فصلنامه علمی، تخصصی، خبری
معاونت توسعه و فناوری رسانه
سال بیستم، شماره ۸۰، بهار ۱۳۹۷

موج
Mouj

معرفی ساختار رادیویی LTE Advanced و ظرفیت آن برای پخش همگانی

آخرین پیشرفت های Carrier Aggregation

آخرین پیشرفت های سرویس تلویزیونی بهبود یافته

ارزیابی بلوغ واحدهای فناوری اطلاعات سازمان صدا و سیما

تسهیم راز بصری کاربرپسند بر اساس شبکه های تصادفی

قـابل توجـه مخاطبیـن گرامـی

لطفاً پیشنهادات و انتقادات خود را به شماره ۰۹۱۰۸۹۲۰۶۲۲ در پیام رسان سروش ارسال نمایید.

همچنین برای اطلاع از اخبار و تازه های فنی می توانید به کانال رسمی

معاونت توسعه و فناوری رسانه ملی بپیوندید. Cafe_Titr

استقبـال از همکـاری فرهیختگـان دانش فنـی صنعت رسانـه

نشریه علمی ـ تخصصی و خبری موج ، نخستین و قدیمی ترین نشریه فنی برودکست صدا و سیما، از دانشگاهیان، متخصصان، مهندسان، کارشناسان و صاحب نظران در دانش و فناوری های فنی ـ تخصصی رادیو و تلویزیون، صمیمانه دعوت به همکاری می کند. شما فرهیختگان می توانید با ارسال مقالات، تألیفات و ترجمه های به روز فنی و تخصصی خود در تمام مقوله های فنی برودکست ، از جمله سیستم های تولید و پخش، سیگنال رسانی و خطوط ارتباطی، فرستنده های رادیویی و تلویزیونی، فناوری اطلاعات، مدیریت و دیگر مقوله های مربوط به فناوری های نوین رسانه، به منظور ارتقای سطح علمی و غنای بیشتر محتوای نشریه موج، در این خدمت علمی- مطبوعاتی همراه و همگام ما باشید.

نشریه موج پیشاپیش از همکاری شما سپاسگزاری می کند.

مشخصـات مقالـه ها بـرای ارسـال:

تنظیم مقالات براساس روش تحقیق.

متن مقاله همراه با چکیده آن، در ۵ سطر با استفاده از نرم افزار word ۲۰۱۰ ، word ۲۰۰۷ یا word xp و pdf آن با قلم B Yagut و فونت ۱۶ ، حداکثر در ۱۳ صفحه A٤ با تصاویر ، نمودارها و جداول مربوط.

اصل عکس ها و نمودارهای مقاله ، با فرمت JPG و با کیفیت dpi۳۰۰ در فایل های جداگانه .

ذکر مشخصات فردی نویسنده ، میزان تحصیلات ، شماره کارمندی (برای همکاران شاغل در سازمان)، عنوان شغلی، محل خدمتی ، شماره تلفن ثابت و همراه و نشانی پست الکترونیکی .

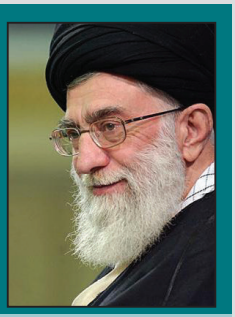
روش هـای ارسـال مقالـه :

تماس با دفتر نشریه : ۰۲۱-۲۲۱۶۵۷۳۰

موج، در ویرایش، تلخیص، درج یا رد مطلب دریافتی آزاد است.

فصلنامه علمی - تخصصی - خبری
معاونت توسعه و فناوری رسانه
سال بیستم، شماره ۸۰، بهار ۱۳۹۷

موج
Mouj



مقام معظم رهبری:
امیدوارم انشاءالله خدای متعال به همه‌ی آحاد ملّت کمک کند، که بتوانند وظایف خودشان را به بهترین وجهی انجام بدهند و شعار «حمایت از کالای ایرانی» را به معنای واقعی کلمه به تحقّق برسانند.

حمایت از کالای ایرانی، حمایت از "فکر" ایرانی ۲
معرفی ساختار رادیویی LTE Advanced و ظرفیت آن برای پخش همگانی ۴
آخرین پیشرفت‌های Carrier Aggregation در LTE-Advanced ۱۲
آخرین پیشرفت‌های سرویس تلویزیونی بهبودیافته روی 3GPP-MBMS ۲۰
تسهیم راز بصری کاربرپسند بر اساس شبکه‌های تصادفی ۲۷
ارزیابی بلوغ واحدهای فناوری اطلاعات سازمان صدا و سیما براساس استاندارد ISO/IEC 20000 با رویکرد فازی ۳۲
نگاهی بر اجلاس گروه مطالعاتی خدمات ماهواره‌ای 4A و 4B اتحادیه جهانی مخابرات، اسفند ماه ۱۳۹۶ ..... ۴۰
مروری بر چگونگی رصد موقعیت سر و چشم‌ها در سیستم‌های ماشین بینایی ۴۴
معرفی فناوری‌های مورد استفاده در نسل پنجم تلفن همراه ۵۱
نگاهی بر سمینارهای آموزشی بهار ۱۳۹۷ ..... ۵۶
جدول تخصصی ۸۰ ..... ۵۸
پرسش و پاسخ ۳۵ ..... ۶۰
تفریح و اندیشه ۶۲
پاسخ‌نامه ۶۳
معرفی کتاب ۶۴

صاحب امتیاز: معاونت توسعه و فناوری رسانه
مدیر مسئول: دکتر رضا علیدادی
سردبیر: رضا ابراهیمی

دبیر تحریریه: ژاله عینی

دبیران علمی (به ترتیب حروف الفبا): بیژن ابوالحسنی، بهرام اسدی، صدیقه بصیر جعفری، احسان زال زر، مهدی صدقی، ابوالفضل صالحی، مهدی علی‌آبادی، محمدعلی غفوریان، فرشاد کاوه، مهدی لک‌کمری، احمد مردی.

