)
- ✓ فعالیت کلاسی (0.2 نمره)
- ✓ حضور در کلاس (جلسه‌ای 0.08 نمره)
- ✓ کتابنویسی و نوشتارها (2.0 نمره)

برخی نکات

تمرین‌ها، کوییزها و اطلاع‌رسانی‌ها به صورت متمرکز در lms.iust.ac.ir صورت می‌پذیرد.



تعیین نماینده برای کلاس



برگزاری کلاس‌های حل تمرین به صورت مجازی و تعامل با کمک مدرسین.



عضویت در کanal تلگرامی درس.



یک امتحان را می‌توانید در پایان ترم جبران کنید.

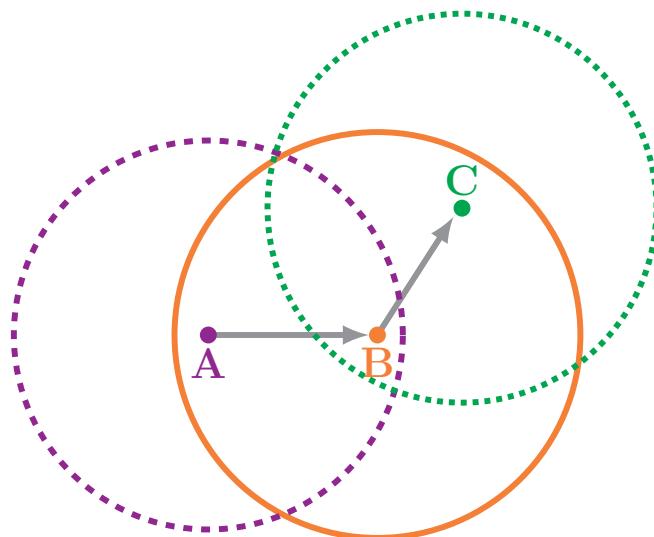


گزارش پروژه، تمرین‌ها و نوشتارها به صورت تایپ شده و با L^AT_EX باید تحويل داده شود.



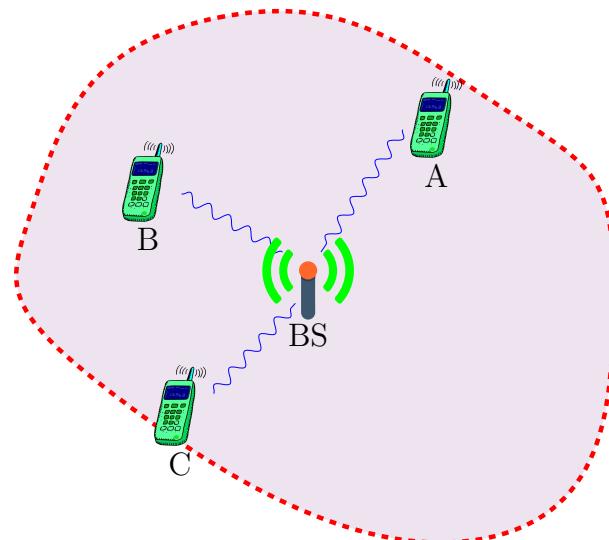
لطفا کپی نکنید!! فریب و سوشهای GitHub Copilot و ChatGPT را نیز نخورید :)

انواع شبکه‌های بی‌سیم - تقسیم‌بندی



شبکه اقتضایی (Ad-hoc Network)

گره‌ها مستقیماً با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. هر گره علاوه بر تبادل پیام، می‌بایست در عملیات مسیریابی (Routing) شبکه نیز همکاری کند.

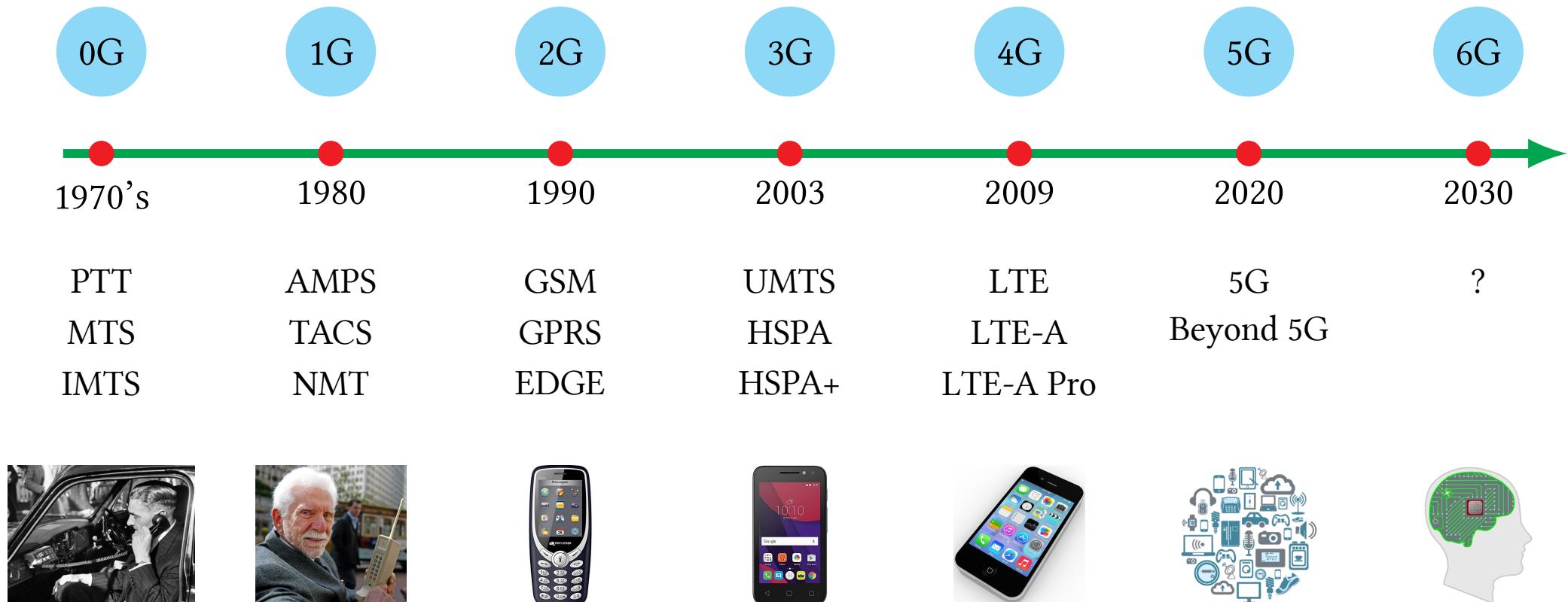


شبکه با زیرساخت (Infrastructure Network)

گره‌ها به ایستگاه پایه (Base Station) یا سلول متصل هستند. در صورتی گره می‌تواند خدمات دریافت کند، که در شعاع پوشش (Coverage) ایستگاه پایه باشد.

نسل‌های مختلف شبکه‌های تلفن همراه

- یک جهش بزرگ در روند توسعه شبکه‌های ارتباط سیار، موجب تغییر یک نسل (Generation) می‌شود.
- نسل‌های مختلف از نسل صفر تا نسل پنج و شروع تحقیقات بر روی نسل شش.



شبکه‌های ارتباط بی‌سیم سیار، همواره دارای فناوری‌های گوناگونی بوده است. یک جهش بزرگ و موثر در روند توسعه شبکه‌های ارتباط سیار، موجب پرش ما از یک نسل به نسل دیگر می‌شود. تاکنون ما پنج نسل از فناوری‌های شبکه‌های ارتباط سیار را پشت‌سر گذاشته‌ایم. در هر نسل تلاش بر آن بود که شبکه بتواند با توجه به خواست کاربران و با استفاده از فناوری موجود، خدمات بیشتر با کیفیت بالاتر در هر زمان و هر مکان عرضه نماید. بدین‌ترتیب تفاوت و وجوده تمایز بین نسل‌های متفاوت را می‌بایست در همین امر جستجو نمود. در ادامه به بررسی مختصر نسل‌های مختلف شبکه‌های تلفن‌همراه مبادرت می‌ورزیم.

نسل فخر

نسل صفر

- سامانه‌های تلفن رادیویی همراه (Mobile Radio Telephone) (نسل صفر)، مقدمه‌ای برای فناوری تلفن همراه سلولی مدرن بودند.
- به مانند سامانه‌های AMTS، IMTS، PTT و
- همگی مبتنی بر مخابرات آنالوگ بودند، و از ویژگی واگذاری (Handover) پشتیبانی نمی‌کردند.



سامانه‌های تلفن رادیویی همراه (Mobile Radio Telephone) (نسل صفر)، مقدمه‌ای برای فناوری تلفن همراه سلولی مدرن بودند. این سیستم‌های تلفن همراه قدیمی می‌توانستند از سایر سیستم‌های بسته تلفن رادیویی متمایز شوند، به خاطر اینکه آن‌ها به عنوان سیستم‌های خدماتی تجاری بودند و قسمتی از شبکه تلفنی عمومی شده بودند، که هر کدام شماره تلفن خود را داشتند، به خاطر همین هم متفاوت از شبکه‌های بسته و قفل شده از قبیل بی‌سیم پلیس یا سیستم تاکسی بی‌سیم بودند. این تلفن‌های همراه عموماً در داخل ماشین‌ها یا کامیون‌ها جاسازی می‌شدند، بعدها مدل کیفی آن‌ها نیز ساخته شد.

فناوری‌هایی که سیستم‌های نسل صفر را شامل می‌شوند، عبارت اند از: PTT (Push To Talk)، سیستم تلفن IMTS (Improved Mobile)، خدمات تلفن همراه بهبودیافته یا MTS (Mobile Telephone Service) همراه یا AMTS (Advanced Mobile Telephone System) و Telephone Service) پیشرفته است.

أنواع مخابرات



مخابرات آنالوگ (Analog Communication)

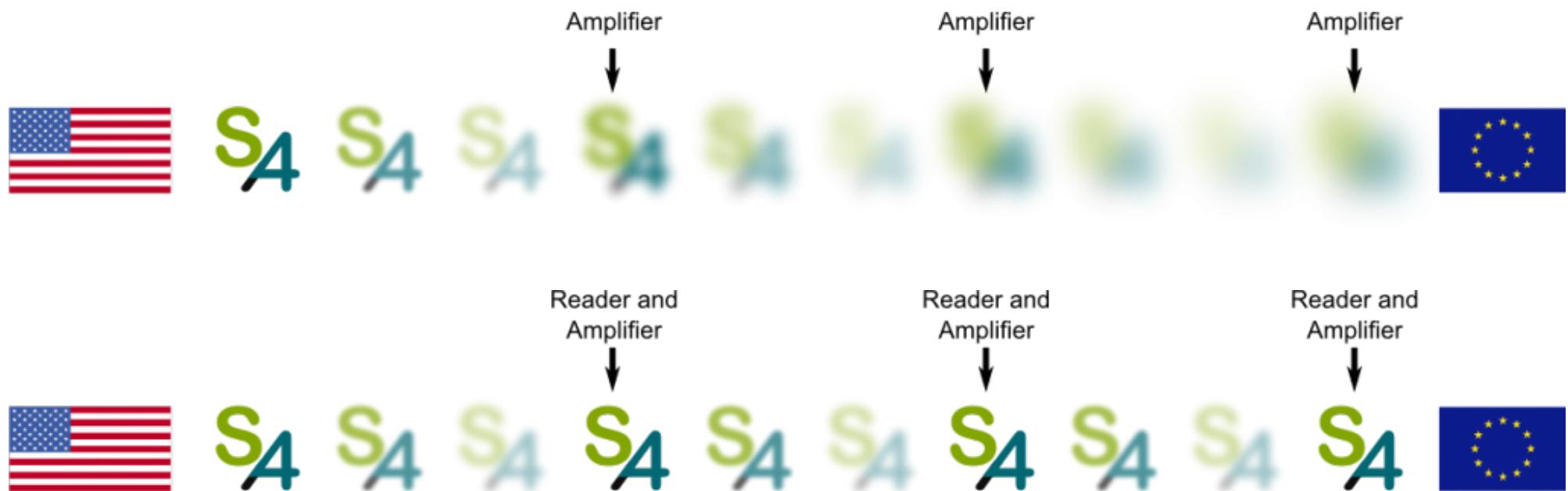


مخابرات رقمي (Digital Communication)



مخابرات رقمی در مقایسه با مخابرات آنالوگ (مزایا و معایب)

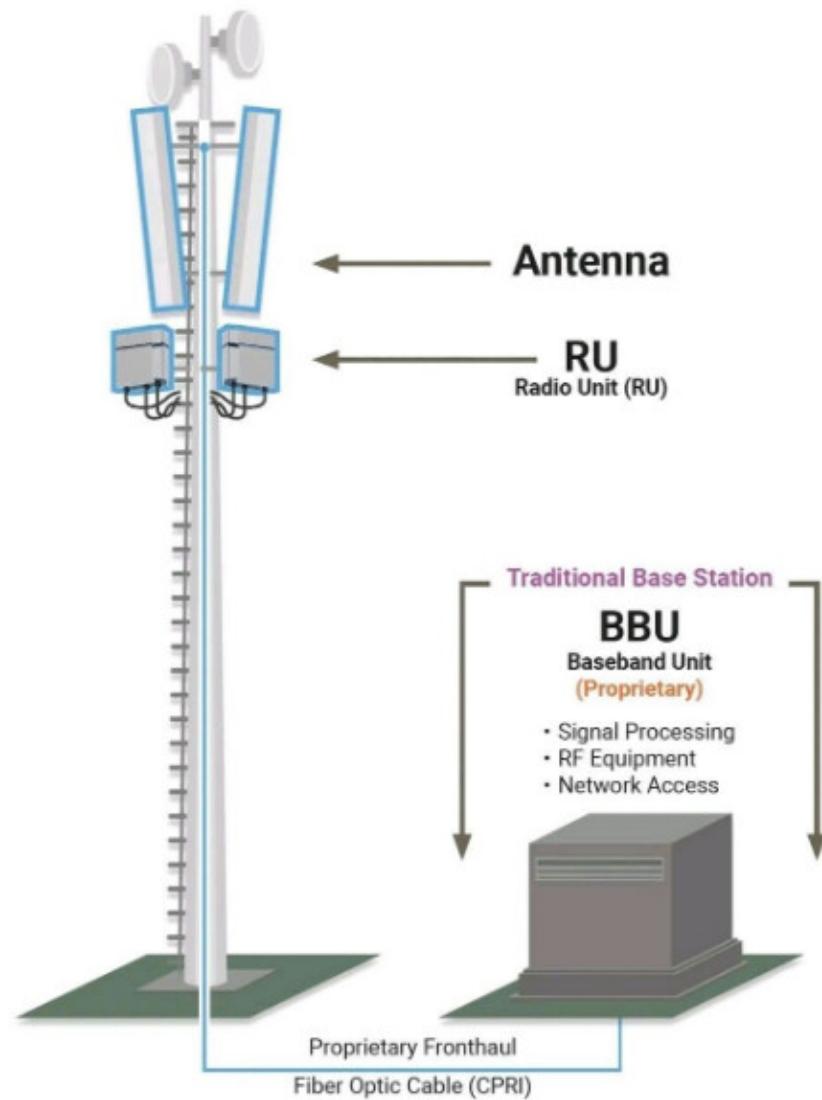
- ✓ پیاده‌سازی بسیار راحت، ارزان و ساده به دلیل رشد فناوری (IC (Integrated Circuit))
- ✓ مباحث امنیت (Security) و فشرده‌سازی (Compression) در این نوع مخابره، برآحتی قابل اعمال است.
- ✓ استفاده از کدگذار کanal (Channel Coding) در تکرارکننده‌ها نویز به صورت جمعی افزایش نخواهد یافت.



سلول و یک مقایسه



مودم فیبر نوری



یک سلول در شبکه‌های تلفن همراه

انواع سلول‌ها



سلول‌هایی با توان بالا (در حد چند ده وات)، برای افزایش پوشش **Macrocell** (حتی تا چندین کیلومتر).



سلول‌هایی با توان متوسط، که برای افزایش ظرفیت استفاده **Microcell** می‌شوند.

معمولاً توان ارسالی آن بین یک تا دو وات ($30 - 33 \text{ dBm}$) است.

انواع سلول‌ها (ادامه)

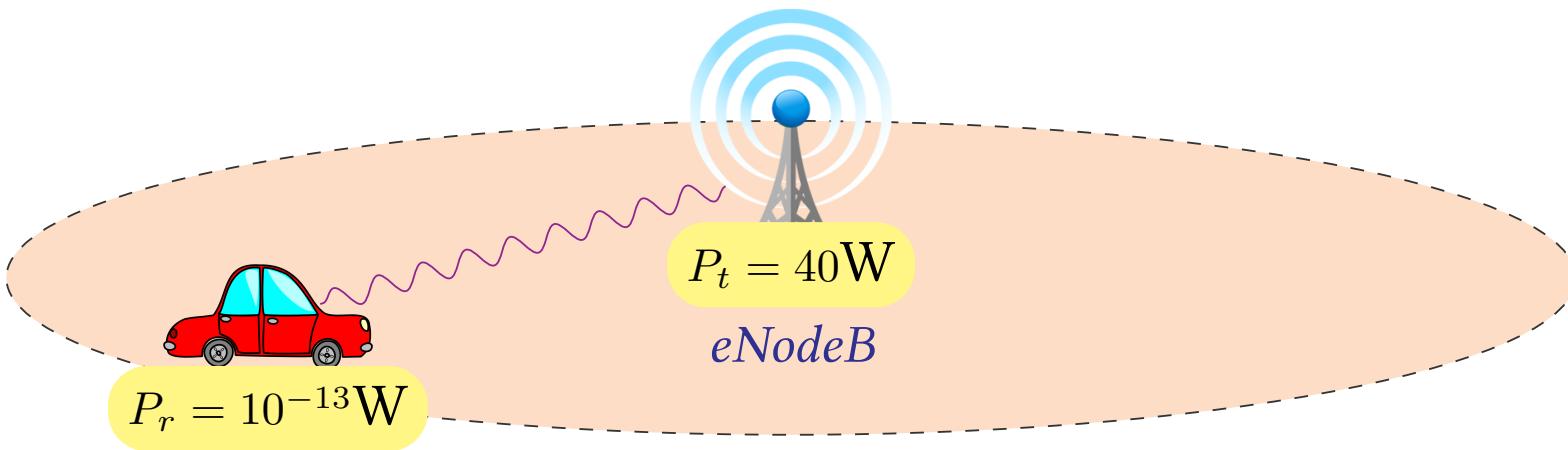


سلول‌هایی با توان پایین، برای بهبود پوشش و ظرفیت معمولاً در مکان‌های عمومی درون‌بنا (Indoor) مثل فرودگاه‌ها و مراکز تجاری استفاده می‌شود (۳۰۰ تا ۵۰۰ متر) و Femtocell با توان کمتر در مکان‌های با وسعت کمتر (حدود ۵۰ متر) و عبارت عمومی Small Cell است.



ایده‌های استفاده از تکرارکننده (Repeater): سیگнал از جایی که پوشش وجود دارد گرفته شود و در جایی که پوشش وجود ندارد، منتشر شود.

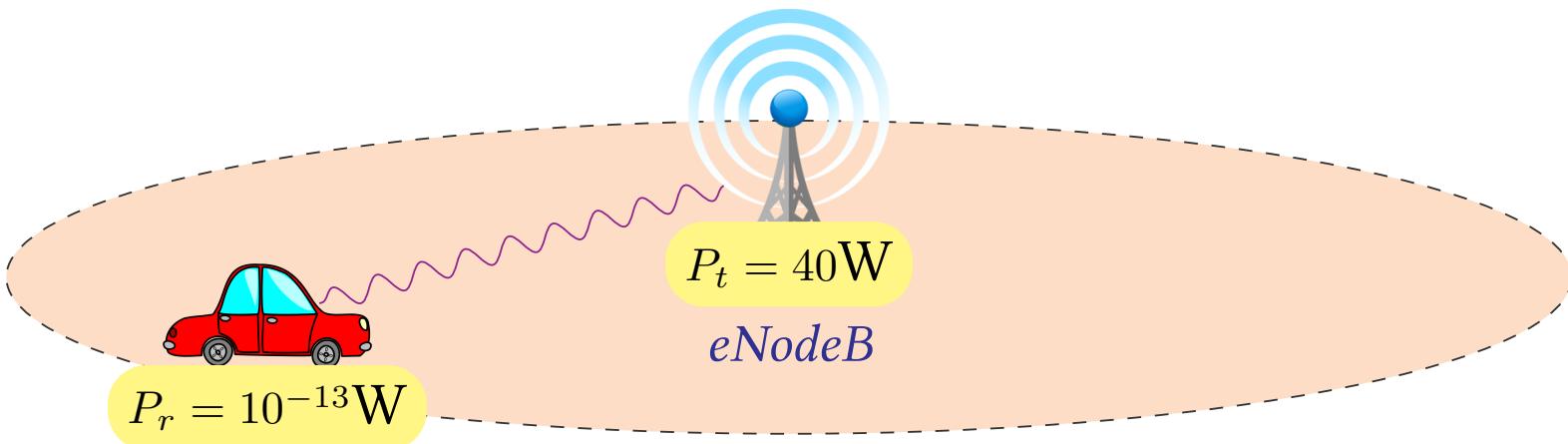
مفهوم dBm و dB



فرض کنید که توان ارسال شده توسط یک eNodeB (P_t) برابر با 40 وات است یک UE (User Equipment) سیگнал با توان $P_r = 10^{-13} \text{W}$ را از شبکه دریافت می‌کند. کار کردن با این اعداد کمی سخت است.

$$P[\text{dB}] = 10 \log_{10}\left(\frac{P[\text{W}]}{1\text{W}}\right), \quad P[\text{dBm}] = 10 \log_{10}\left(\frac{P[\text{mW}]}{1\text{mW}}\right).$$

مفهوم dBm و dB (ادامه)



$$P_t[\text{dB}] = 10 \log_{10}\left(\frac{P_t[\text{W}]}{1\text{W}}\right) = 10 \log_{10}(40) = 16.02 \text{ dB}$$

$$P_r[\text{dB}] = 10 \log_{10}\left(\frac{P_r[\text{W}]}{1\text{W}}\right) = 10 \log_{10}(10^{-13}) = -130 \text{ dB}$$

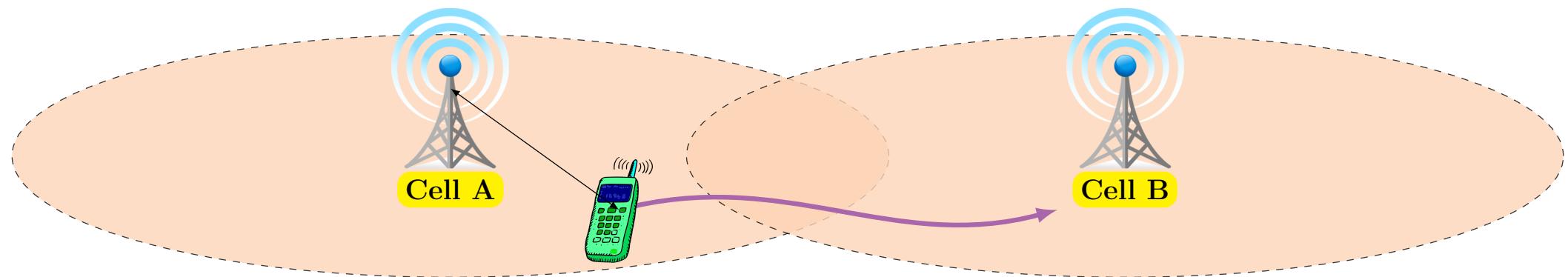
$$P_t[\text{dBm}] = 30 + P_t[\text{dB}] = 30 + 16.02 = 46.02 \text{ dBm}$$

$$P_r[\text{dBm}] = 30 + P_r[\text{dB}] = 30 - 130 = -100 \text{ dBm}$$

مفهوم واگذاری (HandOff) و پاسکاری (Handover)

واگذاری: تغییر سلول در مُد متصل (Connected Mode)

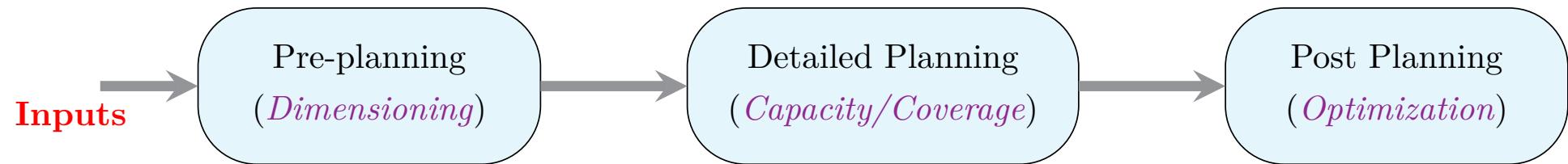
تمایز بین واگذاری نرم (Hard Handover) و واگذاری سخت (Soft Handover)



هدف



هدف از Cell Planning، ارایه بهترین کیفیت خدمت (Quality of Service) با بیشترین پوشش و کمترین هزینه (انرژی، تعداد سلول، تداخل).



- ورودی‌ها: مدل تحرک‌پذیری، مدل انتشار، مکان‌های محتمل برای BS‌ها، مدل BS، مسایل اقتصادی
- خروجی بخش Pre-planning یک تقریب حدودی از تعداد سلول مورد نیاز برای یک محیط است.
- خروجی بخش Detailed Planning مکان دقیق BS‌ها در محیط است.
- خروجی بخش Post Planning بهینه‌سازی کارکرد سلول‌های کارگذاشته شده.

نسل پک

نسل یک

نسل اول شبکه‌های تلفن همراه، در دهه ۱۹۸۰ معرفی شد، سامانه‌هایی نظیر AMPS, TACS, ETACS, NMT 450, C-450, RTMS, Radiocom 2000, NTT در آمریکا، اروپا و ژاپن (چقدر زیاد و متنوع ؟).

پشتیبانی از واگذاری (Handover)

مخابرات آنالوگ، مدولاسیون FM، کنترل دسترسی چندگانه FDMA و دو طرفه همگاه (Full Duplex)



در اوایل دهه ۱۹۸۰، بسیاری از کشورها سامانه‌های نسل یک را مبتنی بر FDMA و تکنولوژی آنالوگ FM پیاده‌سازی نمودند. مهم‌ترین تفاوت نسل اول با نسل‌های بعدی این است که در ۱G بر خلاف نسل‌های بعد از آن، ارتباطات به صورت آنالوگ انجام می‌گرفت. یکی از مشکلات اساسی در نسل یک، ناسازگار بودن سامانه‌های این نسل با یکدیگر بود. هنگامی که کاربر در نسل یک به شبکه متصل می‌شد، به او دو حامل یکی برای پیوند فراسو و دیگری برای پیوند فروسو اختصاص داده می‌شد. یکی از مهم‌ترین تحولات در این نسل ساخت Motorola DynaTAC که روند توسعه تلفن‌های همراه و ایده‌های ذهنی آن را به طور کامل تغییر داد.

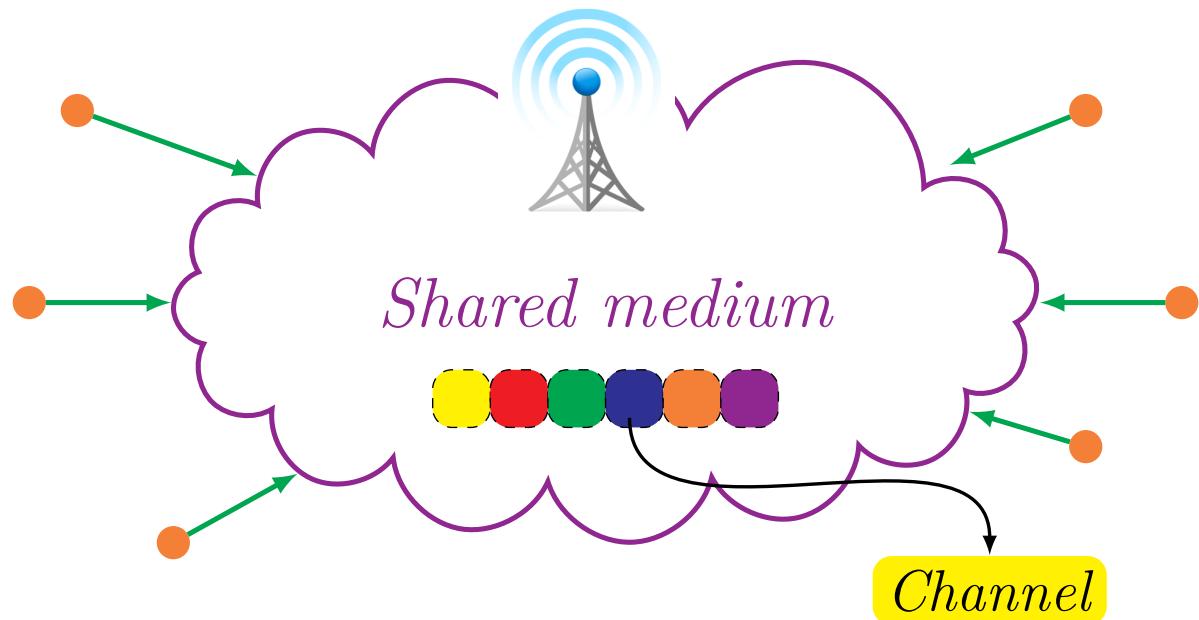
• اولین سامانه تجاری نسل یک، در ژاپن در ۱۹۷۹ (Nippon Telephone and Telegraph) تأسیس شد. NMT (Nordic Mobile Telephone) که توسعه آن بیشتر توسط کشورهای شمال اروپا (سوئد، فنلاند، بلژیک و دانمارک) در حوالی ۱۹۸۱ انجام پذیرفت.

• AMPS (Advanced Mobile Phone Service) جزو شبکه‌های ۱G، که توسط آزمایشگاه Bell در حوالی ۱۹۸۳ به صورت تجاری عرضه شد.

- انگلیس نیز (Total Access Communication System) را توسعه داد.

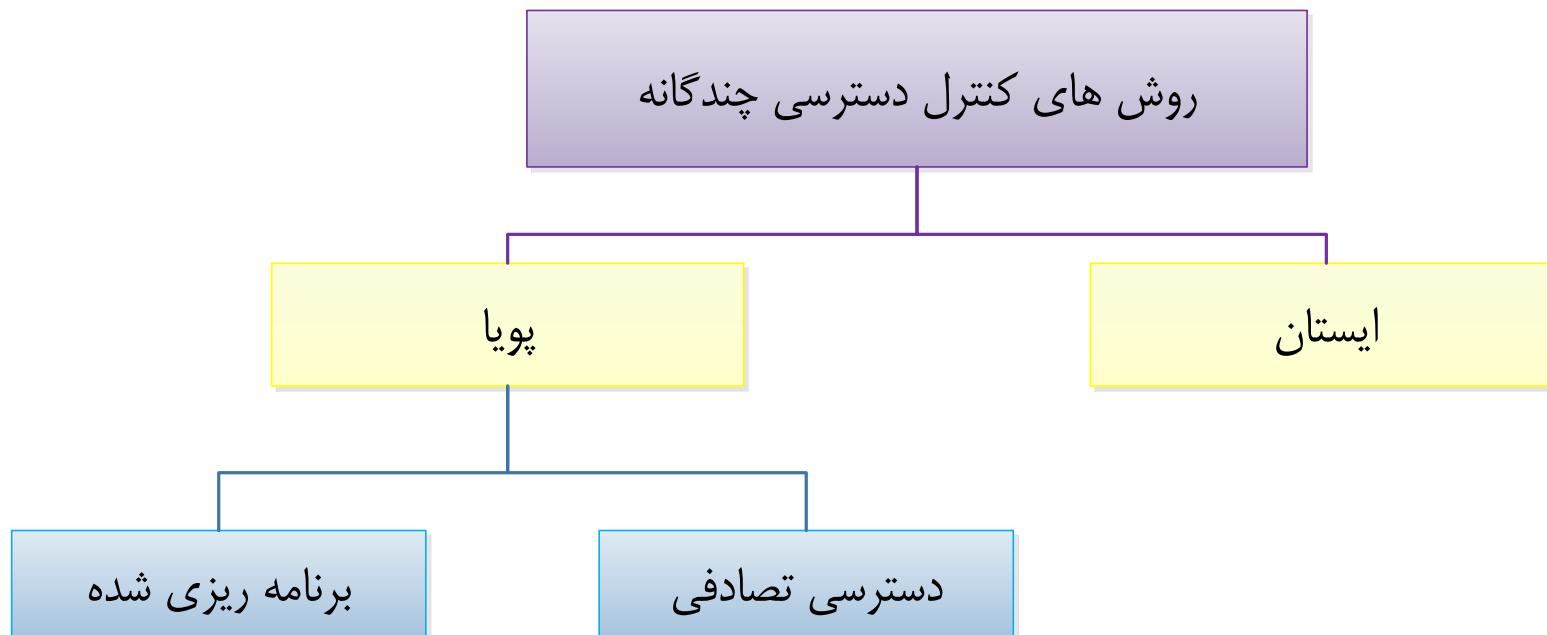
یکی از مهم‌ترین رخدادهایی که در شبکه‌های نسل یک رخ داد، ایده تقسیم‌بندی یک منطقه جغرافیایی به تعدادی سلول (Cell) بود. هر سلول یک پوشش (Coverage) معین را پوشش می‌داد. پوشش هر سلول بین ۱ تا ۴۰ کیلومتر بود. در ضمن، برخلاف شبکه‌های نسل صفر، شبکه‌های نسل یک از واگذاری (Handover) نیز پشتیبانی می‌کردند. از سوی دیگر، متفاوت با سامانه‌های 0G یا همان Push-To-Talk، به صورت همزمان هم می‌توانستیم صحبت کنیم و هم بشنویم. بدین‌منظور از یک روش مبتنی بر FDD برای پشتیبانی از دو طرفه همگاه 824–849 MHz (Downlink) برای پیوند فروسو (Full Duplex) و برای پیوند فراسو (Uplink) 869 – 894 MHz (Uplink) گرفته شده بود. به عنوان مثال برای AMPS

کنترل دسترسی چندگانه (Multiple Access Control)



برای کاستن از میزان تصادم (Collision)، می‌بایست سازوکاری برای مدیریت به اشتراک‌گذاری رسانه‌های مشترک وجود داشته باشد. اصطلاحاً به این سازوکارها کنترل دسترسی چندگانه (Multiple Access Control) گفته می‌شود.

دسته‌بندی سازوکارهای دسترسی چندگانه

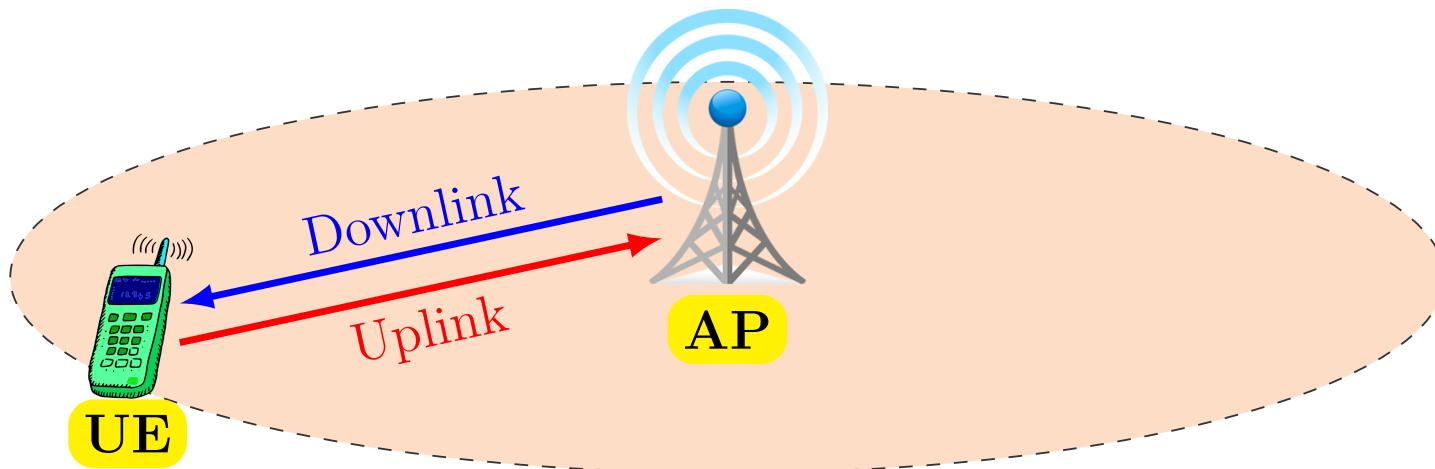


OFDMA و CDMA، TDMA، FDMA نمونه‌هایی از روش‌های ایستان (Static) محسوب می‌شوند.

در ابتدای کار، وقتی هنوز کanalی نداریم، چکار کنیم؟



داشتن ارتباط دو جهتی (Duplexing)



- پیوند فراسو (Uplink)، کanalی است که برای ارسال داده به شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد.
 - پیوند فروسو (Downlink)، کanalی است که برای دریافت داده از شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- ☞ به طور معمول کاربر نمی‌تواند به صورت همزمان هم از پیوند فروسو دریافت و هم در پیوند فراسو ارسال داده داشته باشد (یک طرفه (Half-Duplex)), اما اگر چنین قابلیتی ایجاد شود، می‌گوییم شبکه از دو طرفه همگاھ پشتیبانی می‌کند.

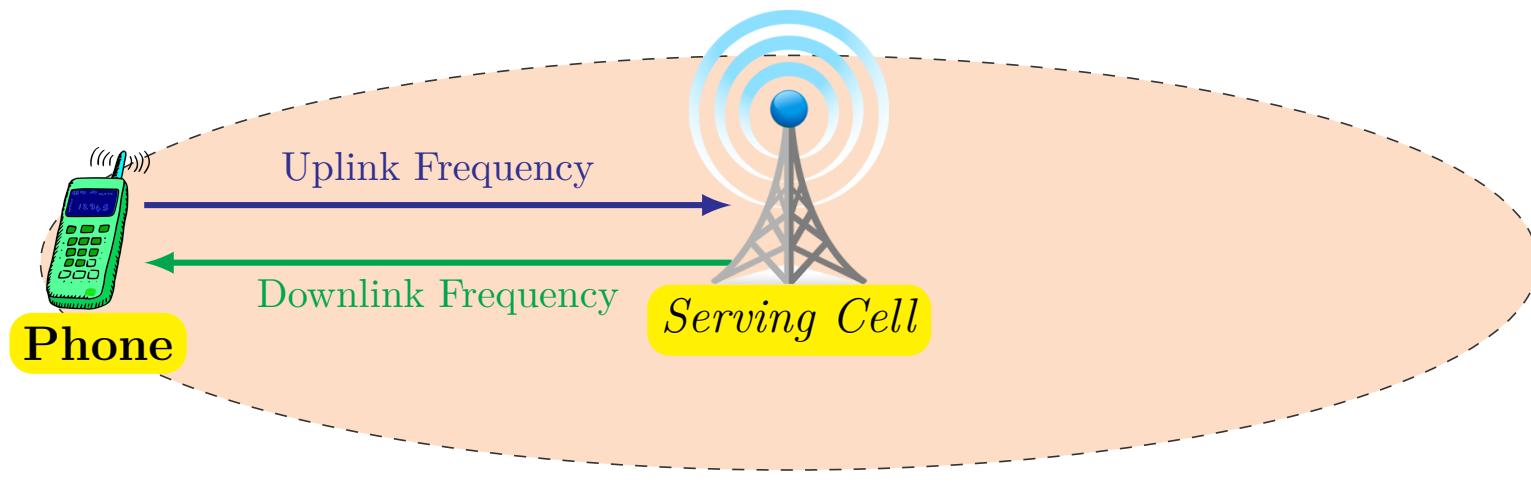
داشتن ارتباط دو جهتی (Duplexing) (ادامه)

➡ در شبکه‌های نسل یک متفاوت با سامانه‌های Push-To-Talk، به صورت همزمان ۰G یا همان ((Full Duplex) دو طرفه همگاه صحبت کنیم و هم بشنویم.

➡ دو روش معمول FDD و TDD (از نسل سه به بعد) است.

مثال ۱ به عنوان مثال برای AMPS برای پیوند فراسو ۸۲۴ – ۸۴۹ MHz (Uplink) و برای پیوند فروسو

869 – ۸۹۴ MHz (Downlink)



مثال ۲

برای AMPS: پیوند فراسو (Downlink) 869 – 894 MHz و پیوند فروسو (Uplink) 824 – 849 MHz

در صورت درخواست کاربر، شبکه یک پهنه‌ای باند 30 kHz با فرکانس مرکزی 953.4 MHz برای پیوند فروسو و 908.4 MHz پیوند فراسو به او تخصیص می‌دهد.

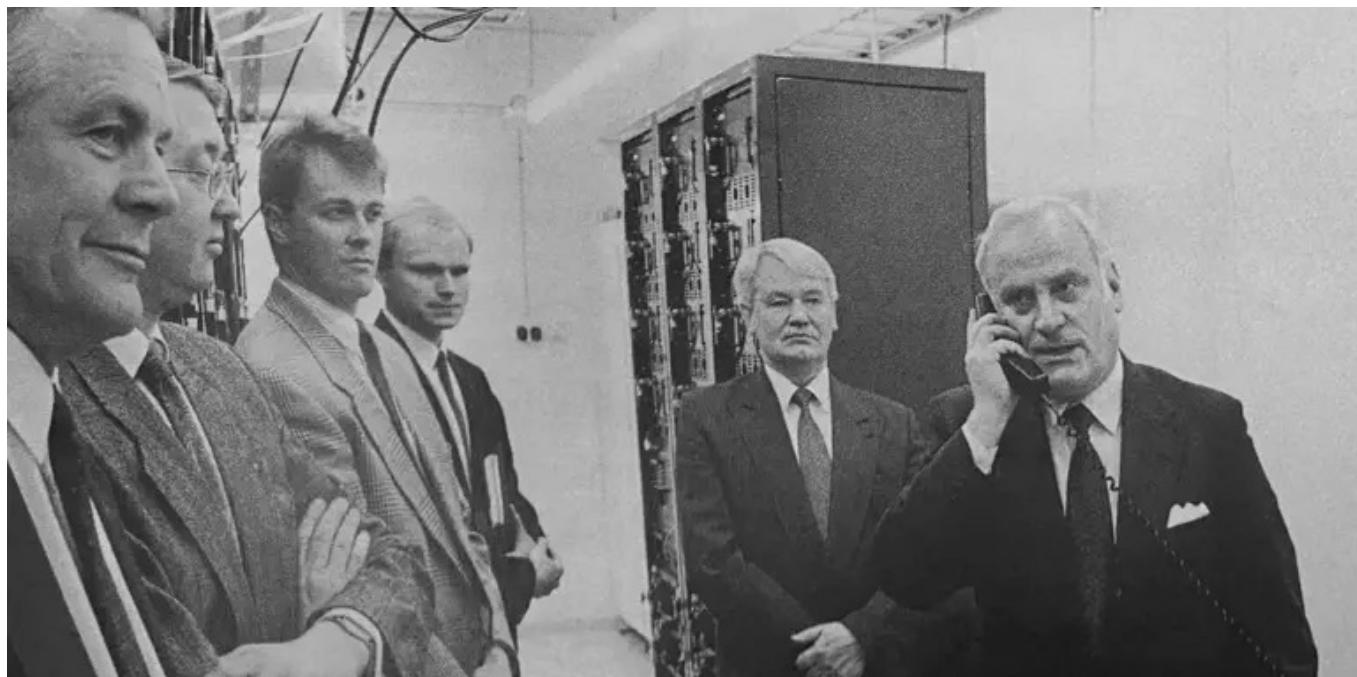
چرا معمولاً فرکانس پیوند فراسو کمتر از فرکانس پیوند فروسو است؟ آیا اصلاً این سخن درست است؟

به این فکر کنید که گوشی ما باطری دارد و می‌بایست توان مصرفی پایینی داشته باشد، و هرچه فرکانس بالاتر می‌رود میزان افت مسیر (Pathloss) بیشتر می‌شود.



۹۸ جنی

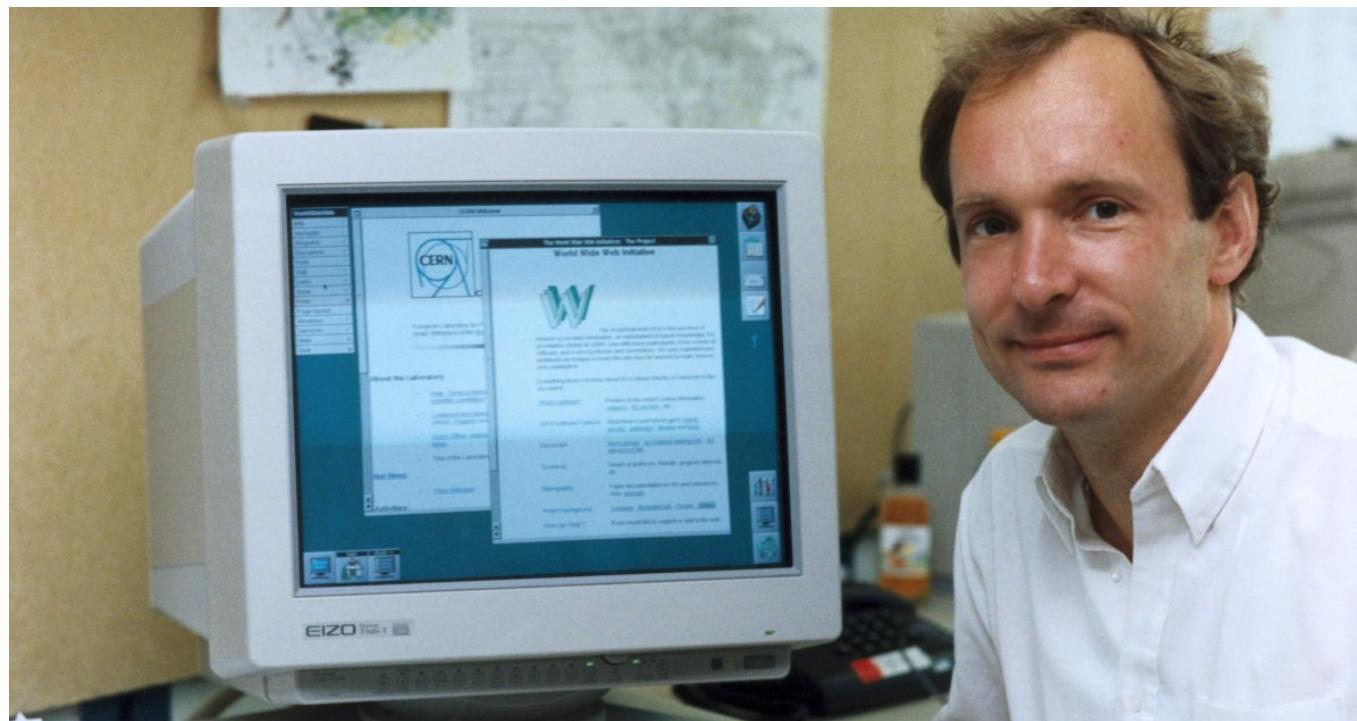
نسل دو



﴿ نسل دو تلفن همراه در دهه ۱۹۸۰ و ابتدای دهه ۱۹۹۰ متولد گشت.