همکاران اجرایی:
نمونه خوان فنی: محسن خوئینی
صفحه آرا: عباس درودیان
طراح جلد: نسیم همتی
ویراستار: مهوش تکلیف
ترجمه: علی جعفری طاهری
امور سایت: سیدمجتبی حسینی
حروف نگار: هدی رحمان‌زاد
ناظر فنی و مسئول چاپ: جعفر دیانت‌فر
امور توزیع: رضا ابارشی، مهدی فهمیده
عکس: علی دهقانی

امور فنی
لیتوگرافی و چاپ: انتشارات سروش

از انتشارات روابط عمومی معاونت توسعه و فناوری رسانه، موج، در ویرایش، تلخیص، درج یا رد مطالب دریافتی آزاد است.
نقل مطالب با ذکر منبع آزاد است.
از متخصصان، پژوهشگران، نویسندگان و مترجمان دعوت می‌شود، مطالب و مقاله‌های خود را برای فصلنامه ارسال کنند.

تهران، خیابان ولیعصر(عج)، جام‌جم، صداوسیما، ساختمان شماره یک معاونت توسعه و فناوری رسانه، روابط عمومی
کدپستی: ۱۹۵۴۷۳۴۳۸۳
تلفن: ۲۲۱۶۵۷۳۰
دورنگار: ۲۲۰۱۴۶۷۸

سایت نشریه موج: tech.irib.ir/mouj
پست الکترونیکی: mouj@irib.ir

حمایت از کالای ایرانی،

حمایت از کالای ایرانی، زیربخش اقتصاد مقاومتی است. وقتی از "کالا" سخن گفته می شود، بیشتر، کالای فیزیکی و محصولات سخت‌افزاری به ذهن می‌آید اما در واقع، این مفهوم، فراتر از حوزه سخت‌افزارهاست و گستره تولیدات فکری و نرم‌افزارها را هم در برمی‌گیرد. حمایت از کالای ایرانی، به نوعی، حمایت از "فکر" ایرانی است؛ و این، یعنی قدرشناسی از سرمایه‌های فکری و نرم، در حوزه‌های فرهنگی، سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، و درکل، حمایت از بدنه کارشناسی.

تولید فکر، مقدمه تولید سخت‌افزارهاست. بنابراین، به‌نظرمی‌رسد زمینه‌سازی برای "ارتقای فکر" و "حمایت از صاحبان اندیشه خلاق"، گام نخست در "تولید" باشد. بر همین اساس، بیش و پیش از کالای سخت و نرم، باید به "صاحب اندیشه و فکر سازنده کالا" بها داد و آن را محترم داشت. وجود سرمایه‌های فکری، مهم‌ترین پیش‌نیاز تولید است که اگر قدر و قیمت ندانسته شوند، به "شهر" دیگری کوچ می‌کنند. پس، قدر سرمایه‌های فکری و معنوی خود را نیز بدانیم که این هم بی‌ارتباط با اقتصاد مقاومتی نیست.

در حوزه فنی رسانه ملی؛ تعهد و مسئولیت‌پذیری، برنامه‌ریزی دقیق، مطالعه مستمر، تقویت بنیه علمی، پژوهش و تحقیق، روزآمدبودن، ارائه ایده‌ها و طرح‌های خلاقانه، آموزش و فراگیری، تجربه‌اندوزی، بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای فنی رسانه‌ای جهان، مهندسی معکوس، تعمیر– نگهداری بهینه، افزایش پایداری سیستم‌ها، و ... مورد انتظار است زیرا در بهره‌گیری مطلوب از ظرفیت‌ها، بهره‌وری و بهبود راندمان کار و تولید موثر خواهدبود.

حوزه فنی سازمان از دیرباز و به‌ویژه در سالهای اخیر، بر اساس وظایف خود کوشیده است با برنامه‌ریزی دقیق و

حمایت از "فکر" ایرانی

آینده‌نگرانه، ضمن همگامی با آخرین پیشرفت‌ها و تغییرات علمی و بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای فنی جهانی با احصای نیازها، الزامات و اقتضائات، و ترسیم چشم‌اندازهای توسعه، گام‌های موثری در حوزه ماموریت‌های خود بردارد و افق‌های روشنی را هدف‌گذاری کند. یکی از این گام‌های موثر را می‌توان حمایت همه‌جانبه از شرکت‌های دانش‌بنیان داخلی دانست که منجر به تولید محصولاتی با تکنولوژی بالا شد و دست نیاز کشور را به خارج از مرزها کوتاه کرد. تبلور این حمایت‌های هوشمندانه را می‌توان در نمایشگاه اجلاس چهاردهم فناوری رسانه با حضور بیش از هفتاد شرکت دانش‌بنیان به خوبی مشاهده کرد.

چهاردهمین اجلاس سراسری فناوری رسانه، علاوه براینکه فرصت و بستر مناسبی برای ارزیابی وضع موجود فناوری رسانه ملی بود؛ نمایی اجمالی از ظرفیت‌ها و توانمندی‌ها، ارائه محصولات نوین و راهبردی صنعت رسانه بود که بر محور "ضرورت حرکت به سمت رسانه‌های هوشمند" تبلوریافت. این ضرورت، تابعی از شتاب گریزناپذیر در حرکت رسانه‌ها و فناوری‌ها به سمت هوشمندسازی است. معاونت توسعه و فناوری رسانه با درک درست وضعیت پرشتاب تغییرات فنی، با دعوت و حمایت از هفتاد شرکت دانش بنیان، ضمن ارزش‌گزاری برای توان داخلی، بستر مناسب تعامل بین شرکت‌ها و زمینه معرفی تولیدات فناورانه بومی تا مرحله تولید انبوه و صادرات را در این نمایشگاه فراهم کرد. بی‌تردید، دستاوردهای این اقدام، باورافزایی، ایجاد حس اعتماد به توان داخلی، بسترسازی برای حضور و رقابت جدی در بازارهای جهانی، خودکفایی و نیز حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان بویژه در صنعت رسانه است.

سردبیر

■

معرفی ساختار رادیویی LTE Advanced و ظرفیت آن برای پخش همگانی

تهیه و تنظیم: ابوالفضل آذری، محمدعلی غفوریان، جمیله نیازاده

نظر به اهمیت حرکت به‌سمت رسانه‌های نوین با توجه به همگرایی پیش روی صنعت رسانه و همچنین پیشرفت‌های سریع و روزافزون نسل ۴ و ۵ موبایل و با عنایت به اهمیت فعالیت در حوزه طراحی شبکه‌های نوین برای معاونت توسعه و فناوری رسانه و انباشت مقالات حاصل از این فعالیت‌ها، در این شماره سه مقاله به‌صورت سلسله‌وار به چاپ می‌رسد.

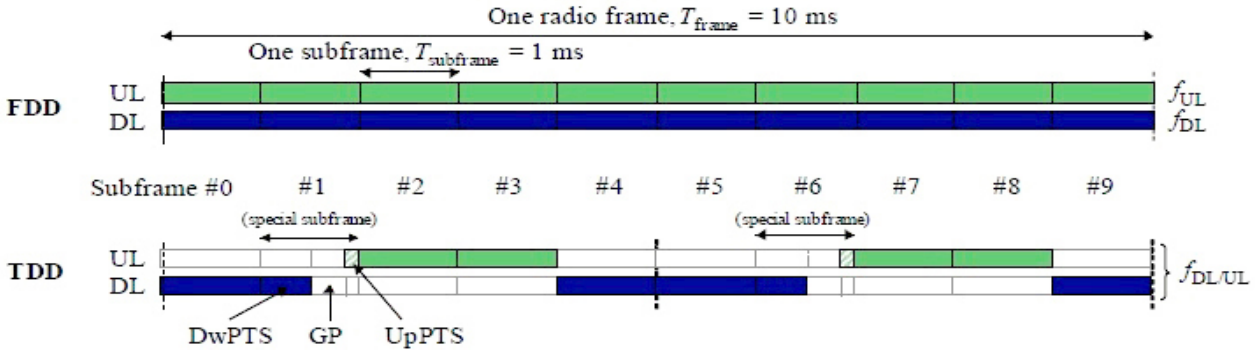
مقدمه

اینترفیس رادیویی زمینی IMT-Advanced که هم‌چنین به نام LTE-Advanced و بر مبنای LTE Release10 و پس از آن شناخته می‌شود توسط 3GPP (3rd Generation Partnership Project) توسعه داده شده است. بنا به تعریف، به فناوری استفاده شده برای ارتباط بین User Equipment یا گوشی موبایل و Base Station یا ایستگاه پایه در یک شبکه سلولی، Radio Interface Technology یا RIT گفته‌می‌شود. چنانکه عبارت SRIT نیز به معنای مجموعه‌ای از RITها یا Set of RITs است.

LTE-Advanced مجموعه‌ای از RIT و شامل FDD RIT و TDD RIT است. هر دو RIT با هم توسعه داده شده اند به نحوی که در عین بهینه‌سازی هر کدام، اشتراکات زیادی نیز داشته باشند. هر دو RIT (و در نتیجه SRITها) در تست ها تمام ملزومات حداقلی ITU IMT-Advanced را در تمام جنبه های سرویس، طیف و عملکرد فنی برآورده می کنند.

الف- مروری بر Radio Interface Technology(RIT)

FDD RIT که تحول یافته‌ی LTE FDD است از عملکرد Frequency Division Duplex استفاده کرده و بنابراین قابل کار با زوج طیف UL/DL (Uplink/Downlink Paired Spectrum) است. هم full-duplex و هم half-duplex پشتیبانی می‌شوند. TDD RIT (تحول یافته‌ی LTE TDD) از عملکرد Time Division Duplex استفاده کرده و بنابراین قابل کار با طیف غیر زوج UL/DL (Unpaired Spectrum) است.