- در اروپا استانداردهای PCS1900 و GSM، DCS1800 مطرح گشت.
- ژاپنی‌ها به سراغ (Personal Digital Cellular) رفتند.
- آمریکایی‌ها نیز استانداردهای IS-54، NAMPS و IS-95 یا cdmaOne را توسعه دادند.

نسل دو (ادامه)



توسعه‌های نسل دو برای دستیابی به خدمات داده (EDGE و GPRS (General Packet Radio Service) مبتنی بر مخابرات رقمی، سازوکار دسترسی چندگانه آن ترکیبی از TDMA و FDMA بود و برای پشتیبانی از دو طرفه همگاه نیز از FDD استفاده شد.

نسل دو تلفن همراه در دهه ۱۹۸۰ و ابتدای دهه ۱۹۹۰ متولد گشت. در طول دهه ۱۹۹۰ این نسل در سرتاسر جهان گسترش چشمگیری پیدا کرد. استانداردهای متعددی در این نسل مطرح گشت، که می‌توان از موارد زیر نام برد:

- در اروپا استانداردهای GSM (Global System for Mobile Communication), DCS (Digital Cellular System) 1800, PCS (Personal Communications Service) 1900 مطرح گشت.
- ژاپنی‌ها به سراغ (Personal Digital Cellular) رفتند.
- آمریکایی‌ها نیز استانداردهای IS-95 و IS-136 را توسعه دادند.

نسل دو شبکه‌های تلفن همراه با GSM به صورت تجاری مطرح گشت. همان‌طور که در عکس مشاهده می‌کنید، نخست وزیر فنلاند (Harri Holkeri) در ۱ جولای ۱۹۹۱، اولین تماس صوتی با شبکه GSM که توسط Radiolinja برقرار شد. نکته جالب این است که Nokia و Siemens بعدها در سال ۲۰۰۶، اعلام کردند که یک شرکت مشترک به نام Nokia Siemens

ايجاد کرده‌اند. گرچه در سال ۲۰۱۳، Nokia اعلام کرد که تمام سهام Siemens Networks (NSN) را خريداري کرده است.

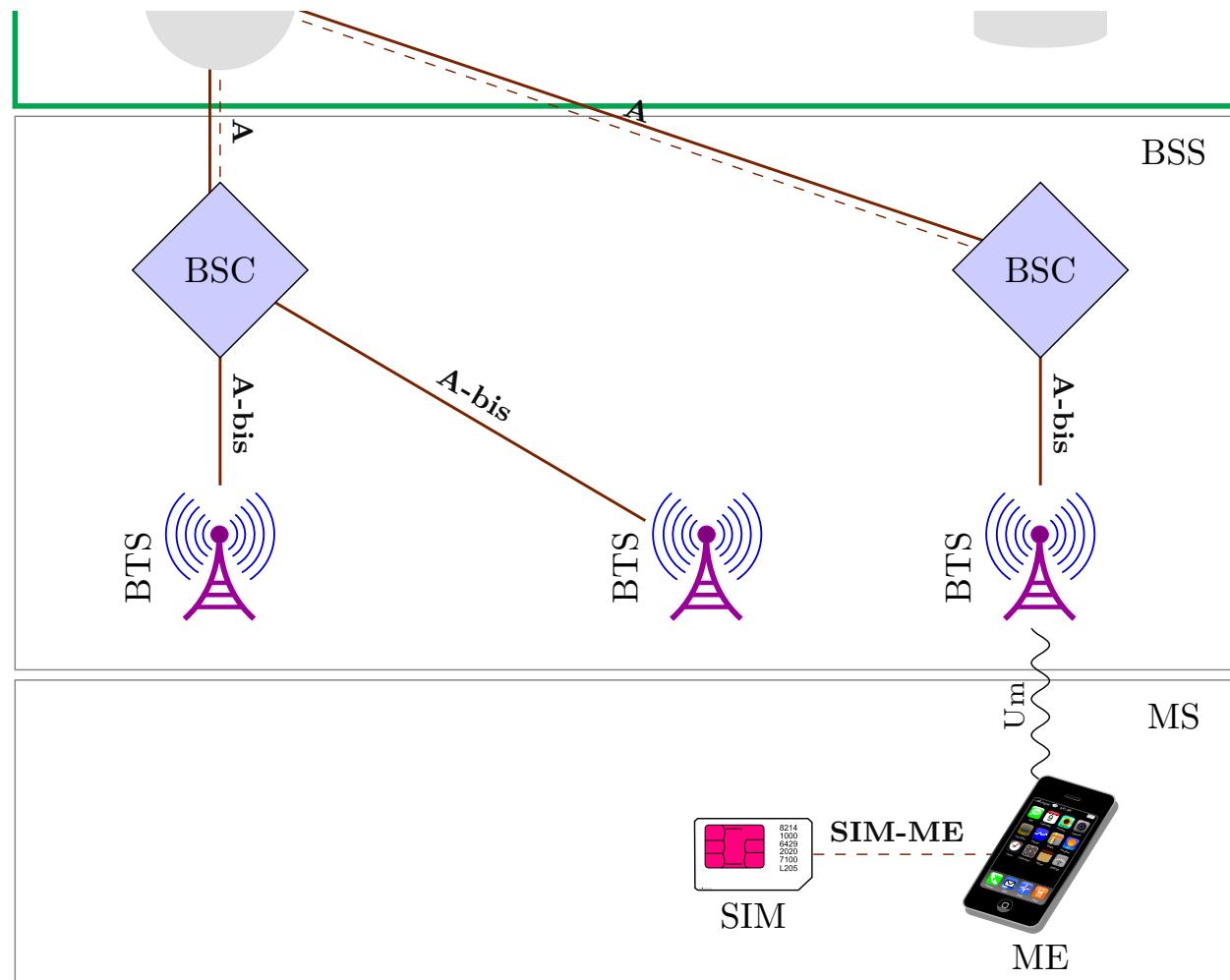
مهمترین تحول در اين نسل نسبت به نسل گذشته استفاده از مخابرات رقمی بود. نسل دوم تلفن همراه بيشتر در کشورهای اروپایی سیر توسعه خود را پشت سر گذاشت. GSM معمول‌ترین شبکه‌ای است که امروزه مورد استفاده قرار می‌گيرد. در سال ۱۹۸۲ (Conference of European Posts and Telecommunications) استاندارد GSM را برای استانداردسازی شبکه‌های تلفن طراحی کرد. سرانجام بعد از طی مراحل متعددی در سال ۱۹۹۰ فاز اول استاندارد GSM منتشر شد. امروزه بيش از ۲۱۲ کشور و در حدود ۳ ميليارد نفر ارتباطات تلفن همراه خود را بر طبق اين استاندارد برقرار می‌كنند.

GPRS (General Packet Radio Service) گامی است که از GSM به سوی شبکه‌های نسل سه برداشته شد. در حقیقت GPRS توسعه‌ای از GSM بود. GPRS توانست کلیدزنی بسته‌ای (Packet Switch) را به استاندارد GSM اضافه کند. دست یافتن به خدمات شبکه جهانی اينترنت را می‌توان مهمترین علت اين تحول ذکر کرد.

نرخ تبادل داده در نسل دوم با آمدن EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) تا حدودی بهبود داده شد.

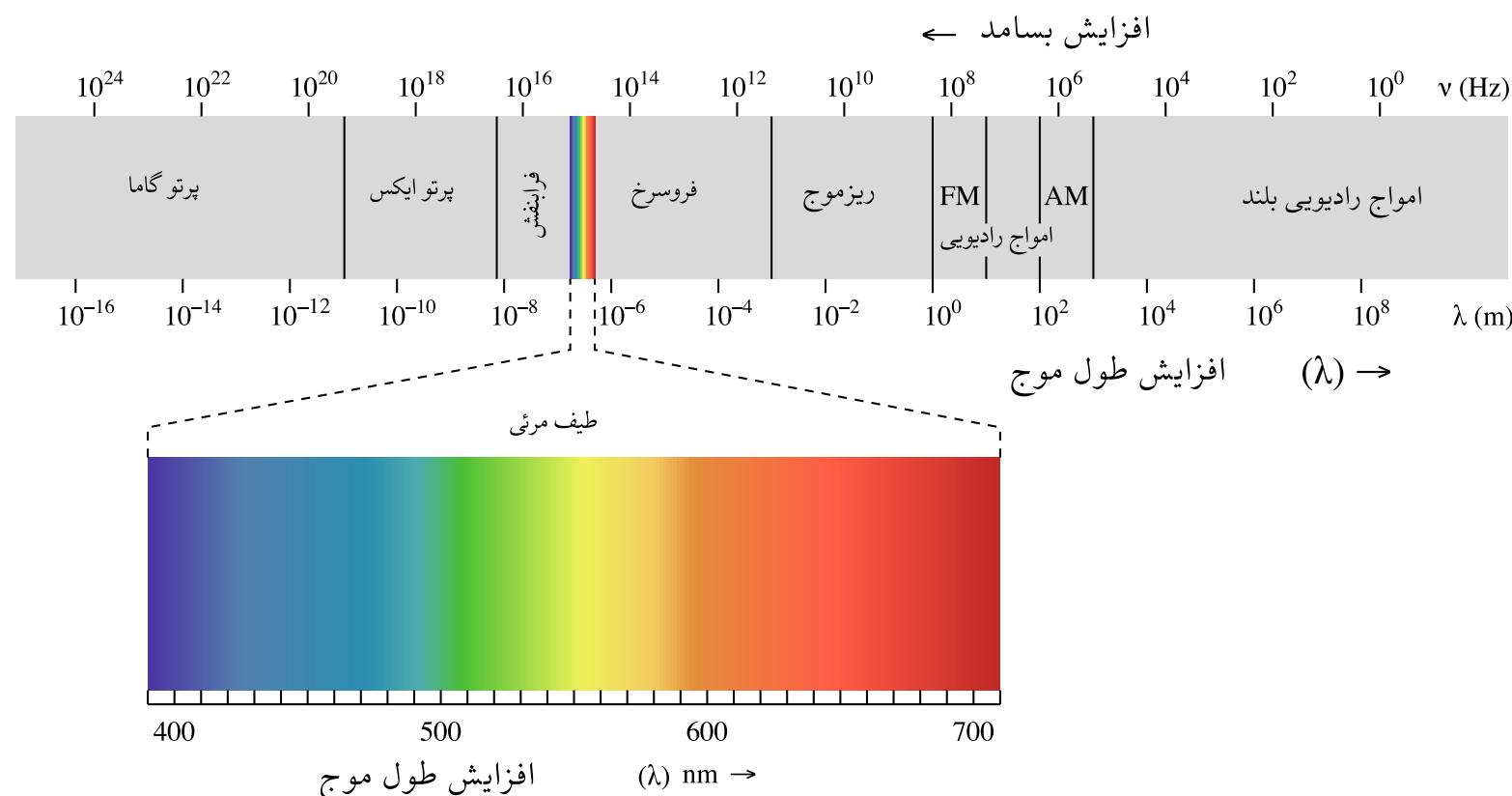
یک مثال عملی

- گوشی تلفن همراه من بر روی سلولی با فرکانس 953.4 برای پیوند فروسو و 908.4 برای پیوند فراسو قرار گرفته.
- پهناهی باند (Bandwidth) تخصیص داده شده به من نیز برابر با 200kHz است.



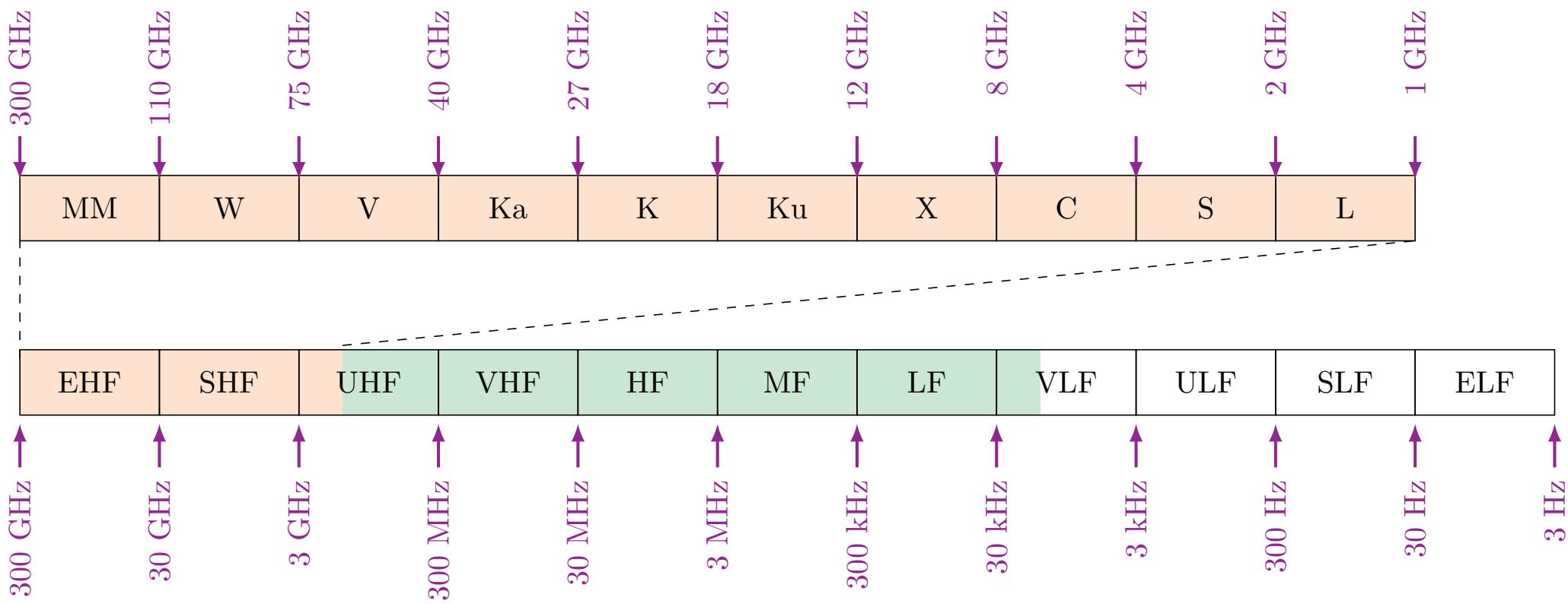
محدوده انتقال داده در طیف امواج الکترومغناطیسی

- تاکنون توانسته ایم تنها از بخشی از طیف امواج الکترومغناطیسی در مخابرات بی سیم استفاده کنیم.
- طیف رادیویی (Radio Spectrum) یا RF بازه فرکانسی بین 20kHz تا 300GHz.
- هر بخش از طیف ویژگی مشخصی دارد، و یک سامانه مخابراتی نمی تواند در هر بخشی فعالیت کند.



محدوده انتقال داده در طیف امواج الکترومغناطیسی (ادامه)

تقسیم‌بندی ITU و IEEE از طیف الکترومغناطیسی.



به دلایل عملی مانهای می‌توانیم از بخشی از طیف امواج الکترومغناطیسی برای تبادل اطلاعات استفاده کنیم. این بخش شامل سه قسمت امواج بلند رادیویی، امواج رادیویی و به تازگی ریزموج‌ها است. به این بخش اصطلاحاً طیف رادیویی (Radio Spectrum) می‌گوییم، که بازه فرکانسی 20kHz تا 300GHz را در بر می‌گیرد.

هر بخش از طیف ویژگی مشخص و معینی دارد. پر واضح است که یک سامانه مخابراتی نمی‌تواند به صورت دلخواه در هر جایی از طیف به فعالیت بپردازد. به عنوان مثال، اتمسفر زمین امواج بزرگ‌تر از 30 کیلوهرتز تا 30 مگاهرتز را، مثل یک آینه بازتاب می‌کند، پس از این قسمت از طیف نمی‌توان برای مخابره با ماهواره‌ها استفاده کرد. به عنوان مثال دیگر امواج در فرکانس‌های حدود 60 گیگاهرتز به بالا به دلیل افت زیاد مسیر کوتاهی را می‌توانند طی کنند، پس این بخش از طیف برای مخابرات دوربرد کاربرد ندارد.

به نظر می‌رسد تقسیم‌بندی ما در بخش طیف رادیویی خوب و کافی نیست، شاید بهتر باشد که آن را به بخش‌های کوچکتری تقسیم‌بندی کنیم. نهاد استانداردسازی (ITU، International Telecommunication Union) را به تعدادی قسمت کوچکتر تقسیم‌بندی می‌کند. گاه به هر جزء این تقسیم‌بندی باند (Radio Frequency)

فرکانسی (Frequency Band) نیز می‌گوییم؛ مثلاً می‌گوییم باند HF. در کل به هر جزء از تقسیم‌بندی طیف امواج الکترومغناطیسی، اصطلاحاً باند فرکانسی گفته می‌شود.

مثال ۳ رادیوی (Frequency Modulation) AM (Amplitude Modulation) در باند MF و رادیوی (Frequency Modulation) FM در باند VHF و UHF کار می‌کنند. شبکه‌های تلفن همراه کنونی نیز در باند UHF فعالیت می‌کنند.

امروزه فرکانس‌های کمتر از 20kHz کاربرد مخابراتی چندانی ندارند. باند (Band) EHF (Extremely High Frequency) کاربرد مخابراتی چندانی ندارند. اما در این میان هزاران کاربرد نیز به دلیل میزان افت زیادش، در مخابرات با شعاع کمتر از 1 کیلومتر بکار می‌رود. WiFi، WiMAX، بی‌سیم پلیس، سامانه‌های همه‌پخشی (Broadcast) رادیویی و تلویزیونی، مايكروویو و ... وجود دارند که می‌خواهند از این منبع (باشه فرکانسی) بهره گیرند. از شبکه‌های تلفن همراه گرفته تا



سازمانی بینالمللی زیرنظر سازمان ملل، با هدف استانداردسازی مخابرات رادیویی و تلفنی.

❶ ITU-T (ITU Standardization)

❷ ITU-R (ITU Radiocommunication)

❸ ITU-D (ITU Development)

پروژه‌های Network-2030، IMT-2020، IMT-Adv، IMT-2000

(ادامه) ITU



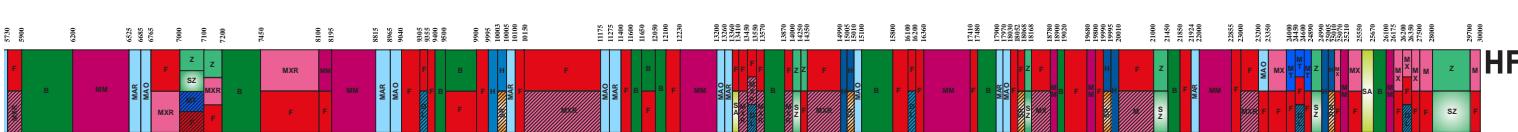
ITU-R



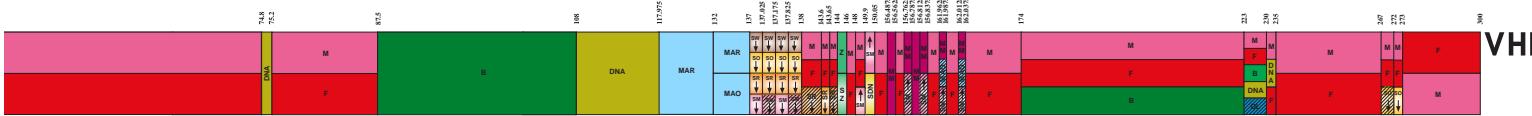
WRC



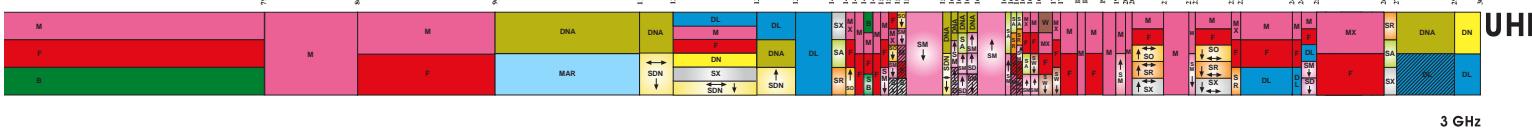
وزارت ارتباطات فناوری اطلاعات
سازمان سطیم مقررات و ارتباطات رادیویی



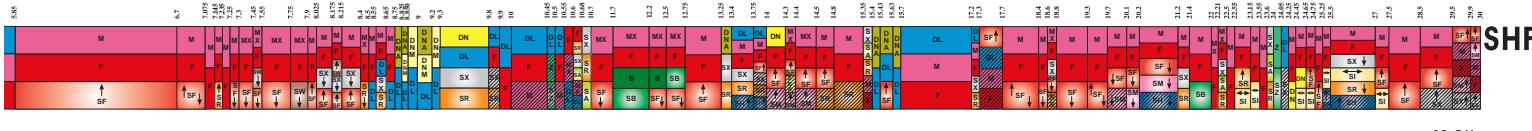
30 MHz



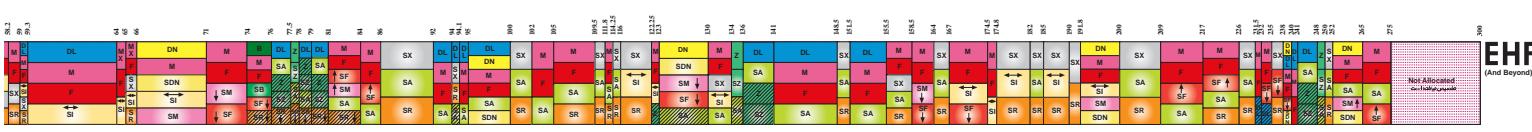
VHF



3000 MHz



SHF



30 GHz

EHF

MP	Land mobile
MM	Maritime mobile
MA	Aeronautical mobile
(MA)	Aeronautical mobile I
MAP	Aeronautical mobile II
MAO	Aeronautical mobile I
MX	Mobile except aeronautical mobile
MXR	Mobile except aeronautical mobile I
W	Meteorological aids
Z	Amateur
SA	Radio astronomy
SB	Broadcasting-satellite
SD	Radiodetermination
SDN	Radionavigation-satellite
SF	Fixed-satellite
SFI	Standard frequency a time signal-satellite
SI	Inter-satellite
SM	Mobile-satellite
SO	Space operation
SR	Space research
SW	Meteorological-satellite
SN	Earth exploration-satellite
AM	Amateur-satellite
SMA	Aeronautical mobile I
↑	Uplink
↓	Downlink
←→	Space-to-space
SS	Secondary services

برداشت پنجم زبان ۱۳۹۱

5th Edition - March 2013

سازمان سطیم مقررات و ارتباطات رادیویی

دیان شرکت-ی این شیدقی دل بی خان

۸۸۱۱۷۷۴۰-۸۸۱۱۷۷۵۰

۱۵۸۷۵-۴۲۵

COMMUNICATIONS
REGULATORY AUTHORITY (CRA)

یک سازمان بین‌المللی است که با هدف استانداردسازی ITU (International Telecommunication Union) و منطبقسازی مخابرات رادیویی، مخابرات تلفنی و ... در ۱۷ می ۱۸۶۵ در پاریس تشکیل شد. در سال ۱۹۴۷ ITU به عنوان بخشی از سازمان ملل متحد قرار گرفت. اعضای آن ۱۹۳ کشور و ۷۰۰ نهاد خصوصی و دانشگاهی است. مهم‌ترین اهداف ITU استانداردسازی، تخصیص پهناوری باند رادیویی و سازماندهی ارتباطات مخابراتی بین کشورهای مختلف است. ITU از سه بخش کلی تشکیل شده است.

ITU-T: قسمت استاندارد سازی مخابرات راه دور. این قسمت وظیفه استانداردسازی در تمامی زمینه‌های مربوط به اطلاعات و ارتباطات را دارد.

ITU-R: قسمت استاندارد سازی فرکانس‌های رادیویی و مدارهای ماهواره‌ها تخصیص داده می‌شود.

ITU-D: قسمت توسعه مخابرات راه دور. به منظور کمک به گسترش عادلانه، پایدار و مقرن به صرفه دسترسی به فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات (ICT) تشکیل شده است.

نیاز به یک تکنولوژی نوین برای سامانه‌های تلفن همراه از دهه ۱۹۸۰ احساس شد. سازمان‌ها و نهادهای زیادی در روند طراحی این سامانه نوین، که ما آن را 3G می‌نامیم، درگیر شدند. ITU به عنوان یک نهاد استانداردسازی بین‌المللی، از قافله عقب نماند، و نقش موثری در روند استانداردسازی 3G ایفا نمود. بدین‌سان ITU-R به کار بر روی توصیه‌نامه‌هایی تحت عنوان IMT-2000 مبادرت ورزید.

IMT-2000 را می‌توان نگاه ITU به سامانه‌های قرن ۲۱ دانست. بعدها در سال ۲۰۰۸، ITU کارا بر روی IMT-2020، به عنوان یک نگاه کلی و جهانی بر روی سامانه‌های نسل چهار، آغاز نمود. IMT-2020 نیز الزامات شبکه‌های نسل پنج را مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد.

هر چهار سال یک بار WRC (World Radiocommunication Conferences) همایشی به نام (ITU-R) برگزار می‌کند، که مسئولیت تنظیم مجدد فرکانس‌های رادیویی و ماهواره‌ای را بر عهده دارد. این کنفرانس تا قبل از سال ۱۹۹۳ به نام کنفرانس WARC (World Administrative Radio Conference) شناخته می‌شد.



﴿ ایده‌های استفاده از تکرارکننده (Repeater): سیگнал از جایی که پوشش وجود دارد گرفته شود و در جایی که پوشش وجود ندارد، منتشر شود.

یک چالش دیگر



☞ نرم افزار Network Cell Info Lite را روی گوشی نصب کردم، و گوشی را روی 2G بردم.

MS به یک سلول به نام سلول خدمتگزار (Serving Cell) متصل است و از آن خدمات دریافت می‌کند، اما تعدادی سلول همسایه (Neighbor Cell) نیز توسط MS حس می‌شود.

☞ طبیعی است که ما به شناسه سلول 21110 متصل شویم، چون توان بیشتری نسبت به سایر سلول‌ها دارد.

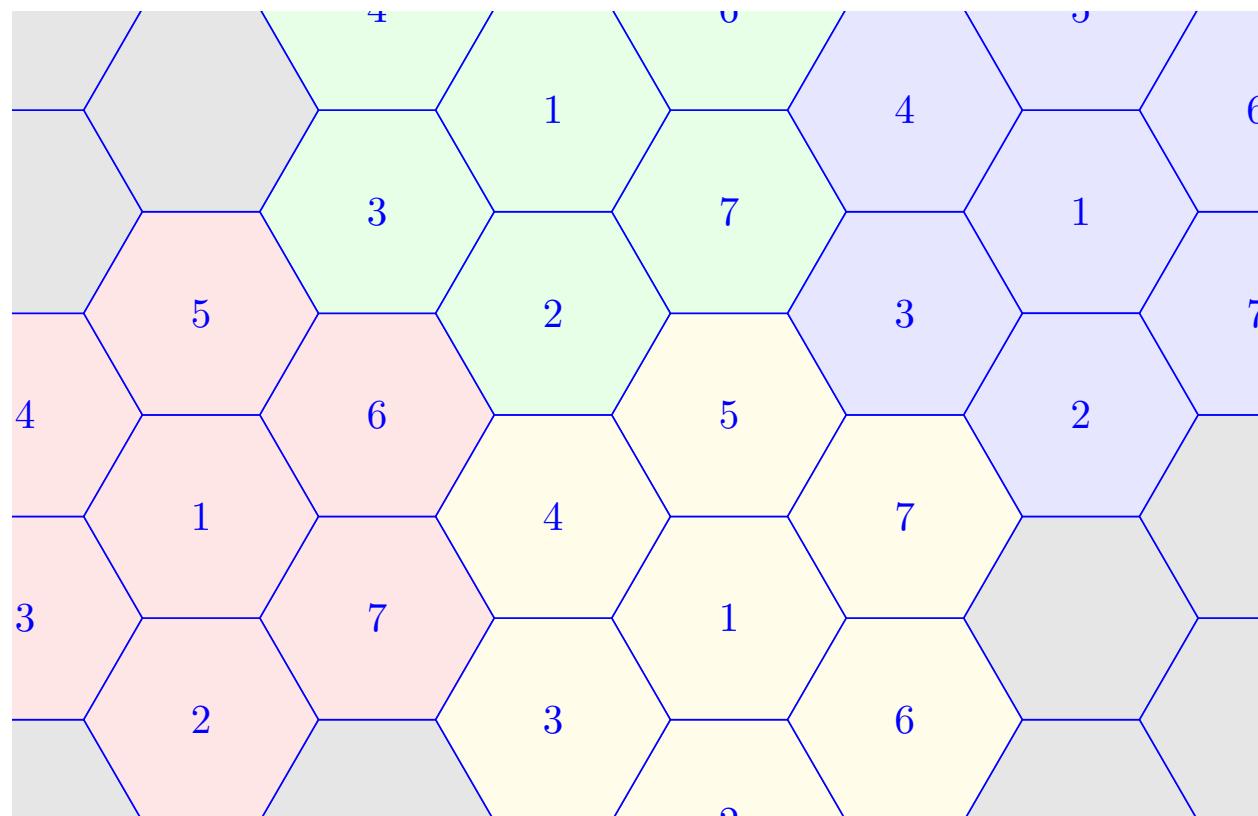
☞ این سلول‌ها چگونه از هم دیگر جدا می‌شوند تا تداخل نداشته باشند؟

بازصرف فرکانسی (Frequency Reuse)

تعریف ۱

بازصرف فرکانسی به استفاده مجدد از کانال‌های مورد استفاده در یک سلول در سلول‌های

دیگر شبکه، اصطلاحا بازصرف فرکانسی گفته می‌شود.



یکی از اصول پایه‌ای در شبکه‌های سلولی، بازمصرف فرکانسی است. پر واضح است که مهم‌ترین محدودیت در بحث بازمصرف فرکانسی، عدم استفاده مجدد از یک فرکانس، در سلول‌های مجاور است، چرا که این کار موجب رخداد تداخل بین دو سلول مجاور خواهد شد. تخصیص فرکانس‌های یکسان می‌بایست در فواصل به اندازه کافی دور از هم انجام پذیرد.

بازمصرف فرکانسی یا استفاده مجدد از کانال، یکی از مهم‌ترین پارامترها در طراحی شبکه‌های سلولی است. این پارامتر تعیین‌کننده میزان تداخل، ظرفیت و میزان کارایی سلول است.

ام جن



- تعريف پروژه IMT-2000 توسط ITU (International Telecommunication Union)
- 3GPP توسط TD-SCDMA و UMTS یا WCDMA
- 3GPP2 توسط CDMA2000

هدف



انتظار بر آن است که برای کاربر بدون حرکت حداقل نرخ 2Mbps و برای کاربر متحرک (در حد راه رفتن) برابر با 384kpbs باشد.

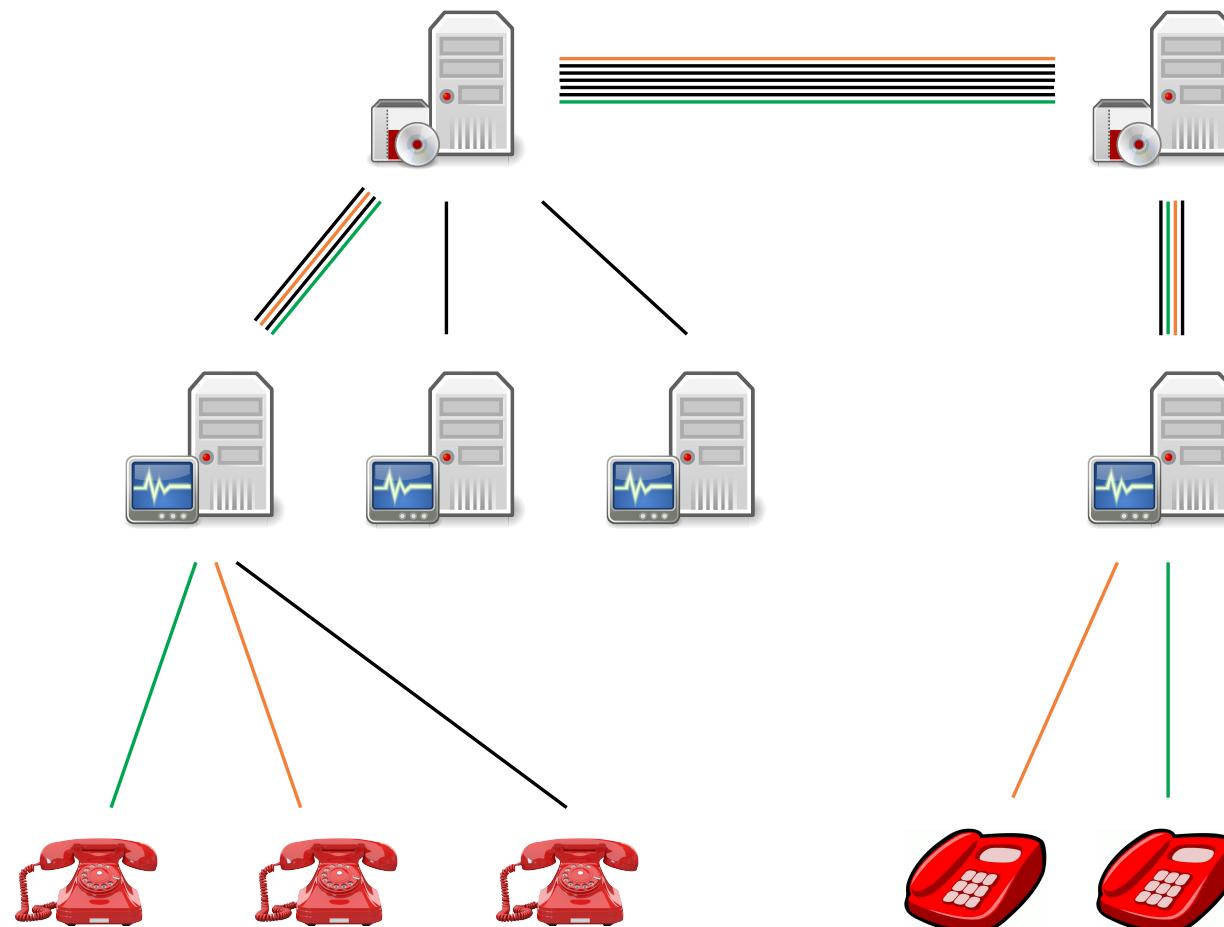


- مسئولیت استانداری سازی برعهده 3GPP (3rd Generation Partnership Project) گذاشته شد.
- شکل‌گیری UMTS به عنوان انقلابی در این حوزه از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۳
- توسعه‌های موجود در نسل سه HSPA+، HSPA، HSUPA، HSDPA
- تقسیم هسته شبکه به دو بخش (Circuit-switched) و (Packet-switched)
- چرا به UMTS گاه WCDMA گفته می‌شود?



شروع یک تحول

شوری در ۱۹۵۷ موشکی به نام Sputnik را با موفقیت به فضا فرستاد، و پیام آن برای آمریکا این بود که یک تغییر اساسی در علوم دفاعی و تکنولوژی مورد استفاده لازم است.

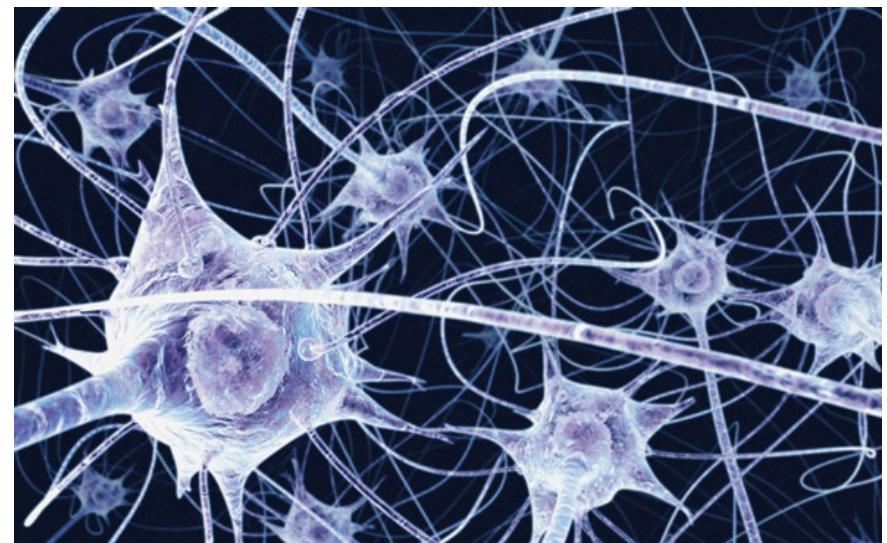


ایالات متحده در سال ۱۹۵۸ سازمان پژوههای تحقیقاتی پیشرفته دفاعی DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) ایجاد کردند. هدف توسعه و ساخت فناوری‌های نوین را برای استفاده ارتش آمریکا.

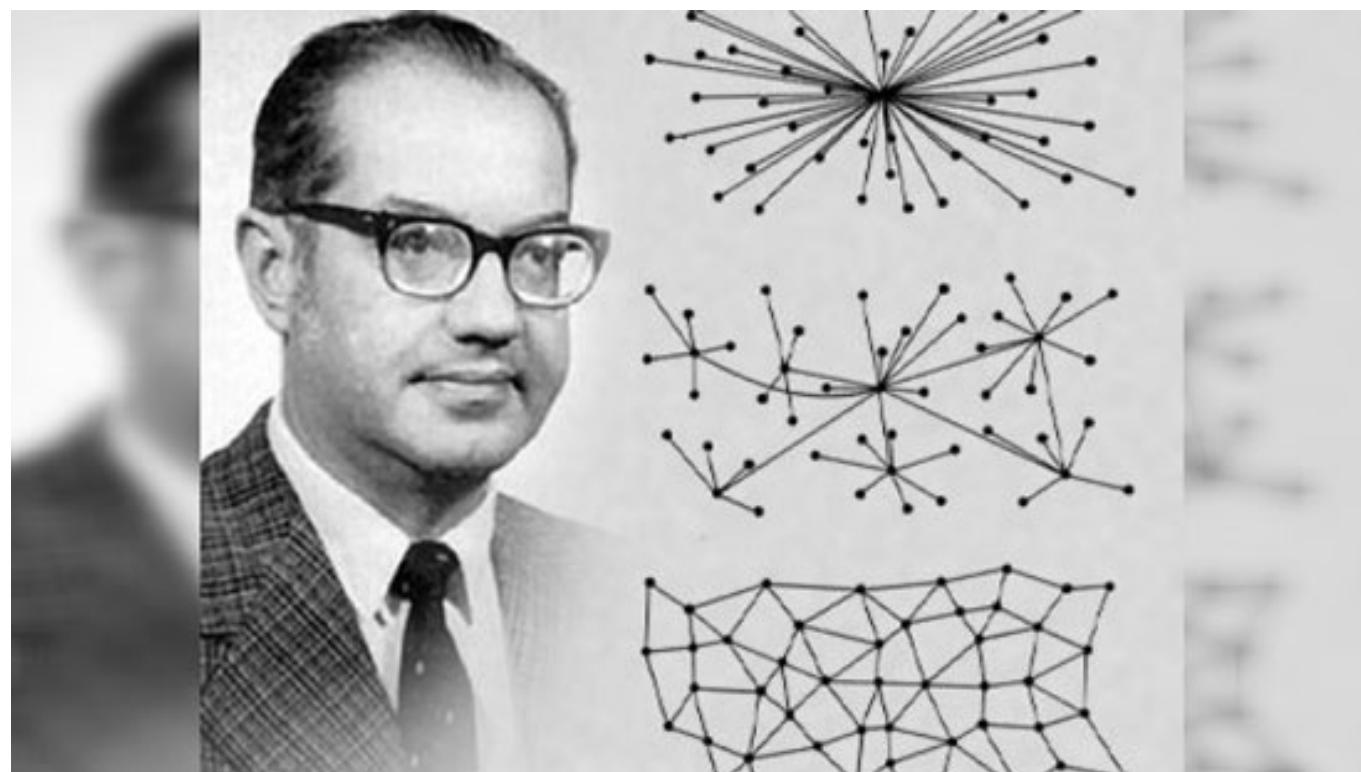


در حوالی دهه ۱۹۶۰، پاول باران (Paul Baran) ساختاری از شبکه را پیشنهاد داد که در آن، از نحوه کارکرد سلول‌های مغزی انسان الهام گرفته شده بود.

او معتقد بود هنگامی که سلول‌های مغزی از بین می‌روند، مغز دیگر از آن‌ها استفاده نمی‌کند و مسیر دیگری را انتخاب می‌کند.



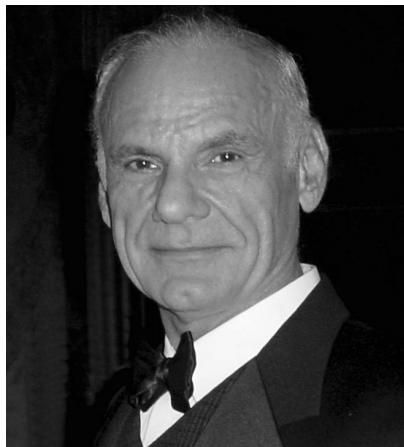
- شبکه‌ای با تعداد زیادی اتصال تا در صورت نابودی بخشی از آن، همچنان کار کند.
- پیام‌ها به صورت یک‌جا ارسال نشود، بلکه ابتدا به قطعات کوچکتری تقسیم‌گردد و سپس هر قطعه به صورت جداگانه و مستقل از یکدیگر ارسال شود.



☞ رابرت تیلور با ورودش به DARPA پیشنهاد ایجاد یک شبکه آزمایشی مبتنی بر ایده‌های پاول باران، با حداقل چهار گره را داد.

☞ این پروژه که آرپانت (ARPANET) نام گرفت، منجر به پیدایش اینترنت امروزی شد.

☞ تیلور، رئیس وقت DARPA را راضی کرد که بر روی این پروژه یک میلیون دلار سرمایه‌گذاری کند.