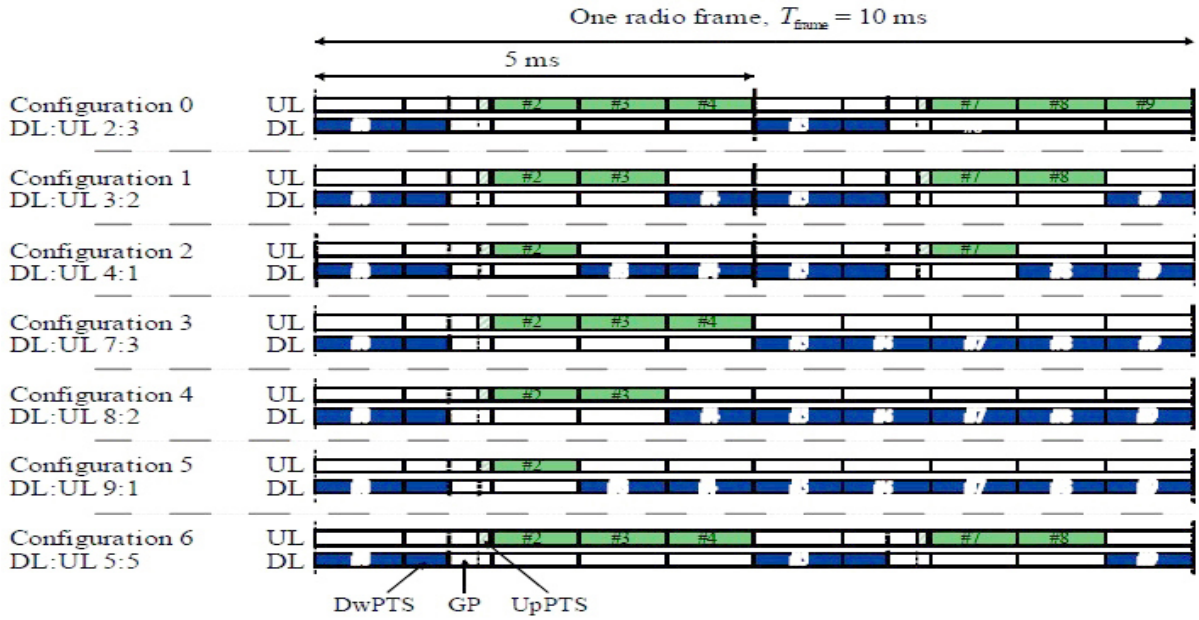


شکل (۱): ساختار زمان- فرکانس UL/DL در FDD و TDD

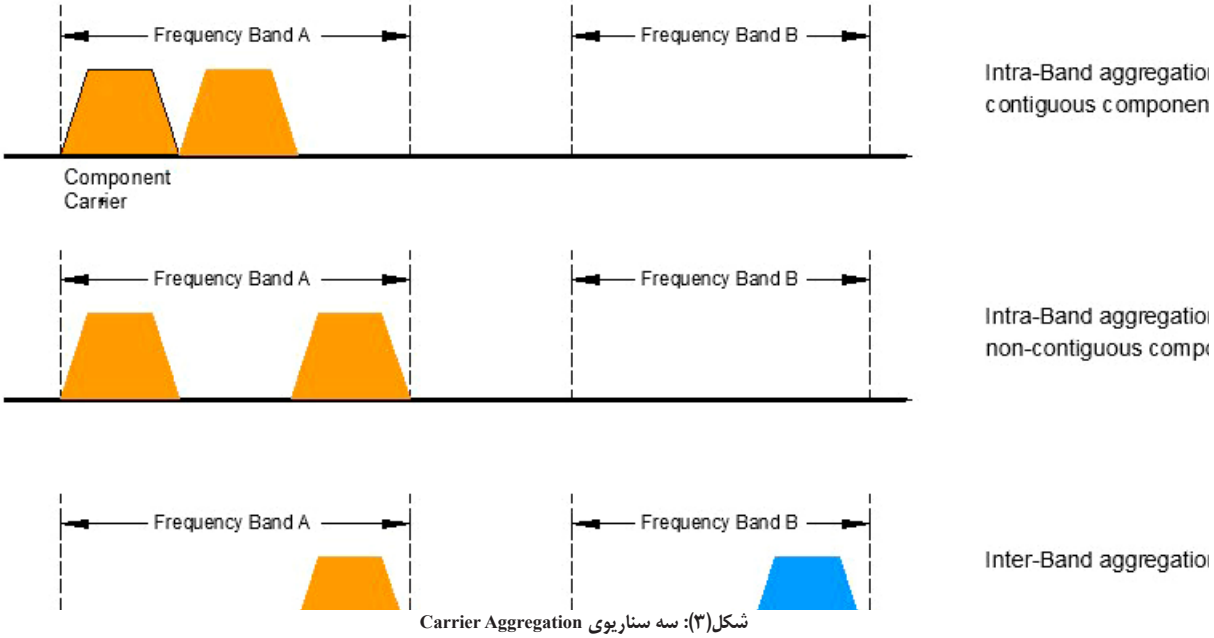
شکل (۱) ساختار زمان – فرکانس TDD و FDD را نشان می‌دهد. اگرچه ساختار حوزه زمان در FDD و TDD در بسیاری جهات یکسان است اما تفاوت‌هایی نیز بین دو این مود وجود دارد. از جمله وجود یک زیرفریم خاص (Special Subframe) در مود TDD است. زیرفریم خاص برای ایجاد Guard Time لازم برای سوئیچ بین DL و UL استفاده می‌شود. TDD برای تخصیص منابع به UL و DL انعطاف‌پذیری دارد و چندین ترکیب مختلف تخصیص منابع را برای سناریوهای ترافیک مختلف پشتیبانی می‌کند. ترکیب‌های تخصیص منابع UL-DL به‌طور آنی با شرایط ترافیک و تداخل می‌توانند تغییر کنند (حتی در هنگام کار).

TDD RIT طوری طراحی شده است که از کانال متقابل ذاتی (Channel Reciprocity Inherent) اطلاعات گسترده‌تری استخراج شود (برای مثال Beamforming).