Lawrence Roberts (ج)



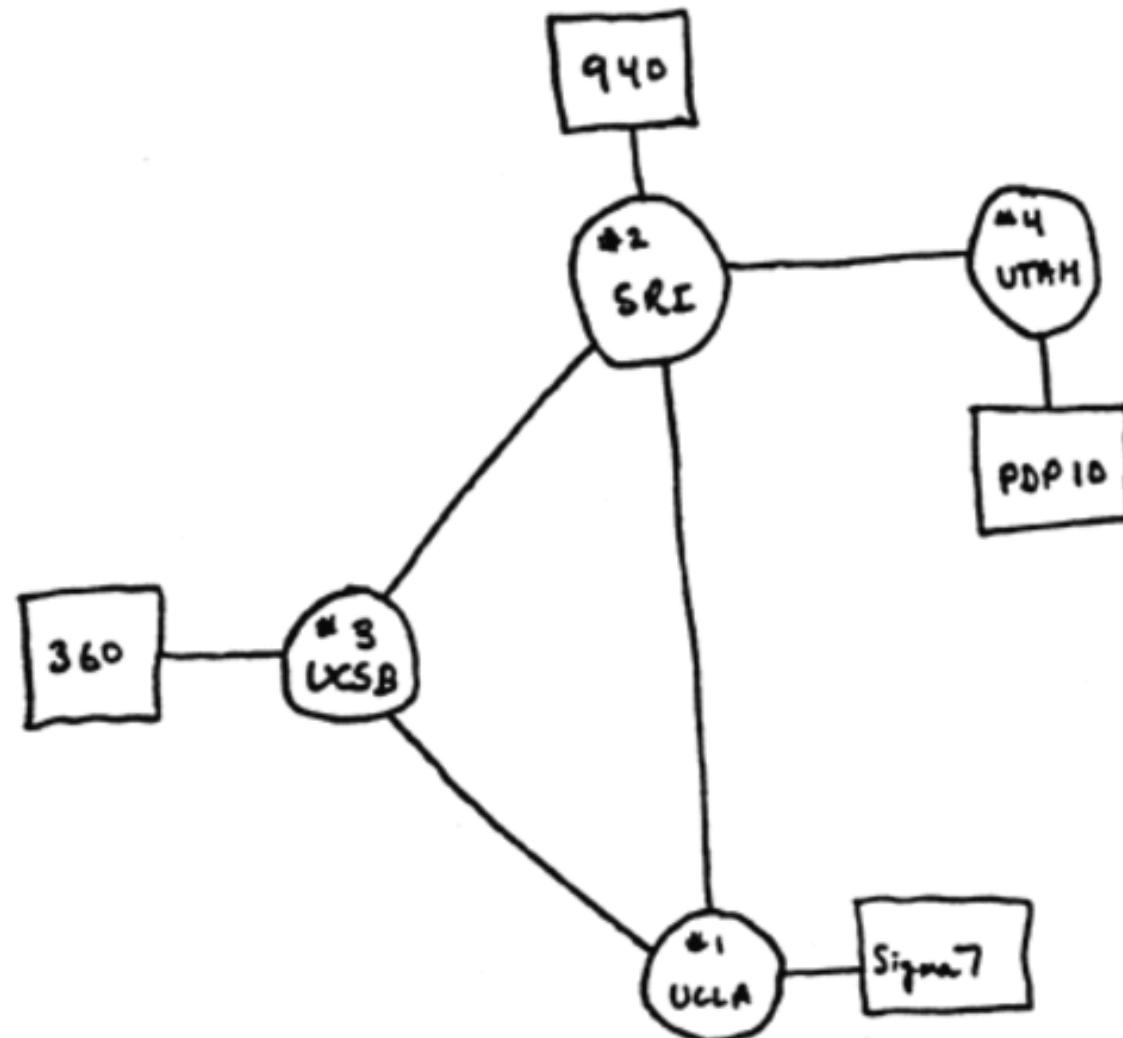
Charles Herzfeld (ب)



Robert William Taylor (آ)

ARPANET

معماری اولین شبکه ARPANET 



در کل ایده Paul Baran DARPA با چهار گره، پیاده شد. این چهار گره عبارت اند از:

Stanford Research Institute (SRI) •

University of California, Santa Barbara (UCSB) •

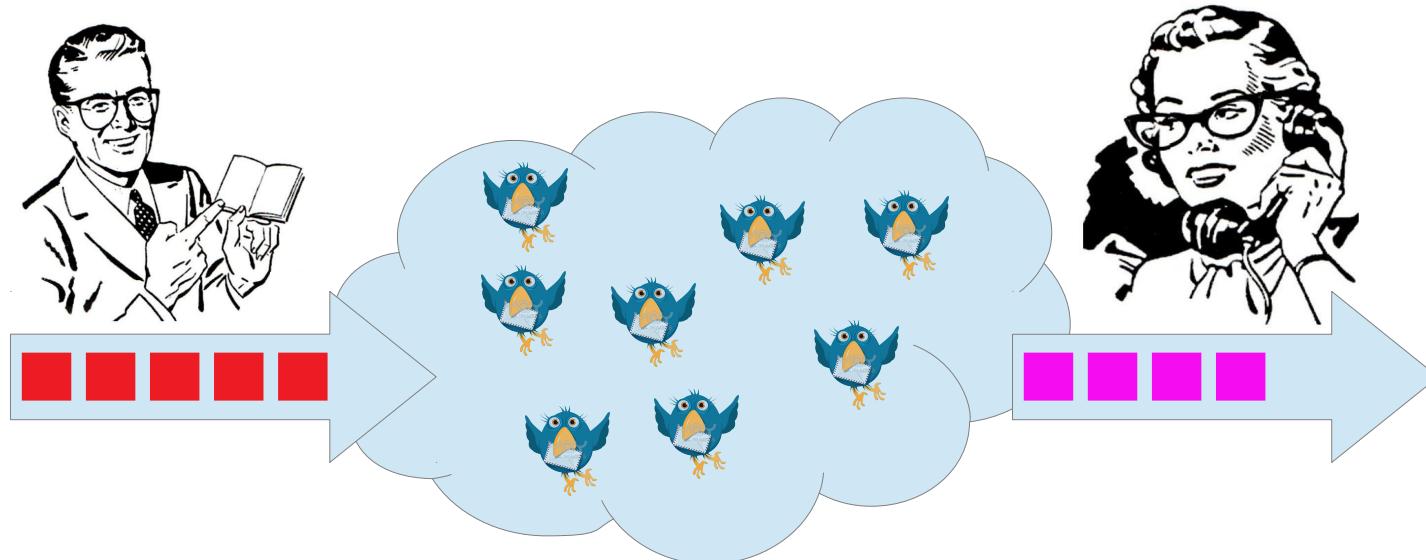
University of California, Los Angeles (UCLA) •

University of Utah School of Computing •

ما ARPANET را عملاً جد اینترنت می‌دانیم. تاریخ تولد اینترنت به طور رسمی اول سپتامبر ۱۹۶۹ اعلام شده است. چراکه اولین (IMP Interface Message Processor) در دانشگاه "UCLA" به عنوان یکی از گرهای شبکه ARPANET، بارگذاری شد. درنهایت این تیم، موفق شد در ۲۹ اکتبر ۱۹۶۹ اولین پیام را از دانشگاه UCLA به سوی SRI (موسسه تحقیقات استنفورد) توسط این شبکه نوین مبادله کند. ARPANET روزبه‌روز گسترش یافت. تا سال ۱۹۷۱ میلادی ۱۴ گره به این شبکه وصل شد. در سال ۱۹۷۵ تعداد گره‌ها به ۶۱ گره رسید. باید دقت کنید که Internet را به طور کلی به صورت زیر تعریف می‌کنیم.

اینترنت شبکه‌ای از شبکه‌ها (Network of networks).

پس باید نحوه شکل‌گیری اینترنت را در به همپیوستن ARPANET‌ها و شبکه‌های مشابه در مناطق مختلف جهان به یکدیگر، جستجو نمود.

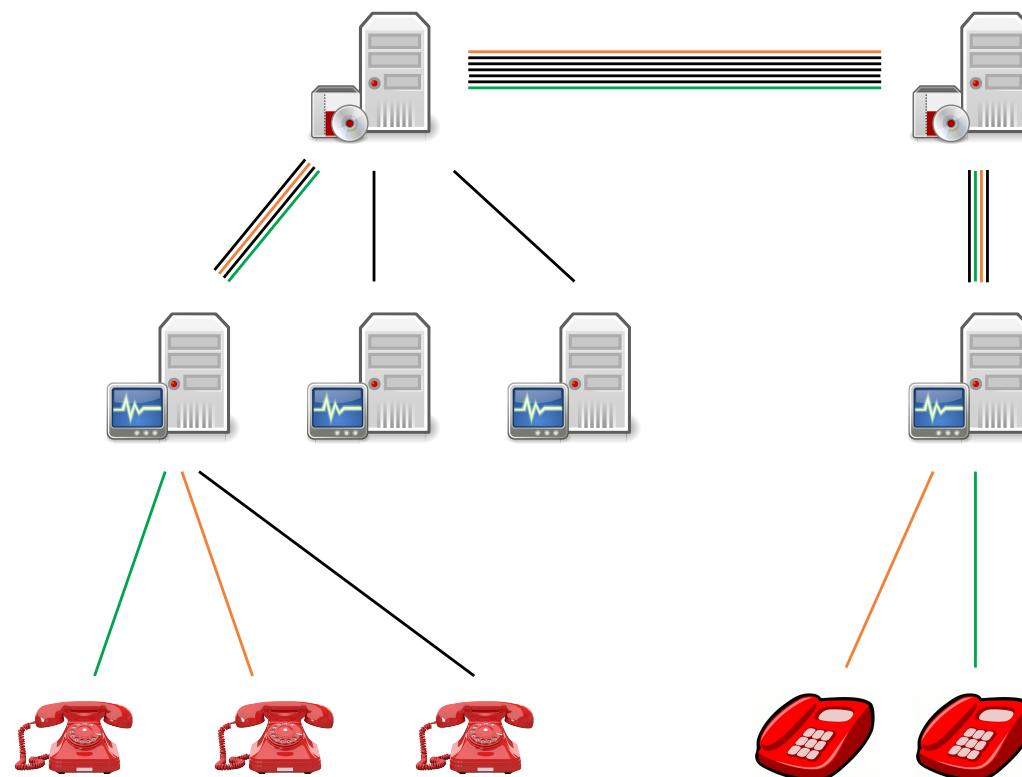


در کل دو راه برای انتقال اطلاعات در شبکه داریم:

- کلیدزنی مداری (Circuit Switch): منابع مورد نیاز یک ارتباط در ابتدای ارتباط به دو سوی ارتباط تخصیص داده شده و پس گرفته نمی‌شود.
- کلیدزنی بسته‌ای (Packet Switch): منابع مورد نیاز بنا به تقاضا تخصیص می‌یابد.

هسته شبکه (کلیدزنی مداری ((Circuit Switch))

در کلیدزنی مداری به هر کاربر منابع لازم رزرو و تخصیص داده می‌شود. منابع یک کاربر با دیگر کاربران به اشتراک گذاشته نمی‌شود، حتی اگر کاربر در مدت زمانی از منابع استفاده نکند.



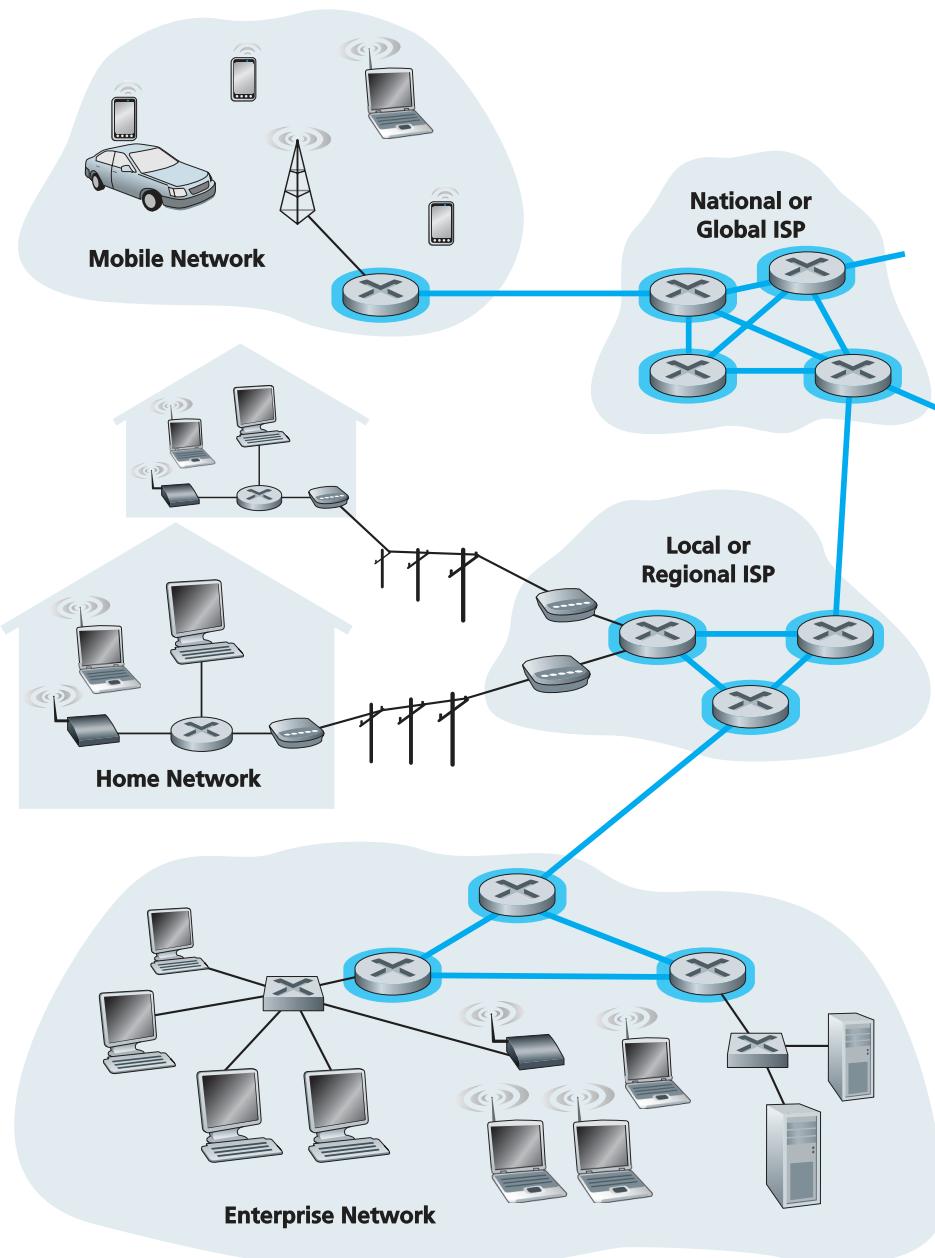
هسته شبکه (کلیدزنی مداری (Circuit Switch) (ادامه)



♠ کلیدزنی مداری (Circuit Switch): میز برای یک مدت زمان مشخص رزرو شده است، چه شما استفاده بکنید و چه نکنید.

✖ اتلاف منابع. ✓ تضمین خدمات.

هسته شبکه (کلیدزنی بسته‌ای) ((Packet Switch))



در شبکه‌های رایانه‌ای (Computer Network) از کلیدزنی بسته‌ای استفاده می‌گردد.
در شبکه‌های رایانه‌ای میزبان‌ها (Host) پیام‌های تولید شده توسط برنامه‌های کاربردی (Application) را به بسته‌ها (Packet) کوچکتری تقسیم می‌کنند، و هر بسته را به سوی مسیریاب (Router) ارسال می‌کنند.

هسته شبکه (کلیدزنی بسته‌ای (Packet Switch)) (ادامه)

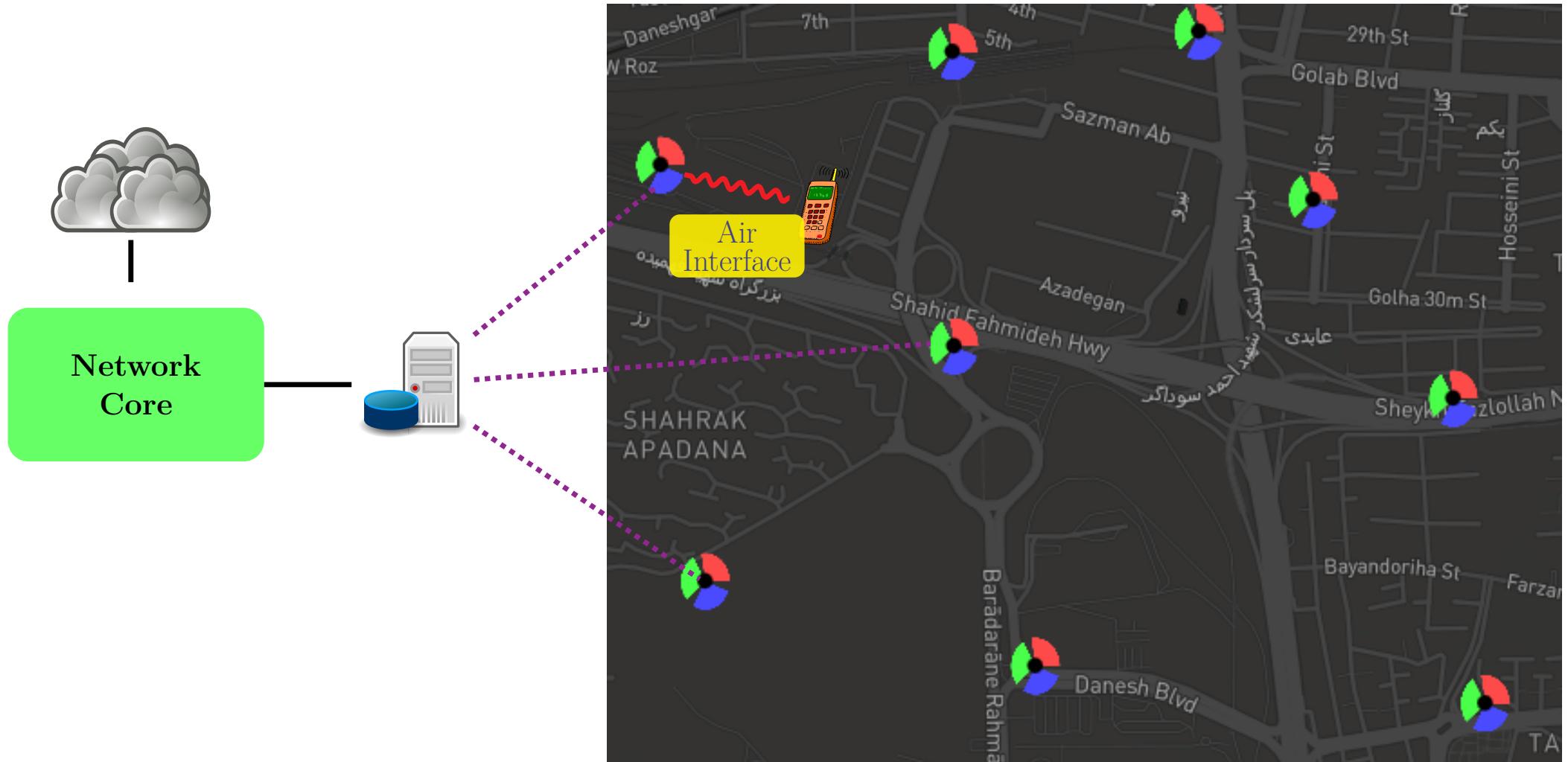


♠ کلیدزنی بسته‌ای (Packet Switch): هر وقت وارد رستوران شدید، میز به شما اختصاص می‌یابد.

✖ عدم تضمین خدمات در هر زمان.

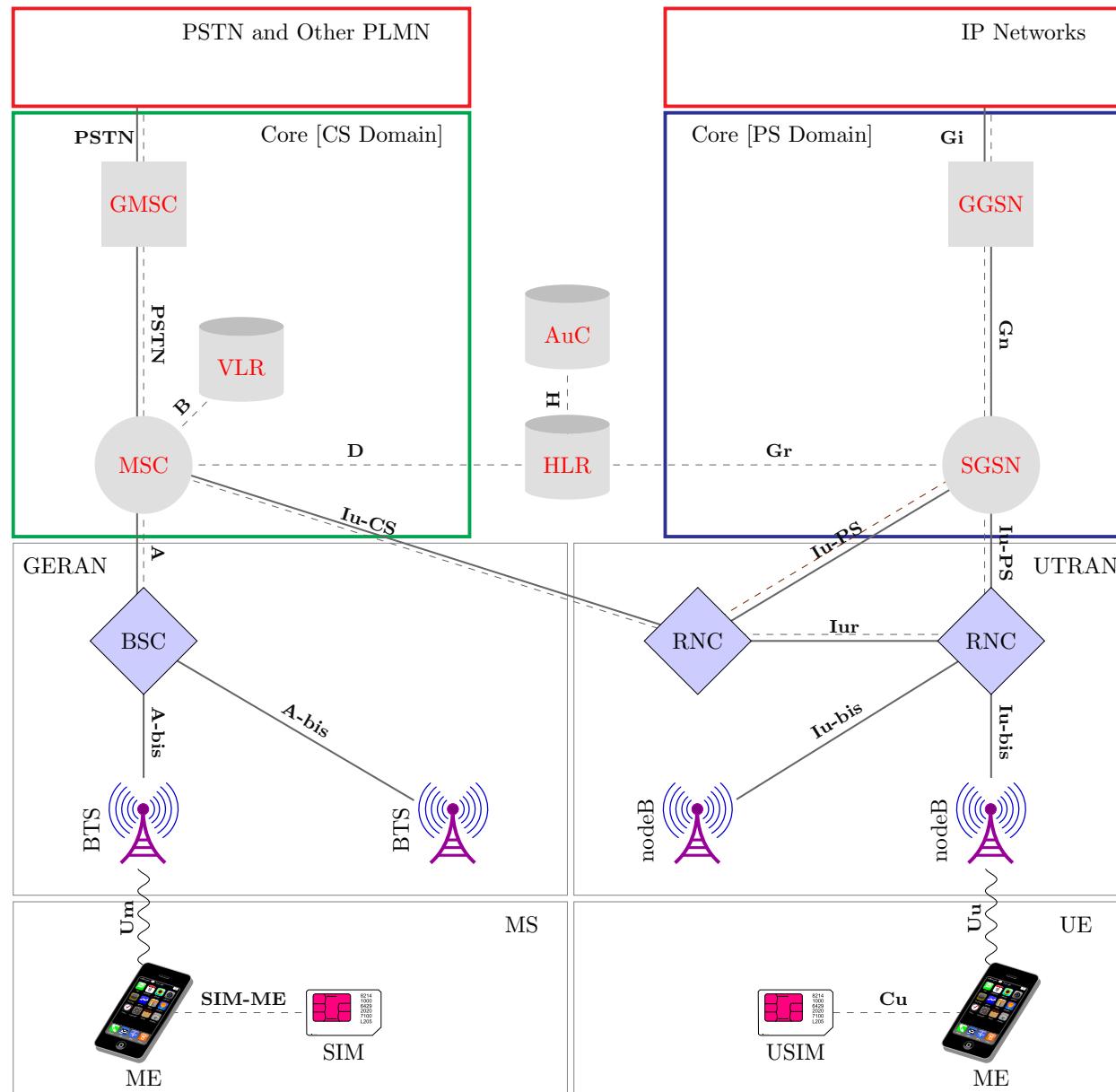
✓ بهره‌وری مناسب از منابع.

یک سوال



در ناحیه RAN با رسیدن درخواست کاربر، یک کانال اختصاصی به او تخصیص داده می‌شود. ناحیه RAN کمک می‌کند تا هسته شبکه کمتر درگیر اتفاقات در واسطه هوایی بشود.

معماری شبکه‌های نسل سه



پیشرفت فناوری و درخواست برای خدمات بیشتر باعث ظهور نسل سه از تلفن‌های همراه شد. IMT-2000 و یا به عبارت دیگر نسل سه، خانواده‌هایی از استانداردها هستند که برای ارتباطات بی‌سیم طراحی شده‌اند. نهاد ITU مسئولیت تصویب نیازمندی‌های سطح بالای شبکه‌های نسل سه را بر عهده گرفت. گرچه این 3GPP بود که مسؤولیت استانداردسازی این شبکه را ایفا کرد. در اواسط دهه ۱۹۹۰ این سازمان چارچوب کلی و نیازهای شبکه‌های نسل سه را تعریف کرد، و آن را IMT-2000 نامید. به مانند چتری فناوری‌های نسل سه را فرا گرفت، که از این میان، می‌توان از UMTS، Mobile WiMAX و CDMA2000 نام برد. پر واضح است که تمامی فناوری‌های مبتنی بر IMT-2000 می‌بایست یکسری شرایط و نیازمندی‌های سطح بالا را برآورده می‌کردند.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) را می‌توان انقلابی در شبکه‌های تلفن همراه در زمان خود برشمرد. ایده‌های اولیه UMTS در دهه ۱۹۹۰ شکل گرفت. استانداردسازی UMTS، توسط 3GPP انجام می‌شود؛ در حالی که استانداردسازی CDMA2000 3GPP2 توسط انجام پذیرفت، که با مقبولیت نیز مواجه نشد.

اولین کشوری که از شبکه 3G به صورت گستردگی استفاده کرد، کشور ژاپن بود. در اولین روز ماه اکتبر سال ۲۰۰۱، بزرگ‌ترین شرکت مخابراتی ژاپن، NTT DoCoMo، سرویس‌های مخابراتی خود را به نسل سوم مجهز کرد. از سال ۲۰۰۵، شبکه‌های نسل سوم ضریب نفوذ خود را افزایش داده‌اند، یکی از علل را می‌توان در پر شدن گنجایش نسل دوم شبکه‌های مخابراتی دانست. شبکه‌های نسل دوم برای انتقال اطلاعات صوتی با سرعت پایین طراحی شده‌است. از همین رو براساس نیازهای مشترکین به ارتباطات با سرعت بالاتر، این نسل وارد عمل شد.

UMTS در مقایسه با GSM، از قابلیت‌هایی به مراتب بالاتری برخوردار است. قابلیت‌هایی از قبیل پهنه‌ای باندی در حدود مگابیت نسبت به کیلو بیت سیستم‌های GSM و یا ارائه خدمات متنوع‌تری نسبت به نسل گذشته از قبیل تلویزیون سیار، سرویس وب و سرویس اطلاعات. چند نکته تکمیلی در مورد UMTS به شرح زیر است:

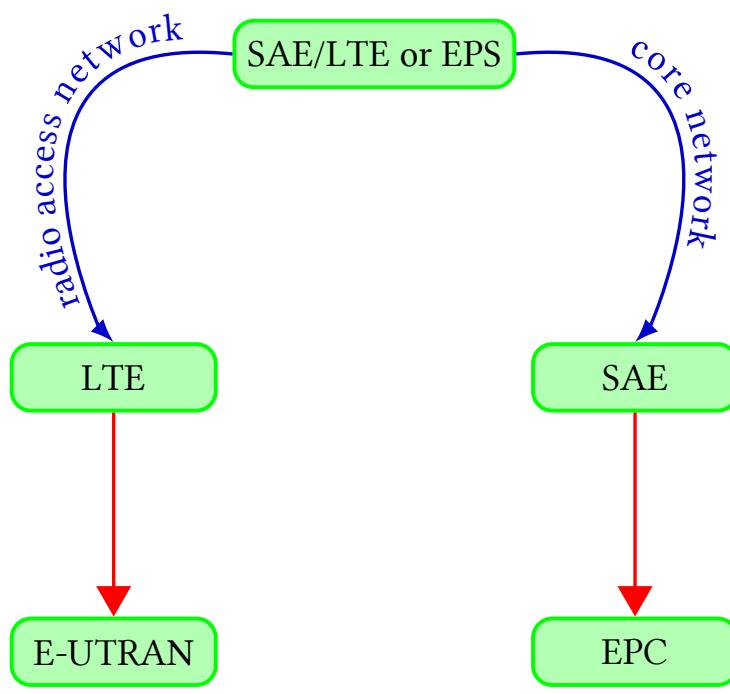
- سازوکار کنترل دسترسی چندگانه بکار گرفته شده در واسط رادیویی UMTS، فناوری WCDMA است. این تحول به قدری مهم بود که ما شبکه‌های نسل سه را با گاهی با عنوان WCDMA می‌شناسیم. از سوی دیگر،

سازوکار بکارگرفته شده برای پشتیبانی از ویژگی دوطرفه همگاه، هر دو سازوکار FDD و TDD است.

- شاید مهمترین تقاضای مشترکین نسل دورامی توان افزایش گذردهی دانست. IMT-2000 برای محیط‌های نقلیه ای ۱۴۴ کیلو بیت بر ثانیه و برای محیط‌های خانگی و داخلی ۲ مگابیت بر ثانیه قرار داده است. گرچه در توسعه‌های بعدی نسل سه، ما به نرخ 72Mbps نیز دست یافتیم.
- برای پشتیبانی هر چه بهتر و بیشتر از دسترسی کاربر، به شبکه جهانی اینترنت در هسته شبکه، بخش مجزایی برای مدیریت ارتباط کلیدزنی بسته‌ای (Packet Switch) در نظر گرفته شد.

نسل پھار

نسل چهار



- ☞ رویه استانداردسازی LTE در نوامبر ۲۰۰۴ آغاز گشت.
- ☞ توسعه‌های نسل چهار نظیر LTE-Adv، LTE، طراحی سامانه‌ای بود که می‌تواند به دو سوال پاسخ مناسبی بدهد.
- چه فناوری دسترسی چندگانه‌ای باید استفاده شود؟
- معماری شبکه دسترسی رادیویی باید چگونه باشد؟

رویه استانداردسازی LTE در نوامبر ۲۰۰۴ آغاز گشت. در آن تاریخ در کارگاه آموزشی در تورنتو کانادا، تعداد زیادی از شرکت‌ها و سازمان‌های فعال در حوزه مخابرات تلفن همراه، تصمیم بر آن گرفتند که مشخصه و ویژگی‌های سامانه‌های نسل آینده تلفن همراه را که می‌بایست توسط 3GPP گسترش و توسعه یابد، را تعیین کنند. 3GPP کار بر روی LTE را با برگزاری کارگاه آموزشی در نوامبر ۲۰۰۴ در کانادا، آغاز نمود.

اولین ارایه در این کارگاه آموزشی، بر روی بحث الزامات و فناوری‌های مورد نیاز برای برآورده سازی این الزامات برای نسل بعدی تلفن همراه، تمرکز داشت. بعد از این کارگاه آموزشی در دسامبر همان سال، 3GPP TSG RAN با آغاز مطالعه بر روی LTE موافقت نمود. همان‌طور که اسم کار گروه تعیین شده نشان می‌دهد، 3GPP در اولین گام به سراغ شبکه دسترسی رادیویی رفت. در اواسط سال ۲۰۰۵ و بعد از روشن شدن و تکمیل بحث الزامات، ادامه کار در حوزه دسترسی چندگانه، پشته پروتکلی و معماری به کارگروه‌های دیگر 3GPP واگذار گشت. مهم‌ترین دغدغه‌ای که کارگروه‌های 3GPP با آن مواجه بودند، طراحی سامانه‌ای بود که بتواند به دو سوال زیر پاسخ مناسبی ارایه دهد.

چه فناوری دسترسی چندگانه‌ای می‌بایست در LTE بکار گرفته شود؟

معماری شبکه دسترسی رادیویی باید چگونه باشد؟

کار گروه‌های 3GPP خیلی زود به این نتیجه رسیدند که سازوکار دسترسی چندگانه WCDMA و حتی توسعه‌ی آن، نمی‌تواند پاسخ‌گوی الزامات ارایه شده باشد. در همان کارگاه آموزشی سال ۲۰۰۴، در خیلی از ارایه‌ها سازوکار OFDMA و SC-FDMA به ترتیب برای پیوند فرسو و پیوند فراسو برگزیده شد. یکی از نکات جالب این بود که 3GPP توانسته بود با این سازوکار دسترسی چندگانه هم از حالت FDD و هم از TDD پشتیبانی نماید.

در اواخر سال ۲۰۰۵ تصمیم‌گیری در حوزه دسترسی چندگانه انجام شد. بعد از آن 3GPP به سراغ بحث معماری شبکه رفت. یکی از مهم‌ترین تصمیمات در این زمان، یکپارچه نمودن تمامی عناصر موجود در RAN بود. 3GPP نام این عنصر جدید را eNodeB نامید. کار بر روی ناحیه RAN و واسط آن با هسته شبکه تقریباً در مارس ۲۰۰۶ کامل گشت. تنها در ابتدای سال ۲۰۰۷، تغییرات جزیی در آن بوجود آمد.

در حالت کلی، یک شبکه تلفن همراه از دو قسمت کلی شبکه دسترسی رادیویی و هسته شبکه تشکیل شده

است، که هر قسمت به نوبه خود به چندین بخش تقسیم‌بندی می‌شود. LTE/SAE نیز از این قاعده مستثنა نیست، و در ادامه به بررسی این مطلب مبادرت می‌ورزیم. همان‌طور که به یاد دارید، شبکه دسترسی رادیویی UMTS از دو بخش تشکیل شده بود.

UMTS: واسط هوایی در UTRA ۱ به همراه UE اجزایی هستند که بخش UTRA را تشکیل می‌دهند.
RNC :UTRAN ۲ به همراه NodeB نیز بخش UTRAN را تشکیل می‌دهند.

در پروژه 3GPP به توسعه شبکه دسترسی رادیویی پرداخت. همزمان با این توسعه، E-UTRA و E-UTRAN قرار داده شده است. عنوانی جدید و ساختاری نوین. عناوین جدید این دو بخش SAE/LTE در ERAN با عنوان توسعه‌ای بر UMTS شبکه RAN، نیز دو بخش یاد شده را دارا است. البته با عنوانی جدید و ساختاری نوین. عناوین جدید این دو بخش E-UTRA و E-UTRAN قرار داده شده است. در پروژه 3GPP به توسعه شبکه دسترسی رادیویی گفته می‌شود. SAE عنوانی PDCP با عنوان EPC به توسعه هسته شبکه‌ای مبادرت ورزید که به طور کامل مبتنی بر IP است. است که به استانداردهایی از 3GPP که مسئولیت بررسی و استانداردسازی EPC را بر عهده دارد، اطلاق می‌شود. به ترکیب EPC به همراه ERAN اصطلاحا EPS گفته می‌شود.

تاکنون واژه‌هایی نظیر LTE، SAE، EPS، EPC، E-UTRAN و UTRA معرفی گشت. در برخی از مراجع هر یک از واژگان فوق گاه اشاره به کل شبکه (شبکه دسترسی رادیویی و هسته شبکه) و گاه اشاره به بخشی از شبکه دارد. اجازه بدھید توافقی برای استفاده از واژه‌های فوق در این نوشتار با یکدیگر داشته باشیم.

LTE/SAE این اصطلاح ناظر به کل شبکه‌ای (شبکه دسترسی رادیویی و هسته شبکه) است که 3GPP به عنوان توسعه‌ای بر UMTS ارایه داده است.

واژه‌ای است متناظر با LTE/SAE. در استانداردهای 3GPP بیشتر از این واژه برای اشاره به کل ساختار شبکه استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که اصطلاح LTE/SAE از اصطلاح EPS در بین نهادها و مراجع علمی خارج از 3GPP مشهورتر است.

EPC این اصطلاح بیشتر بر ساختار و معماری مبتنی بر IP هسته شبکه در LTE/SAE است. در حقیقت نام پروژه‌ای است که توسط 3GPP به هسته شبکه SAE، LTE/SAE گفته می‌شود، که مبتنی بر EPC است. در واقع فناوری نوینی است که در SAE بکار گرفته می‌شود.

E-UTRAN مشابه با اصطلاح EPC فناوری است که توسط 3GPP برای شبکه دسترسی رادیویی پیشنهاد شده است.

LTE این اصطلاح مشابه اصطلاح SAE است و به پروژه‌ای اطلاق می‌شود که 3GPP به منظور توسعه RAN شبکه UMTS انجام داده است. در حقیقت حاصل پروژه E-UTRAN در 3GPP پیشنهاد LTE برای شبکه دسترسی رادیویی شبکه LTE/SAE است.

E-UTRA این اصطلاح بیشتر اشاره به فناوری بکار رفته در شبکه دسترسی رادیویی دارد. در حقیقت این اصطلاح توصیف کننده RAT در شبکه LTE/SAE است.

نکته



بسیار دیده شده است که واژه LTE/SAE به جای LTE بکار رفته است.

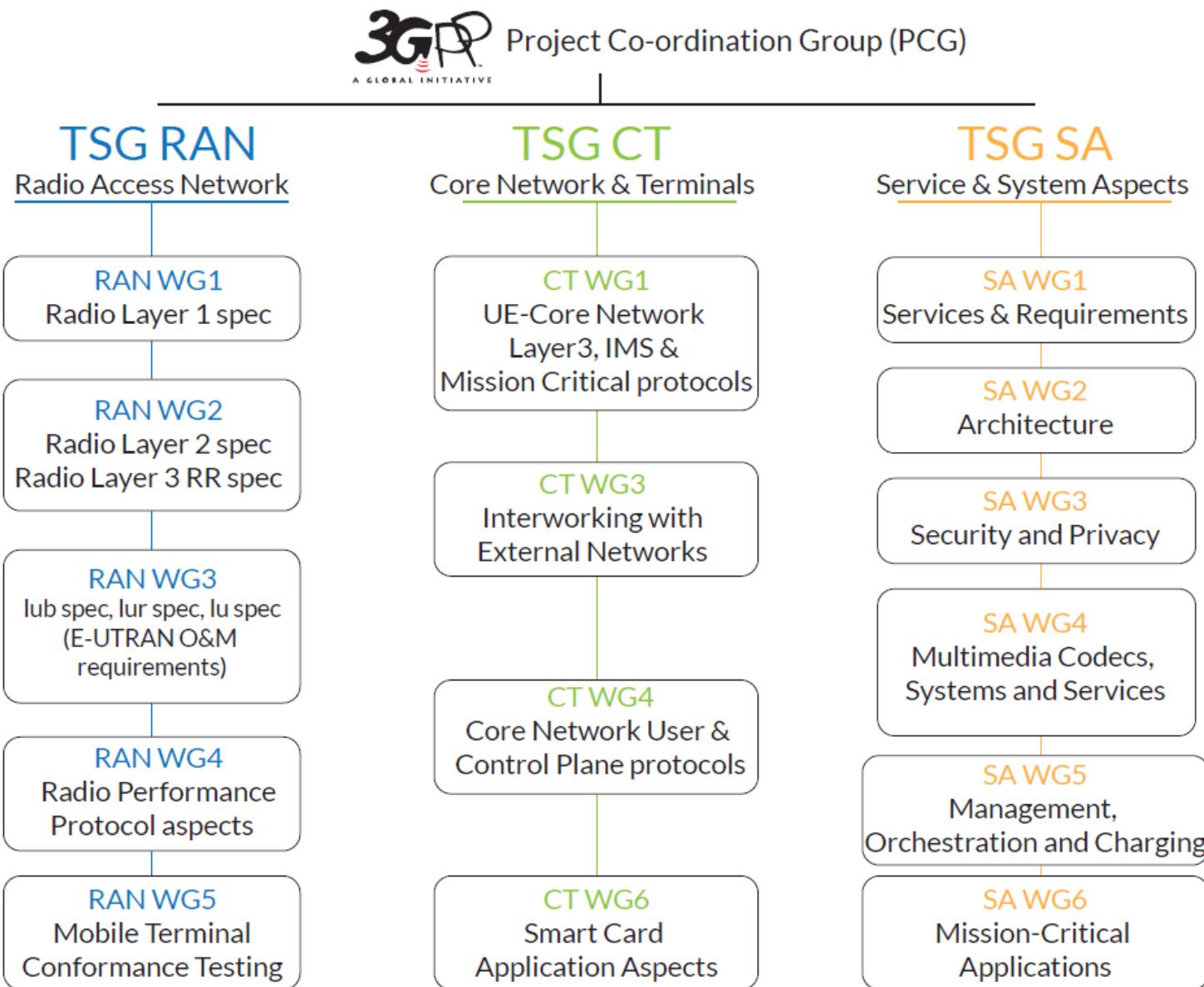


3GPP در دسامبر ۱۹۹۸ با ائتلاف شش نهاد استانداردسازی ارتباطات محلی، تشکیل شد.

ARIB و TTC از ژاپن، ATIS از آمریکا، CCSA از چین، ETSI از اروپا، TTA از کره و TSDSI از هند.

تمركز اوليه و اصلی 3GPP بر روی طراحی سامانه نسل سه تلفن همراه، بر مبنای توسعه GSM در روند پروژه ITU IMT-2000 بود.

کارگروههای 3GPP

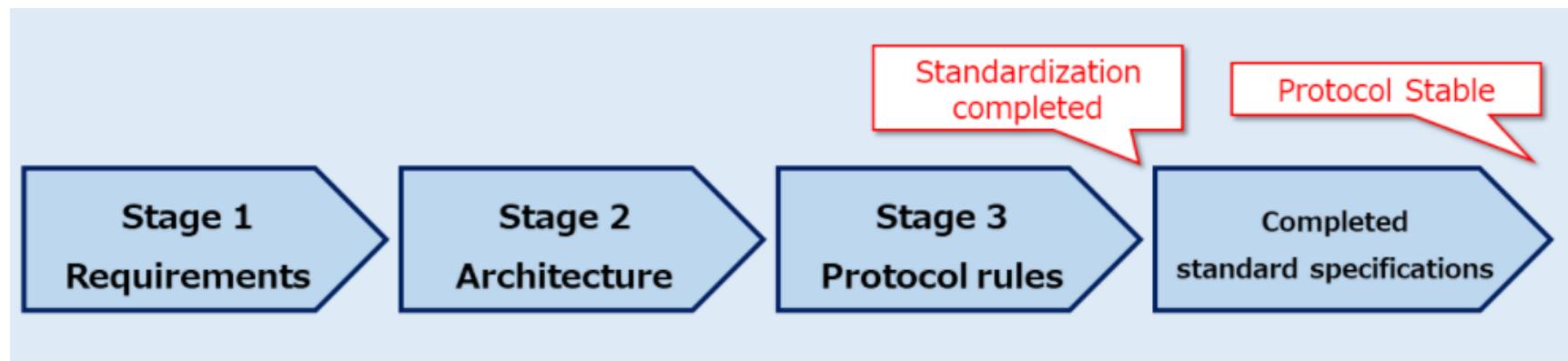


مراحل استانداردسازی در 3GPP

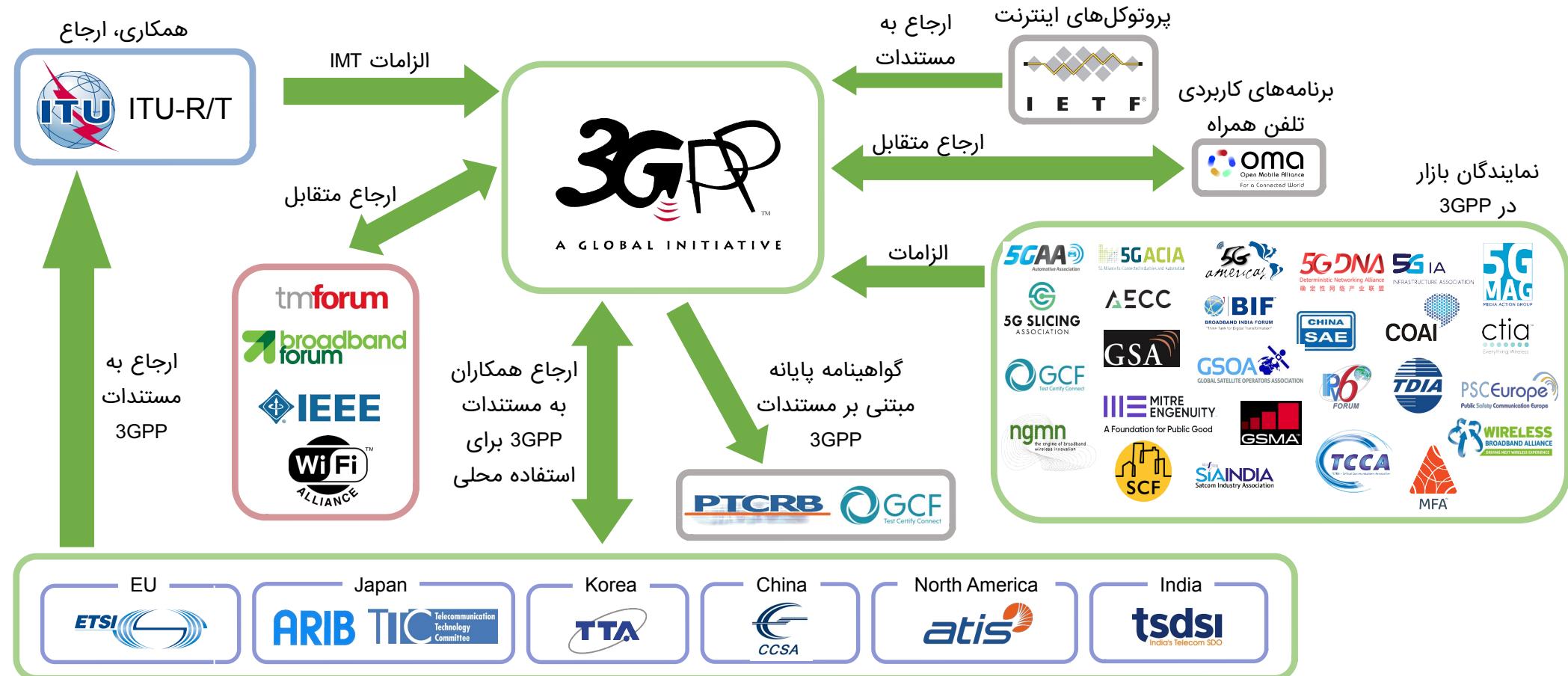
3GPP از یک روش سه/چهار مرحله‌ای پیروی می‌کند که در توصیه ITU-T I.130 تعریف شده است:

- الزامات و خدمات سرویس را از نقطه نظر کاربر تعریف و توصیف می‌کند.
- معماری را برای پشتیبانی از الزامات سرویس تعریف می‌کند.
- اجرای معماری را با مشخص کردن پروتکل‌ها در جزئیات مربوطه.
- گاهی اوقات (Test specifications) به عنوان مرحله چهار تعریف می‌شود.

در نهایت پروتکل به حالت پایدار در می‌آید، و در Release‌ها دسته‌بندی می‌شود (تاریخ انجاماد).



ارتباط 3GPP با سایر نهادها



۱) مستندات 3GPP تحت عنوان مشخصه‌های فنی (TS) و یا گزارش‌های فنی (TR)، منتشر می‌شود.

۲) هر مستند 3GPP، به یکی از دو صورت زیر شماره‌گذاری می‌شود.

۱) برای مشخصه‌های فنی: 3GPP TS xx.yyy

۲) برای گزارش‌های فنی: 3GPP TR xx.yyy

دو رقم آغازین بیانگر سری مستند مربوطه است (دسته‌بندی بر حسب موضوع و حوزه کاری).

3GPP مشخصه‌های فنی خود را تحت عنوان Release منتشر می‌شود. معمولاً هر Release نسبت به

قبل از خود، یک صعود و جهش در مسیر توسعه شبکه محسوب می‌شود.

مثال ۴) به عنوان مثال، TS 25.212 version 9.1.10 بر روی موضوع همتافتگری و کدگذار کانال در حالت

FDD، تمرکز می‌کند. این مستند در حوزه جنبه‌های رادیویی شبکه دسته‌بندی می‌گردد.

مهمترین نهاد استانداردسازی در حوزه شبکه‌های تلفن همراه، نهاد 3GPP است. 3GPP در دسامبر ۱۹۹۸ با

ائتلاف شش نهاد استانداردسازی ارتباطات منطقه‌ای، به شرح زیر تشکیل شد:

ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) ①

TTC (Telecommunication Technology Committee) ②

ATIS (Alliance for Telecommunications Industry Solutions) ③

CCSA (China Communications Standards Association) ④

ETSI (European Telecommunications Standards Institute) ⑤

TTA (Telecommunications Technology Association) ⑥

در چند سال اخیر، نهاد TSDSI (Telecommunications Standards Development Society, India)

از هند نیز به این جمع اضافه شده است. البته به این هفت نهاد اصطلاحاً همکاران سازمانی گفته می‌شود. تمرکز اولیه

و اصلی 3GPP بر روی طراحی سامانه نسل سه تلفن همراه، بر مبنای توسعه GSM در روند پروژه IMT-2000

سازمان ITU بود. البته بعدها حیطه کاری 3GPP به توسعه و استانداردسازی شبکه‌هاس نسل چهار، پنج و شش گسترش یافت.