در FDD (قسمت بالایی شکل۱) دو کریر فرکانسی برای هر Component Carrier داریم، یکی برای انتقال UL و یکی برای انتقال DL. بنابراین در هر فریم ، ۱۰ زیرفریم UL و ۱۰ زیرفریم DL وجود دارد و UL و DL یک سلول می‌توانند همزمان رخ دهند. درTDD (قسمت پایینی شکل۱) فقط یک کریر فرکانسی برای هر Component Carrier وجود دارد و انتقال UL و DL در یک سلول باید در زمان از یکدیگر جدا شوند. بنابراین برخی زیرفریم‌ها مختص UL و برخی مختص DL هستند و سوئیچ بین UL و DL در زیرفریم خاص انجام می‌شود. زیرفریم خاص به سه قسمت تقسیم می‌شود: قسمت Guard Period (GP)، DL (Downlink Part (dwPTS)) و قسمت UL (Uplink Part (UpPTS)). طول‌های زمانی این سه قسمت برای پشتیبانی از سناریوهای مختلف قابل تنظیم هستند (مجموعاً ۱ ms). بر اساس میزان نامتقارن بودن منابع و فریم اختصاص یافته به UL و DL، هفت پیکربندی مختلف در شکل (۲) نشان داده شده است. در انتقال Sidelink (نوع خاصی از ارتباط Device to Device بدون عبور از Enb) نیز که UEها (User Equipment) در پوشش شبکه قراردارند همین ساختار فریم استفاده می‌شود گرچه در این حالت، انتقال محدود به مجموعه منابع UL در حوزه زمان و فرکانس است.



شکل (۲): پیکربندی UL-DL نامتقارن پشتیبانی شده توسط TDD RIT



شکل(۳): سه سناریوی Carrier Aggregation

ب- مشخصات سیستم SRIT

ب-۱) FDD RIT و TDD RIT ساختارهای اساسی مشترکی دارند تا کاربرد تجهیزات برای dual-mode radio-access راحت باشد. پهنای باند تقریبا از 1.4MHz تا 100MHz قابل پشتیبانی است که حداکثر نرخ دیتا را به عدد خام 4Gbit/s در DL و 1.5Gbit/s در UL می‌رساند؛ گرچه متوسط آن بسیار کمتر از این مقدار است.

ب-۲) انتقال درDL برمبنای OFDM است تا Robustness بالایی در مقابل انتخاب کانال فرکانسی داشته باشیم و در عین حال ساختار گیرنده (حتی در پهنای باندهای زیاد) ساختار ساده‌ای باشد.

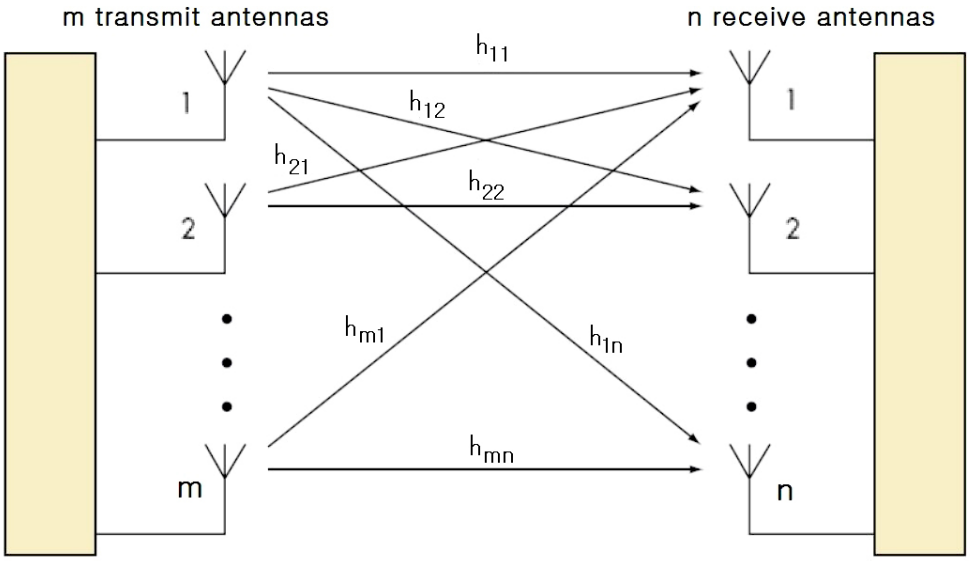
ب-۳)انتقال ULبراساس Discrete Fourier Transform-spread OFDM (DFTS-OFDM) است. دلیل استفاده از DFTS-OFDM این است که سیگنال انتقال یافته، PAPR (Peak to Average Ratio) کمتری داشته باشد که باعث بازدهی بهتر تقویت کننده توان در گیرنده شده و این به معنای پوشش بیشتر و یا مصرف کمتر گیرنده خواهدبود.

ب-۴) کدینگ کانال برمبنای Rate-1/3 TurboCoding است و با Hybrid-ARQ (Hybrid-Automatic Repeat request) کامل می‌شود تا در طرف گیرنده دیکد خطا داشته باشیم.

ب-۵) مدولاسیون دیتا شامل QPSK ، 16QAM و 64QAM برای UL و DL است. در DL مود 256QAM نیز قابل پشتیبانی خواهد بود.

ب-۶) FDD و TDD RITs پهنای باند تقریبا 1.4MHz تا 100MHz را پشتیبانی می‌کنند. پهنای باندهای استاندارد 15، 10 ، 5 ، 3 ، 1.4 ، و 20 MHz هستند. برای پهنای باندهای بالاتر از 20MHz از Carrier Aggregation به معنی انتقال همزمان چندین Carrier Component(CC) به‌صورت‌موازی از/به یک ترمینال/eNB، استفاده می‌شود. بدین معنی که ارسال و دریافت روی حداکثر پنج CC است که پهنای‌باند هر یک حداکثر 20MHz است. CCها ممکن است در فرکانس‌های متوالی باشند و یا حتی در باندهای فرکانسی مختلف قرارگیرند تا از فرکانس‌های تکه‌تکه تخصیص داده شده استفاده شود. درشکل(۳) سه سناریوی Carrier Aggregation (CA) دیده می‌شوند.