نهاد مهم بعدی در 3GPP، تیم پشتیبانی است، که از آن با عنوان مرکز تایید صلاحیت تلفن همراه (Mobile) (نهاد مهم بعدی در 3GPP، تیم پشتیبانی است، که از آن با عنوان مرکز تایید صلاحیت تلفن همراه Mobile) یاد می‌شود. این تیم در مقر ETSI Sophia-Antipolis در فرانسه قرار دارد. مدیریت Competence Centre) جلسات 3GPP و کارهای زیرگروه‌ها، تعیین برنامه کاری، ویرایش توصیه نامه‌های منتشرشده، تصمیم‌گیری در مورد تغییر و ایجاد توصیه‌نامه جدید، بر عهده تیم پشتیبانی قرار داده شده است

۳۸۷ نهاد وابسته به شش سازمان همکار 3GPP، به عنوان بازوی اجرایی 3GPP محسوب می‌شوند. علاوه بر این، 3GPP از تعدادی نهاد خصوصی متخصص در امر بازاریابی، نیز دعوت نموده است. وظیفه اصلی این نهادها، مشاوره در مورد تقاضای بازار در مورد خدمات، قابلیت‌ها و امکاناتی است، که شبکه می‌بایست آن‌ها را پشتیبانی کند. این نهادها هیچ‌گونه استانداردی را تدوین و منتشر نمی‌کنند.

IETF یک تشکیلات باز و آزاد برای مهندسان و محققان دانشگاه و صنعت است. در حقیقت هر فردی می‌تواند

عضو IETF استانداردهای مربوط به اینترنت و به صورت کلی شبکه‌های مبتنی بر IP را تعیین می‌کند. پروتکل IP نمونه‌ای از کارهای IETF است. استانداردهای ارایه شده تحت م-tone با عنوان RFC منتشر می‌شود. RFC‌ها مراجعی بزرگ درباره مسائل مربوط به شبکه هستند، که هر کدام از آنان درباره موضوعی خاص نوشته شده و شماره مربوط به خود را دارند. به عنوان مثال RFC 768 UDP پروتکل را مورد بررسی قرار می‌دهد. این مراجع به صورت فایل‌های متنی هستند، که بیشتر در قالب موضوعات تخصصی همچون تشریح پروتکل‌های مختلف شبکه اینترنت منتشر می‌شوند. این مراجع یکبار منتشر شده و هرگز تغییر داده نمی‌شوند (حتی اگر حاوی اشتباه باشند).

اعضای IETF در هر سال سه بار جلسه دارند، و در هشت حوزه کاری فعال هستند، که این حوزه‌ها عبارتند از:

☞ حوزه کاربرد

☞ حوزه عمومی

☞ حوزه اینترنت

 حوزه عملیات و مدیریت

 منطقه مسیریابی

 حوزه امنیت

 حوزه ترابری

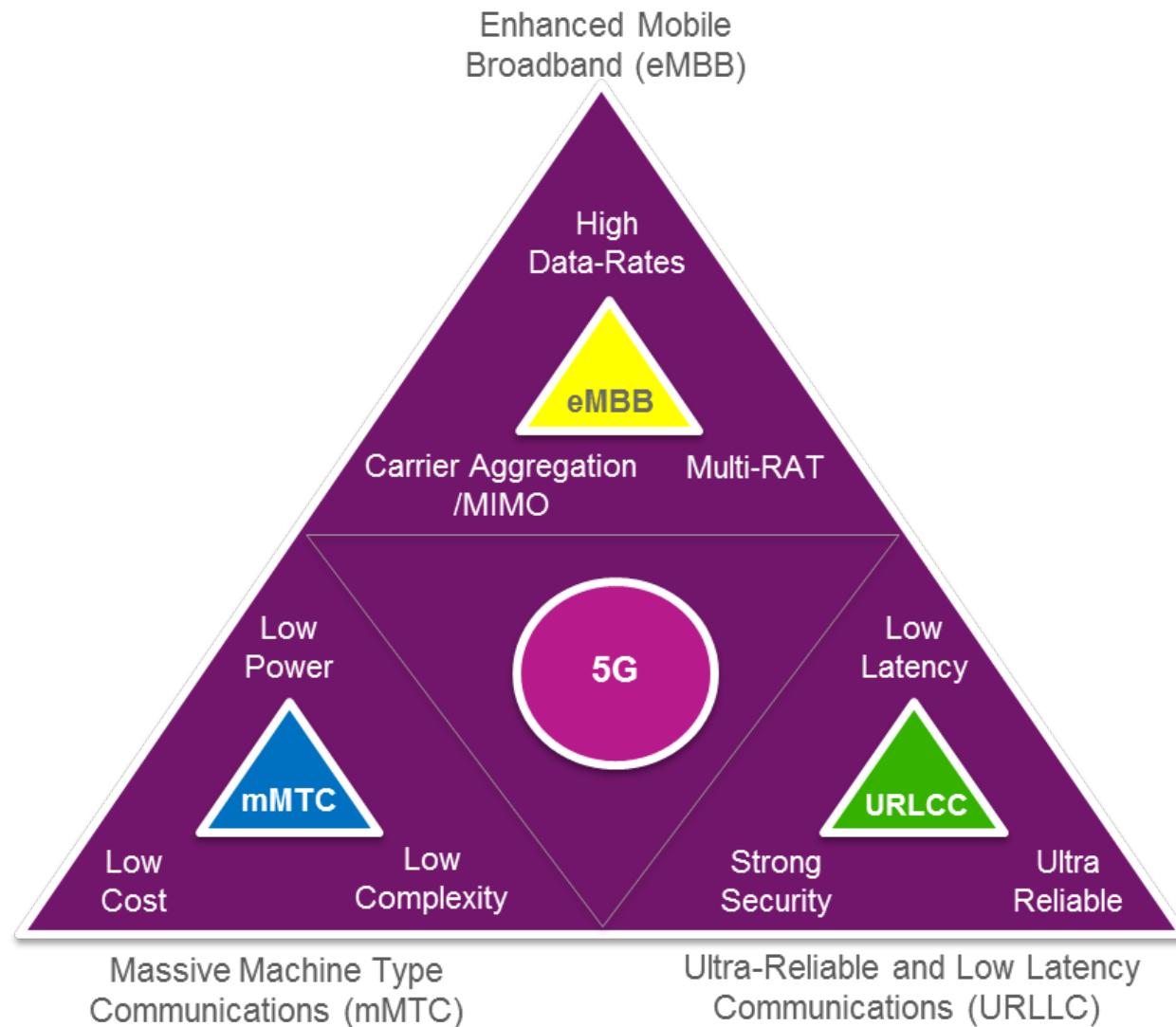
 حوزه زیر IP

حروفهای ترین اجتماع علمی جهانی، در زمینه انواع فناوری‌های پیشرفته است. این سازمان با بیش از ۴۲۲ هزار عضو در ۱۶۰ کشور جهان، دارای بیشترین شمار اعضا از هر سازمان حرفه‌ای دیگری است، که از این میان بیش از ۶۸ هزار عضو آن، دانشجو هستند. انجمن مهندسین برق و الکترونیک IEEE، با انتشار حدود ۲۰۰ مجله و ۱۹۰۰ مجموعه نوشتار همایش در سال، منتشرکننده یک سوم نوشه‌های مهندسی چاپ شده در زمینه مهندسی برق و الکترونیک و دانش رایانه است.

پروژه IEEE 802 معروف‌ترین و شناخته‌شده‌ترین پروژه IEEE در زمینه مخابرات رادیویی است. خانواده استاندارد

IEEE 802 مجموعه استانداردهایی است که توسط IEEE برای شبکه‌های LAN و MAN طراحی شده است. نقطه مرکز IEEE 802 بر روی لایه فیزیکی و لایه پیوند داده است.

نسل پنج



نسل پنجم شبکه تلفن همراه (5G)، استانداردهای پیشنهادی برای نسل جدید ارتباطات سیار است که پس از نسل چهارم شبکه تلفن همراه فعلی ارائه می‌شود. برنامه‌ریزی آن بر افزایش سرعت اتصال اینترنت از سمت عملگرها به میزان 20 گیگابیت، به همراه افزایش ظرفیت بیشتر نسبت به نسل چهارم هدف‌گذاری شده است، که اجازه می‌دهد حداقل یک میلیون بیشتر کاربران ارتباطات باندپهن سیار در هر واحد سطح شبکه در هر کیلومتر مربع به شبکه متصل باشند هر کاربر باید در شلوغ‌ترین حالت حداقل 100 مگابیت بر ثانیه را تجربه کند که این در استاندارد نسل چهارم قید نشده است. کاهش مصرف انرژی هم معیاری است که در این نسل به آن توجه شده است و دستگاه‌های فرستنده و گیرنده عملگرها باید در ساعت کم مصرف به حالت صرفه جویی انرژی وارد شده و به سرعت فعال شوند این معیار هم در نسل چهارم قید نشده بوده است. در نتیجه، امکان ارتباط به صورت رسانه جاری در ساعات زیاد از طریق تلفن همراه را برای افراد فراهم می‌کند. همچنین، هدف عملیاتی دیگر آن بهبود پشتیبانی از ارتباطات ماشین به ماشین، یعنی اینترنت اشیا، با هزینه کمتر، مصرف با تری کمتر و تأخیر کمتر از نسل چهارم می‌باشد. در اوائل سال ۲۰۱۲، ITU برنامه‌ای را با عنوان IMT-2020 به منظور توسعه

شبکه‌های نسل پنجم تدوین نمود. در این پیشنهاد سه کاربرد کلیدی در 5G را به عنوان موبایل پهنه‌باند افزایش یافته تعریف می‌کند، ارتباطات ماشینی سنگین، فوق قابل اطمینان و ارتباطات با نهفتگی کم. همچنین گزارش مشابهی به راهنمایی درباره ملزمومات این سناریوها در زمینه شاخص‌های اجرایی مانند بهره طیفی، نهفتگی، چگالی ارتباط، ظرفیت ترافیکی ناحیه اشاره می‌کند.

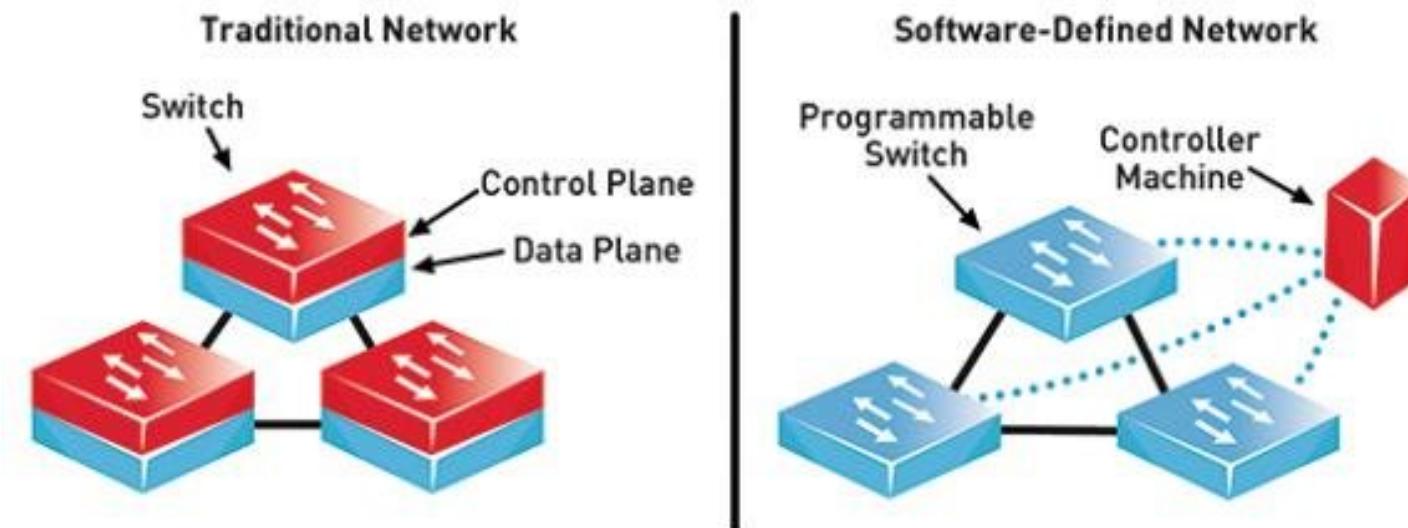
رادیوی نرم افزار محور (Software-Defined Radio)

پیاده‌سازی ماژول‌های مخابراتی به صورت نرم‌افزاری



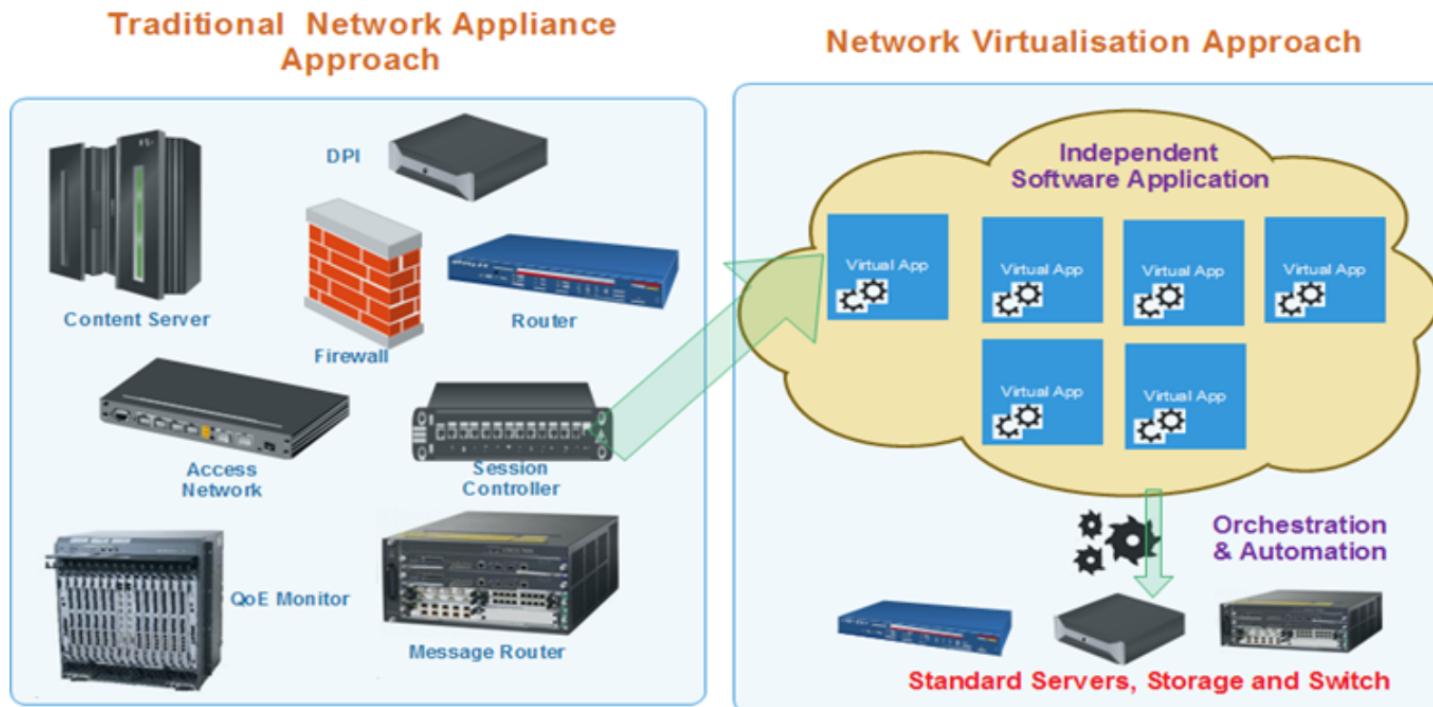
شبکه های نرم افزار محور (Software Defined Network)

رویکرد نوینی در حوزه شبکه است که ایده اصلی آن جداسازی بخش کنترلی و داده از یکدیگر و بهره گیری از کنترل کننده های مبتنی بر نرم افزار است.



(Network Function Virtualization) مجازی سازی توابع شبکه

پیاده سازی توابع شبکه بر روی خدمت گزاران به صورت نرم افزاری



شبکه‌های مورد استفاده عملگرهای شبکه تلفن همراه مملو از تجهیزات سخت افزاری اختصاصی با گوناگونی بسیار زیاد هستند. در حالی که راه اندازی یک سرویس شبکه‌ی جدید نیازمند اضافه کردن گونه‌هایی جدید از این تجهیزات و یافتن فضای فیزیکی برای آنها است. همچنین سرعت بالای پایان حیات و فرسودگی این تجهیزات، طراحان شبکه را وادار به اجرای مکرر چرخه‌ی طراحی-ساخت-به کارگیری می‌کند. نکته‌ی بدتر این است که امروزه چرخه‌ی حیات سخت افزار در حال کوتاه‌تر شدن است درحالی که نوآوری در فناوری و سرویس‌ها در حال شتاب‌گیری بوده و مانع از بیرون آمدن سود درآمد جدید سرویس‌های شبکه و محدود کردن نوآوری در دنیای مرتبط شبکه محور می‌گردد.

شبکه نرم افزار محور (SDN) یک معماری برای ایجاد شبکه‌های هوشمند قابل برنامه‌ریزی ارائه می‌دهد. به طور کلی، در این معماری سطوح داده و سطوح کنترلی از هم جدا می‌شوند، حالت و هوش شبکه به طور منطقی متمرکز می‌شوند، و زیرساخت اصلی شبکه از برنامه کاربردی گرفته می‌شود. اجزای کلیدی شبکه نرم افزار محور (SDN) یک رابط باز بین نهادهای سطوح داده و سطوح کنترلی و نیز قابلیت برنامه‌ریزی نهادهای شبکه توسط

برنامه‌های کاربردی خارجی هستند. مزایای اصلی این معماری جدایی منطقی هوش شبکه به منظور جدایی کنترل‌کننده‌های مبتنی بر نرم افزار، آشکارسازی قابلیت‌های شبکه از طریق رابط برنامه کاربردی، و فعال‌سازی برنامه کاربردی به منظور درخواست و خدمات متعدد ارائه شده توسط شبکه است. از دیگر مزایای شبکه‌های نرم افزار محور می‌توان موارد زیر را اشاره نمود:

- ✓ کنترل متتمرکز شبکه،
- ✓ پویایی در تغییر و پیکربندی،
- ✓ کاهش پیچیدگی،
- ✓ ایجاد توازن بار،
- ✓ تامین ویژگی‌های کیفیت خدمات،
- ✓ بهینه‌سازی جهت افزایش کارایی،
- ✓ افزایش تحمل‌پذیری خط.

معماری سطح بالای شبکه نرم افزار محور معرفی شده از سوی [بنیاد شبکه باز](#) دارای سه لایه اصلی می باشد.

لایه برنامه های کاربردی

در این بخش برنامه های مدیریتی و کاربردی قرار می گیرند که با استفاده از آن ها، مدیر شبکه می تواند داده هایی از وضعیت شبکه دریافت یا دستوراتی را برای کنترل کننده ارسال کند.

لایه کنترل

این لایه واسط میان برنامه های مدیریتی و کاربردی و زیرساخت اصلی شبکه می باشد.

لایه زیرساخت فیزیکی

این قسمت شامل تجهیزاتی مانند سوئیچ های منطبق بر معماری جدید می باشد که دستورات را از لایه کنترل گرفته و اجرا می کند.

رویکرد مجازی سازی توابع شبکه (NFV) با به کار گیری فناوری استاندارد مجازی، بسیاری از توابع شبکه را بر روی خدمت گزاران استاندارد حجم بالا، سوئیچ ها و ذخیره سازها پیاده سازی می کند. این امر با پیاده سازی توابع

شبکه صورت نرم افزاری که می‌تواند بر روی طیفی از سخت افزار خدمت‌گزار استاندارد صنعتی اجرا شود، میسر می‌شود.

در 5G، مجازی‌سازی توابع شبکه (NFV)، بهینه‌سازی تامین منابع را برای کاربران پایانی با کیفیت خدمات بالا و کارایی عملیات توابع مجازی شبکه از جمله حداقل تاخیر و نرخ خرابی را تضمین می‌کند. از جمله ویژگی‌های مجازی‌سازی توابع شبکه (NFV) می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- اشتراک منابع: تقسیم یک منبع با ظرفیت یا سرعت بالا به چندین منبع کوچکتر و استفاده مستقل از هر کدام از آن‌ها مانند سرویس‌دهنده‌های ابری که سرورهای بزرگ خود را به صورت مجازی به بخش‌های کوچکتری تقسیم می‌کند و آن‌ها را جداگانه اجاره می‌دهند.
- ایزوله کردن: به صورت کلی محافظت از تغییرات منابع محیط توسط عوامل خارجی است.
- تجمیع: ترکیب چندین منبع و ایجاد یک قالب بزرگ‌تر از آن منبع برای سهولت کار با آن‌ها. مانند یک پارچه‌سازی فضای ذخیره‌سازی در شرکت‌های بزرگ.