در حالت اول CCها در یک باند و در مجاورت یکدیگرند و با مضارب 300kHz با یکدیگر فاصله دارند که این با تعامد مورد نیاز در OFDMA سازگار است. در حالت دوم CCها در یک باند ولی به‌صورت ناپیوسته قرار دارند. در حالت سومCCها در باندهای فرکانسی مختلفی هستند و این نیازمند پشتیبانی از باندهای مختلف در UE است. در این حالت CCها با مضارب 100kHz از هم جدا شده‌اند. ساختاربندی پهنای باند هر CC با کریرهای قبلی نیز هماهنگ است (پهنای باندهای معمول LTE نیز استفاده می‌شوند). بعلاوه کریرهای مختلف ممکن است سایزهای مختلفی داشته باشند که این به اپراتورها اجازه می‌دهد با توجه به طیف دردسترس، پهنای باندها را شکل دهند. از CA می‌توان برای تجمیع باندهای TDD با تخصیص‌های متفاوت در UL و DL بهره برد. همچنین CA از تجمیع CCهای FDD و TDD پشتیبانی می‌کند. ارتباط دوجانبه اجازه می‌دهد که CCهای



شکل (٤): MIMO m by n

eNBهای مختلف که از طریق اینترفیس x2 (در معماری شبکه LTE-A معرفی خواهد شد) متصل هستند تجمیع شوند.

ب-۷) روش‌هـــــای Multi-Antenna Transmission یـک بـخـش جـدایـی‌نـاپذیـر هـر دو RIT هستنـد. MIMO (Multiple Input Multiple Output) به معنای ارسال و دریافت مستقل همزمان چند استریم دیتا روی کانال مشترک است.

به بیان ساده می‌توان سیستم‌های MIMO را با ماتریس ریاضی شبیه سازی کرد. دیتا استریم‌های t1، t2 و...وtm از طریق آنتن های فرستنده ۱و ۲و... و m ارسال می‌شوند و هر کدام از مسیرهای متفاوتی به آنتن‌های گیرنده ۱ و ۲ و ... و n می‌رسند. با توجه به مشخصات متفاوت، مسیرها را می‌توان به صورت hij نشان داد مثلا h12 از آنتن فرستنده ۱ ارسال شده و در آنتن گیرنده ۲ دریافت شده است. بنابراین اگر MIMO 3x3 داشته باشیم یک ماتریس به‌صورت زیر تشکیل می‌شود:

$$r1 = h11\ t1 + h21\ t2 + h31\ t3$$
$$r2 = h12\ t1 + h22\ t2 + h32\ t3$$
$$r3 = h13\ t1 + h23\ t2 + h33\ t3$$

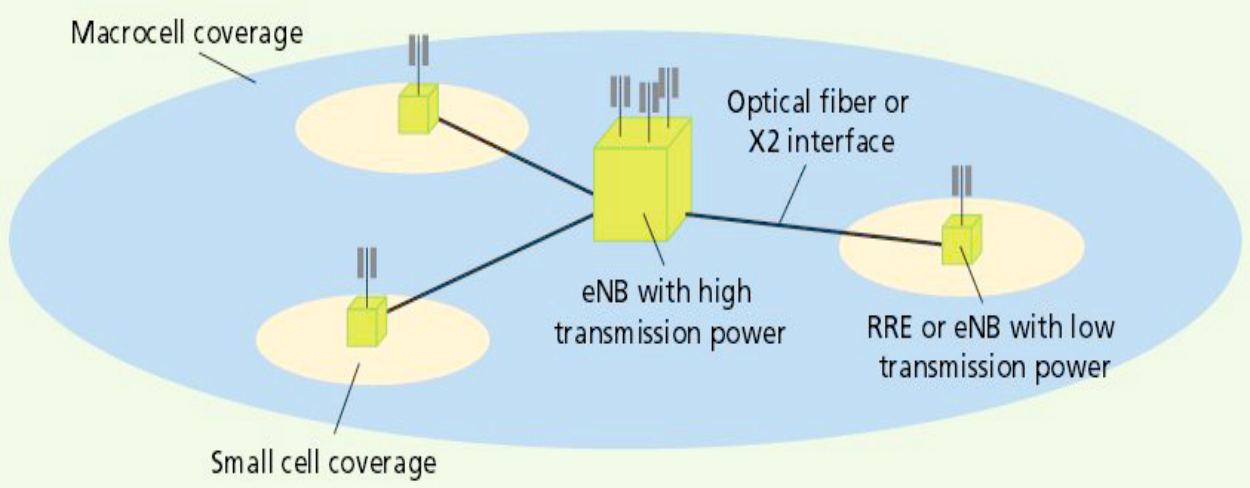
یا:

$$[R] = [H] \times [T]$$

که ماتریس [H]، ماتریس انتقال شامل پاسخ ایمپالس کانال است. برای بازیابی دیتا استریم در گیرنده باید پردازش سیگنال انجام گیرد. دیکدر سیستم MIMO باید مشخصات کانال انتقال را تخمین بزند و در نهایت با داشتن ماتریس کانال انتقال [H] و ماتریس دریافت [R] ، ماتریس ارسال [T] تعیین می‌شود. تعداد زیادی ازالگوریتم‌های MIMO بر مبنای آنالیز مشخصات ماتریس [H] هستند. عبارت Rank یا Layer تعداد سطرهای مستقل خطی ماتریس کانال است که بیان کننده تعداد دیتا استریم های مستقل همزمان است. مثلا در MIMO 2x2 (دو آنتن فرستنده و دو آنتن گیرنده) دو لایه لازم است و هر لایه ی ارسال از سمبل های مرجع خود استفاده می‌کند.

ب-۸) HetNet (HeterogeneousNetwork) یک رویکرد امیدوارکننده برای بهبود ظرفیت شبکه، راندمان شبکه، و افزایش پوشش شبکه به روشی مقرون به صرفه است. هر HetNet شامل سلول‌های Macro عادی است که معمولا با قدرت بالا کار می‌کنند درحالی که باسلول‌های کوچک کم‌قدرت مثل پیکوسل، فمتوسل، Relay Node (RN) ، Remote Radio Head (RRH) و غیره، همپوشان هستند (شکل ۵). مشارکت چنین سلول‌های کوچکی اجازه می‌دهد بار سلول ماکرو کاهش یافته و کاربران درون سلول‌های کوچک با توان فرستنده کم، تجربه بهتری از شبکه داشته باشند. اما این همپوشانی ماکروسل و سلول‌های کوچک باعث تداخل شدید بین سلولی در شبکه‌ها می‌شود، خصوصا برای کاربران لبه سلول‌های کوچک. معمولا ماکروسل‌ها در یک شبکه سلولی طبق یک طراحی محتاطانه شبکه تعریف می‌شوند، در حالی که قرارگیری سلول‌های کوچک معمولا بر اساس بررسی پوشش و چگالی ترافیک شبکه (مثل hotspotها) است.

در حال حاضر، چندین نوع سناریو برای به‌کارگیری HetNetها وجود دارد. در سناریوی Multicarrier، سلول‌های کوچک از فرکانس کریر متفاوت از ماکروسل استفاده می‌کنند. این کار ICI (Inter- Cell Interference) را کاهش می‌دهد اما بهره‌وری طیفی مناسبی نخواهد داشت. از سوی دیگر، سناریو Co-channel را داریم که ماکروسل و سلول کوچک هر دو از



شکل(۵): HetNet

کریر یکسانی استفاده می‌کنند که با Spatial Reuse، بهره وری طیفی بهبود می‌یابد و رویکرد محبوبی در HetNetهاست. در این روش ICI بین ماکروسل و سلول‌های کوچک افزایش می‌یابد.

Cell Range Extension (CRE) به معنای انتخاب سلول توسط UE، بر مبنای اندازه توان دریافتی UE از سیگنال‌های DL از سلول مرجع خاص (Cell specific reference) است. در یک شبکه Net Het انواع مختلفی از BS با توان انتقال مختلف وجود دارند، در نتیجه سطح توان‌های سیگنال DL مختلفی به UE می‌رسند. بنابراین UE قدرت بالاتر ماکروسل را انتخاب خواهد کرد حتی اگر افت مسیر برای سلول کوچک کمتر باشد. اما این انتخاب از دید پوشش UL ، ظرفیت DL و تداخل، بهینه نخواهد بود. برای بهینه شدن می‌توان انتخاب را طبق یک آفست خاص سلول برای توان سیگنال دریافتی با تخمین Uplink path loss به‌کار برد.

از آنجاکه در یک HetNet، انواع مختلف BS با توان‌های گوناگون وجود دارد، برای توسعه محدوده بالقوه سلول، عملکردهایی مثل کاهش تداخل نزدیک ترمینال (terminal-side interference mitigation) برای سیگنال‌های مرجع و هماهنگی و broadcast channel پیش‌بینی شده‌اند. و نیز تکنیک کاهش تداخل نزدیک شبکه (network-side interference mitigation) برمبنای خاموش و روشن کردن سلول‌های ثانویه وجود دارد.

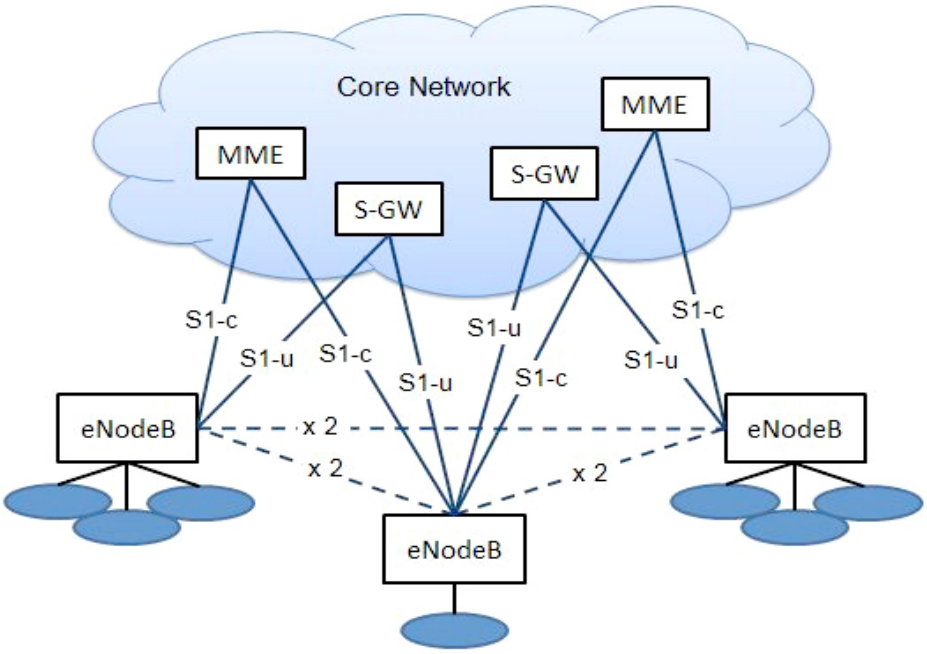
ب-۹) از Rel-12 به بعد، انتقال‌های Sidelink برای سرویس‌های Proximity based (مثل Direct Discovery و Direct Communication) بین UEها تعریف شده‌اند. Direct Communication فقط برای کاربردهای خدمات امنیتی عمومی کاربرد دارد و به ترمینال‌ها اجازه می‌دهد بدون routing دیتا از طریق eNB، با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. Direct Discovery نیز اجازه کشف ترمینال‌های موجود در نزدیکی یک ترمینال را می‌دهد.