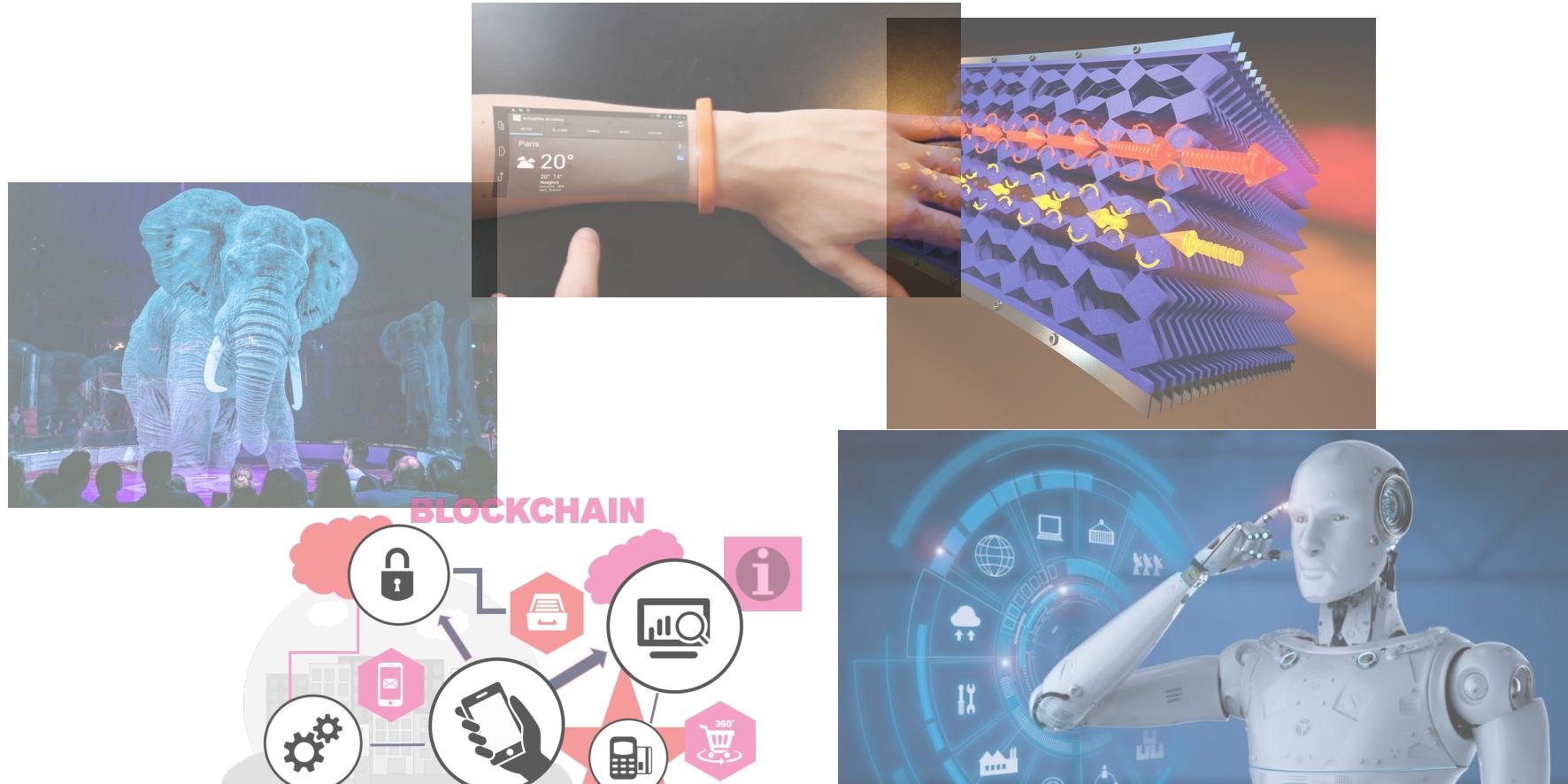
- مدیریت پویا: مجازی سازی این امکان را فراهم می‌آورد تا منابع به صورت پویا به کاربران تخصیص داده شود. مهاجرت منابع و ایجاد توازن بار نیز از ویژگی‌های دیگر مدیریت پویا می‌باشد.
- مدیریت ساده‌تر: پس از پیاده‌سازی‌های اولیه، بهبود چشمگیری در صرفه‌جویی در زمان و هزینه شاهد خواهیم بود. توسعه، تست، تکثیر و حذف منابع نیز با آسودگی بیشتری انجام می‌شوند.
- کاهش هزینه‌ها: در گذشته، بخش مهمی از هزینه‌های بنیادی و عملیاتی شرکت‌ها صرف منابع فیزیکی و نگهداری آن‌ها توسط نیروهای متخصص می‌شدند. با رویکرد مجازی‌سازی، این نوع هزینه‌ها با کاهش قابل ملاحظه‌ای رو به رو می‌شوند.
- امکان مهاجرت ساده ماشین‌های مجازی: انتقال ماشین‌های مجازی و آماده شده برای یک منظور خاص، بسیار ساده‌تر از انتقال‌های فیزیکی برای همان منظور می‌باشد.
- صرفه‌جویی در مصرف انرژی: مدیر شبکه یا سیستم‌ها به صورت خودکار می‌توانند به صورتی تنظیم شوند، که در صورت نیاز سرویس‌دهی کنند و در زمان‌های دیگر خاموش شوند تا هم انرژی کمتری مصرف کنند و

هم عمر آن‌ها افزایش یافته و خرابی در آن‌ها کاهش یابد.

- انعطاف‌پذیری بالا: ایجاد تغییر و بررسی در این نوع تجهیزات بسیار آسان‌تر از صورت فیزیکی آن می‌باشد.
- افزایش بهره‌وری: با توجه به موارد گفته شده کارایی و بهره‌وری نیز در این سیستم‌ها بسیار بهبود پیدا می‌کند.

شیخ نسل

نسل شش و آینده‌ای نزدیک ...



XR Application, BCI, CRAS, Block Chain, Metamaterial

هنوز چیز زیادی در مورد نسل شش شبکه‌های تلفن همراه نمی‌دانیم. گرچه در این میان با پرسش‌های بسیاری در این زمینه مواجه می‌شویم که چه کاربردهایی قرار است در نسل شش باشد که نسل پنج نمی‌تواند آن‌ها ارایه کند؟ در کل شبکه‌های تلفن همراه به کدام سو توسعه خواهد یافت؟

در مقالات ارایه شده در این حوزه [۲]، این موارد به عنوان توسعه‌ای برای نسل شش در نظر گرفته شده است:

- برنامه‌های کاربردی XR: در گزارش مقدماتی Network 2030 که از سوی اتحادیه جهانی مخابرات ITU (Holographic International Telecommunication Union) منتشر شده است، از ارتباط هلوگرافیک (Communication) و ارتباط چندحسی به عنوان بخشی از فرایند توسعه شبکه‌های نسل جدید، یاد شده است. ارتباط هلوگرافیک، ارتباطی است که در آن تجسم سه‌بعدی یک فرد یا جسم در مقابل چشمان غیرمسلح ما پدیدار می‌گردد (نیازمند حجم بالای اطلاعات). در ارتباط چندحسی نیز اطلاعات مربوط به همه حواس از بینایی و شنوایی گرفته تا حس لامسه، چشایی و بویایی. چالش اصلی در این حوزه نیز طراحی فرستنده و گیرنده لازم برای این انتقال است.

- با پیشرفت فناوری و گسترش روزافزون شبکه‌ها، نیاز به یک ارتباط قابل اطمینان، با تاخیر بسیار کم، امن و با گذردهی بالا بیش از پیش احساس می‌گردد، و این به معنای تغییر ساختار اینترنت از حالت Best Effort خواهد بود.
- BCI (Wireless Brain-Computer Interactions) که منجر به تعاملات بین مغز و کامپیوتر به صورت بی‌سیم می‌شود که ارتباط مستقیم بین مغز و سامانه‌های کامپیوتری را به صورت بی‌سیم ممکن می‌سازد. تایپ بدون صفحه کلید.
- سامانه‌های CRAS (Connected Robotics and Autonomous Systems) یا روبات‌های متصل و سامانه‌های خودکار است که شامل ارسال کالا با پهبا، خودروهای خودران و گروه پهباوهای خودکار خواهد بود.
- تاثیرگذاری نقش BlockChain
- نرخ داده در حد تراویت بر ثانیه برای آن در نظر گرفته شده است.
- استفاده از فراماده که انقلابی است عظیم در عرصه تکنولوژی. فراماده موادی هستند که نحوه تعامل آن‌ها

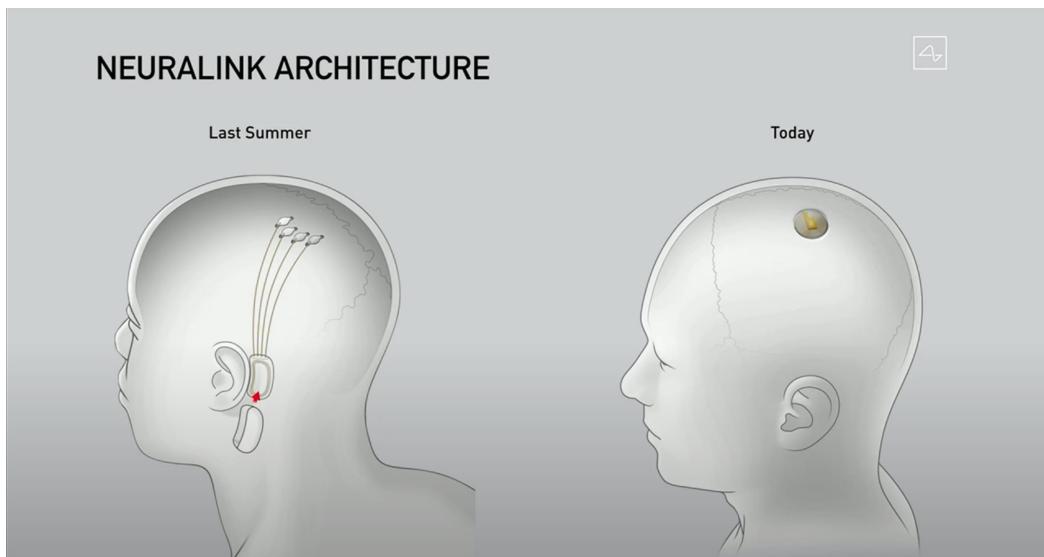
با امواج الکترومغناطیسی متفاوت از مواد عادی است. مثلا ضریب شکست نور آن‌ها منفی است. از این مواد می‌توان در کنترل رفتار امواج رادیویی استفاده کرد.

- تغییر نگرش از انبوه داده به داده‌های کوچک به صورت غیرمت مرکز.
- تغییر از شبکه‌های خودسامانده به شبکه‌های خود پایدار برای مقابله و تطابق با شرایط محیطی به شدت متغیر.
- پایان عصر گوشی‌های هوشمند، رونق وسایل پوشیدنی

نگاهی به فعالیت‌های شرکت Neuralink

- ارائه راه حل‌های بدون اثر منفی و با قابلیت برگشت

برای ناتوانی‌های عصبی



- ارتقای مدل اولیه و کاهش ابعاد ایمپلنت
- قرارگیری ایمپلنت داخل جمجمه
- ارتباط از طریق بلوتوث تا فاصله ۵ تا ۱۰ متری
- هر لینک دارای ۱۰۲۴ الکترود در ۱۰ میلی‌متری
- تست حیوانی موفق و به دنبال دریافت تاییدیه‌های لازم برای تست انسانی

طبق گزارش [تسلاراتی](#)، ایلان ماسک، در  درمورد این که از نظر پیشرفت فناوری در پشت صحنه چه می‌گذرد، در یک رویداد پخش زنده صحبت کرد. وی تأکید کرد که هر فردی در برهه‌ای از زندگی خود با مشکل مغزی یا ستون فقرات روبرو می‌شود. از این رو، اهداف  این است که این مشکلات را برای هرکسی که می‌خواهد آنها را حل کند، به طور ساده و برگشت‌پذیری حل کند. همچنین باید گفت این راه حل‌ها هیچ اثر منفی ندارند. مانند بیشتر نمونه‌های BCI، تراشه‌های نورالینک، در ابتدا به عنوان راهی کمک به ناتوان‌های عصبی طراحی شده بود، اما ایلان ماسک به فراتر نگاه کرده و مدعی شد نورالینک می‌تواند به انسان اجازه دهد تا ارتباط مستقیمی با هوش مصنوعی داشته باشد.

در مدل اولیه ارائه شده از ایمپلنت‌های نورولینک یک وسیله باید در پشت گوش قرار می‌گرفت تا بتواند با ایمپلنت کاشته شده درون جمجمه ارتباط برقرار کند اما نورولینک با توسعه‌ی ایمپلنت خود که آن را لینک می‌نامد توانسته این سیستم را دگرگون کند و ابعاد ایمپلنت را به اندازه‌ی یک سکه کوچک کند. در ضمن برخلاف مدل اولیه هیچ بخشی از این سیستم در بیرون از بدن قرار ندارد و ایمپلنت تنها درون جمجمه قرار می‌گیرد. ارتباط

لینک با دنیای خارج مغز از طریق بلوتوث و تا فاصله‌ی بین ۵ تا ۱۰ متری امکان پذیر بوده و لینک می‌تواند به رایانه یا گوشی تلفن همراه متصل شود و تمامی فعالیت‌های مغزی را به نمایش بگذارد.

تست حیوانی این محصول با چندین خوک مورد آزمایش به نمایش گذاشته شده و خوکی که ایمپلنت نورولینک در مغز وی کار گذاشته شده بود کاملاً سالم بوده و فعالیت طبیعی داشت. همچنین در خوک دیگری دو الکترود کار گذاشته شده تا نشان دهد که می‌توان چندین ایمپلنت را در بخش‌های مختلف مغز کار گذاشت. همچنین در مغز خوکی به نام دوروتی ایمپلنت کاشته و خارج شده تا نشان داده شود که این ایمپلنت قابلیت برگشت‌پذیری بدون آسیب مغزی دارد.

این دستگاه موفق به دریافت تاییدیه FDA برای طراحی شده و آماده می‌شود تا اولین کاشت انسانی را به زودی پس از تاییدیه‌های لازم و تست ایمنی انجام دهد. این شرکت یک گام دیگر به سوی آزمایش انسانی نورولینک برداشته است اما این که چه زمانی آمادگی پیدا کند تا اولین تست انسانی را انجام دهند مشخص نیست.

ایلان ماسک در ارائه‌ی خود ایمپلنت نورولینک را به یک ساعت هوشمند fitbit شبیه می‌کند که درون جمجمه‌ی

فرد قرار می‌گیرد. هر لینک دارای ۱۰۲۴ الکترود ۲۳ میلی‌متر بوده و دارای حسگرهای مختلف مانند سنسور دما، فشار، ژیروسکوپ و دیگر سنسورها می‌باشد. این ایمپلنت از تکنولوژی شارژر بی‌سیم بهره می‌برد که در طول شب می‌تواند توسط شارژر مخصوص خود شارژ شود.

- [1] GSMA, “The Mobile Economy 2022,” [Online], Available: <https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2022/02/280222-The-Mobile-Economy-2022.pdf>, 2022.
- [2] W. Saad, M. Bennis, and M. Chen, “A vision of 6G wireless systems: Applications, trends, technologies, and open research problems,” *arXiv preprint arXiv:1902.10265*, 2019.

Numbers

٣GPP	٣Rd Generation Partnership Project
٣GPP٢	٣Rd Generation Partnership Project two
٥G	Fifth Generation of Mobile Networks

A

AM	Amplitude Modulation
AMPS	Advanced Mobile Phone Service
AMTS	Advanced Mobile Telephone System
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
ATIS	Alliance for Telecommunications Industry Solutions

B

BS Base Station

C

CCSA China Communications Standards Association

CDMA Code Division Multiple Access

CDMA²⁰⁰⁰ Code Division Multiple Access 2000

CEPT Conference of European Posts and Telecommunications

CS Circuit-switched

D

DARPA Defense Advanced Research Projects Agency

DCS Digital Cellular System

E

EDGE Enhanced Data rates for GSM Evolution

EHF Extremely High Frequency

eNodeB Evolved NodeB

EPC Evolved Packet Core

EPS Evolved Packet System

ERAN	Evolved Radio Access Network
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
E-UTRA	Evolved Universal Terrestrial Radio Access
E-UTRAN	Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network
F	
FDD	Frequency Division Duplexing
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FM	Frequency Modulation

G

GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communication
GSMA	GSM Association

H

HF	High Frequency
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSPA	High Speed Packet Access
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access

I

IC	Integrated Circuit
ICT	Information and Communications Technology
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IMP	Interface Message Processor
IMT-···	International Mobile Telecommunications-···
IMTS	Improved Mobile Telephone Service
IP	Internet Protocol

ITU International Telecommunication Union
ITU-D ITU Development
ITU-R ITU Radiocommunication
ITU-T ITU Standardization

L

LAN Local Area Network
LTE Long Term Evolution

M

MAN	Metropolitan Area Network
MF	Medium Frequency
MS	Mobile Station
MTS	Mobile Telephone Service

N

NFV	Network Function Virtualization
NMT	Nordic Mobile Telephone
NTT	Nippon Telephone and Telegraph

O

OFDMA Orthogonal Frequency Division Multiple Access

P

PCS Personal Communications Service

PDC Personal Digital Cellular

PS Packet-switched

PTT Push To Talk

R

RAN	Radio Access Network
RAT	Radio Access Technology
RF	Radio Frequency
RFC	Request for Comments
RNC	Radio Network Controller

S

SAE	System Architecture Evolution
SC-FDMA	Single Carrier FDMA

SDN	Software Defined Networks
SDR	Software Defined Radio
T	
TACS	Total Access Communication System
TDD	Time Division Duplex
TDMA	Time Division Multiple Access
TR	Technical Report
TS	Technical Specification
TSDSI	Telecommunications Standards Development Society, India

TTA Telecommunications Technology Association

TTC Telecommunication Technology Committee

U

UDP User Datagram Protocol

UE User Equipment

UHF Ultra High Frequency

UMTS Universal Mobile Telecommunications System

UTRA UMTS Terrestrial Radio Access

UTRAN UMTS Terrestrial Radio Access Network

V

VHF Very High Frequency

W

WARC World Administrative Radio Conference

WCDMA Wideband Code Division Multiple Access

WRC World Radiocommunication Conferences

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

A

B	شبکه اقتضایی	Ad-hoc Network
Bandwidth	مجاور	Adjacent
Base Station	واسطه هوایی	Air Interface
Broadcast	مخابرات آنالوگ	Analog Communication
	برنامه کاربردی	Application
	حوزه کاربرد	Application Area
	معماری	Architecture
	پهناهی باند	Bandwidth
	ایستگاه پایه	Base Station
	همه‌پخشی	Broadcast
	جای هم‌جاوای	Adjacent
	فضای هوایی	Air Interface
	شبکه اقتضایی	Ad-hoc Network

C شبکه رایانه‌ای Computer Network

فشرده‌سازی Compression

مُد متصل Connected Mode

سطح کنترلی Control Plane

هسته شبکه Core Network

هزینه Cost

D

لایه پیوند داده Data Link Layer

سطح داده Data Plane

ظرفیت Capacity

حامل Carrier

سلول Cell

شناسه سلول Cell Identity

کدگذار کanal Channel Coding

استفاده مجدد از کanal Channel Reuse

کلیدزنی مداری Circuit Switch

پوشش Coverage

تصادم Collision

F

Full Duplex دو طرفه همگاه

Frequency Band باند فرکانسی

Frequency Reuse باز مصرف فرکانسی

Duplexing دو جهتی

Digital Communication مخابرات رقمی

Downlink پیوند فروسو

G طیف امواج الکترومغناطیسی

General Area حوزه عمومی

Generation نسل

Spectrum طیف امواج الکترومغناطیسی

End User کاربر پایانی

H شبکه با زیرساخت Infrastructure Network

واسطه Interface

تداخل Interference

حوزه اینترنت Internet Area

یک طرفه Half-Duplex

پاسکاری HandOff

واگذاری Handover

واگذاری سخت Hard Handover

M

دسترسی به رسانه Medium Access

ارتباط هلوگرافیک Holographic Communication

پیام Message

I دسترسی چندگانه Multiple Access

کنترل دسترسی چندگانه Multiple Access Control

میزبان Host

درون بنا Indoor

N

Neighbor Cell سلول همسایه

Network Core هسته شبکه

Network Function مجازی سازی توابع شبکه

Node گره

Virtualization

Multiplexing همتافتگری

Mobile Access دسترسی متحرک

Mobile مرکز تایید صلاحیت تلفن همراه

Competence Centre

Mobile Network شبکه سیار

Mobile Radio Telephone تلفن رادیویی همراه

Mobility تحرک پذیری

Modulation مدولاسیون

O

Open Networking Foundation بنیاد شبکه باز

Operation and حوزه عملیات و مدیریت

Physical Layer	لایه فیزیکی	Management Area
Propagation	انتشار	عملگر
Protocol Stack	پسته پروتکلی	همکاران سازمانی

Q

Quality of Service	کیفیت خدمت	Packet
		بسته

P

Packet Switch	کلیدزنی بسته‌ای	
		بسته

R

Radio Access Network	شبکه دسترسی رادیویی	Pathloss
		ضریب نفوذ
Radio Interface	واسط رادیویی	Penetration Coefficient
		کارایی

S

Security	امنیت	Radio Spectrum	طیف رادیویی
Security Area	حوزه امنیت	Reuse	استفاده مجدد
Server	خدمتگزار	Repeater	تکرارکننده
Serving Cell	سلول خدمتگزار	Requirements	الزمات
Soft Handover	واگذاری نرم	Resource	منبع
Software Defined	شبکه های نرم افزار محور	Router	مسیریاب
	Network	Routing	مسیریابی
Software Defined Networking	شبکه نرم افزار محور	Routing Area	منطقه مسیریابی
Software-Defined Radio	رادیویی نرم افزار محور		

ایستان Static

W

Wireless Communication مخابرات بی سیم T

Wireless Network شبکه بی سیم Throughput گذردهی

Workshop کارگاه آموزشی Transmission Power توان ارسالی

Transport Area حوزه ترابری

U

پیوند فراسو Uplink

کاربر User

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

Static	ایستان	ا
Base Station	ارتباط هلوگرافیک . ایستگاه پایه .	Holographic Communication .
Reuse	استفاده مجدد	
Channel Reuse	استفاده مجدد از کانال	
Frequency Reuse	بازمصرف فرکانسی	ب
Frequency Band	باند فرکانسی	
Application	برنامه کاربردی	
Pathloss	افت مسیر	
Requirements	الزمات	
Security	امنیت	
Propagation	انتشار	

Downlink پیوند فروسو Packet بسته ..

Open Networking Foundation بنیاد شبکه باز ..

ت

Mobility تحرک پذیری ..

Interference تداخل HandOff پاس کاری ..

Collision تصادم Protocol Stack پشتہ پروتکلی ..

Repeater تکرار کننده Coverage پوشش ..

Mobile Radio Telephone تلفن رادیویی همراه .. Bandwidth ..

Transmission Power توان ارسالی Message پیام ..

Uplink پیوند فراسو ..

خ

Server	خدمت‌گزار	Carrier	حامل
		Security Area	حوزه امنیت
		Internet Area	حوزه اینترنت
		Transport Area	حوزه ترابری
Indoor	درون‌بنا	Operation and	حوزه عملیات و مدیریت
Medium Access	دسترسی به رسانه		Management Area
Multiple Access	دسترسی چندگانه		حوزه عمومی
Mobile Access	دسترسی متحرک		حوزه کاربرد
Duplexing	دو جهتی		
Full Duplex	دو طرفه همگاه		

د

ش

رادیویی نرم افزار محور شبکه اقتضایی Software-Defined Radio

Infrastructure Network شبکه با زیرساخت

Radio Access Network شبکه دسترسی رادیویی

س

Computer Network شبکه رایانه‌ای

سطح داده Data Plane

Mobile Network شبکه سیار

سطح کنترلی Control Plane

Software Defined Networking شبکه نرم افزار محور

سلول Cell

Software Defined شبکه های نرم افزار محور

سلول خدمتگزار Serving Cell

Network

سلول همسایه Neighbor Cell

Capacity	ظرفیت	
Operator	عملگر	
Compression	فشردهسازی	
		طیف رادیویی
		Radio Spectrum
		Electromagnetic
		طیف امواج الکترومغناطیسی
		Spectrum
		ظ
		ض
		شناسه سلول
		Wireless Network
		شبکه‌ی بی‌سیم

ک

کارایی گری Performance

کاربر User گذردهی Throughput

کاربر پایانی End User گره Node

کارگاه آموزشی

کدگذار کanal Channel Coding

ل کلیدزنی بسته‌ای Packet Switch

لایه پیوند داده Data Link Layer

لایه فیزیکی Physical Layer

کنترل دسترسی چندگانه Multiple Access Control

Router	مسیریاب	Network Function
Routing	مسیریابی	مجازی سازی توابع شبکه
Architecture	معماری	Virtualization
Resource	منبع	مجاور
Routing Area	منطقه مسیریابی	مخابرات آنالوگ
Host	میزبان	مخابرات بی سیم
		مخابرات رقمی
		Connected Mode
	ن	مدولاسیون
Generation	نسل	مرکز تایید صلاحیت تلفن همراه
		Competence Centre

Network Core هسته شبکه

Core Network هسته شبکه Interface واسط

Multiplexing همتافتگری Radio Interface واسط رادیویی

Organizational Partners همکاران سازمانی Air Interface واسط هوایی

Broadcast همه پخشی Handover واگذاری

Hard Handover واگذاری سخت

Soft Handover واگذاری نرم

ی

Half-Duplex یک طرفه

Cost هزینه