ج-معماری شبکه

دسترسی رادیویی در شبکه LTE-Advanced یک معماری تخت با یک نوع نود (eNodeB) دارد. که eNodeB مسئول تمام عملکردهای رادیویی در یک یا چند سلول است. eNodeB توسط اینترفیس s1 به Core Network وصل می‌شود (شکل ۶)، همچنین به Serving Gateway(S-GW) توسط user-plane part(s1-u) و به Mobility Management Entity(MME) توسط control-plane part(s1-c) متصل می‌شود. یک eNodeB می‌تواند به چندین MME/S-GW وصل شود (برای load sharing ، redundancy و...).

eNodeBها به‌وسیله اینترفیس x2 با یکدیگر متصل می‌شوند. این اینترفیس می‌تواند برای وظایف Radio Resource Management(RRM) بین چند سلول مثل ICIC (Inter-Cell Interference Coordination) یا CoMP (Coordinated MultiPoint) استفاده شود اما هدف اصلی آن پشتیبانی از Lossless Handover بین سلول‌های همسایه با استفاده از Packet Forwarding است. برای اینترفیس x2 ، پروتکل ها و کاربرد مربوط به آن تعریف و مشخص شده است.

به Base Station در شبکه eNodeB ، LTE-Advanced اطلاق می‌شود که مسئول کلیه عملکردهای رادیویی در یک یا چند سلول است. عملکردهای رادیویی کل شبکه شامل scheduling، اداره منابع رادیویی، پروتکل‌های ارسال مجدد، کدینگ وسناریوهای MIMO است. از دیگر وظایف eNodeB مدیریت عمومی کاربران، تضمین QoS از جمله تاخیر یا پهنای باند، متعادل کردن بار بین حامل های همزمان رادیویی کاربران مختلف، مدیریت حرکت (Mobility Management)و مدیریت



شکل(٦): اینترفیس‌های دسترسی رادیویی شبکه

تداخل (Interference Management) است. eNodeB از سه قسمت اصلی تشکیل شده است: ۱) آنتن ۲) ماژول‌های رادیویی که سیگنال‌های دریافتی و ارسالی را برای واسط هوایی مدوله و دمدوله می‌کنند ۳) ماژول‌های دیجیتالی که سیگنال‌های دریافتی یا ارسالی واسط هوایی را پردازش می‌کنند.

اینترفیس بین eNodeB و Core Network را واسط s1 می‌نامند. S1 روی فیبر و یا لینک‌های مایکروویو پرسرعت حمل می‌شود. اینترفیس s1 دارای دو بخش منطقی User Plane و Control Plane است که هر دو بر روی اتصال فیزیکی منتقل می‌شوند. eNodeB از طریق s1-u با S-GW و از طریق s1-c با MME ارتباط دارد. دیتای user روی s1-u منتقل می‌شود که در آن بسته های IP از طریق یک لینک IP منتقل می‌شوند. اینترفیس s1-c برای تعامل eNodeB با MME به‌جهت شناخته شدن در شبکه، ارسال وضعیت و اطلاعات برقراری ارتباط و دریافت اطلاعات Configuration از core network است. واسط x2 و s1 مستقل از فناوری شبکه انتقال بوده و از IP در لایه ۳ استفاده می‌کند. اینترفیس هوایی بین UE و eNodeB نیز اینترفیس Uu نامیده می‌شود که تنها اینترفیس همواره بیسیم شبکه است.

د- EMBMS و MBSFN

MBMS یک سرویس Point-to-Multipoint است که به‌وسیله آن دیتا ازیک منبع به چندین دریافت کننده انتقال می‌یابد. این سرویس در 3GPP Rel-6 با یک راه حل ساده مبتنی بر Core Network به LTE پیوست و در Rel-7 معرفی MBMS روی SFN (MBSFN) به شرط استفاده از فرکانس جداگانه برای MBMS ظرفیت را تا۳-۴ برابر افزایش داد.

به این سرویس در LTE ، evolved MBMS یا MBMS تحول یافته گفته می‌شود. eMBMS با توجه به افزایش و بهبود نرخ بیت، عملکرد شبکه تک فرکانسی (SFN) ، و تنوع ساختاربندی کریر در شبکه‌های LTE ، عملکرد بهتری داشته است. در ورژن ۱۱ پیشرفت‌هایی بویژه در لایه سرویس، مثل FEC و شبکه رادیویی و... صورت گرفت. با eMBMS می‌توان محتوای ویدیوی با کیفیت را به تعداد زیادی از کاربران در مناطق تعریف شده و با QoS امن رساند و با استفاده از UE caching و خدمات Machine-to-Machine، سرویس‌های Pushed Content را ممکن ساخت.

د-۱) معماری MBMS

MBMS با بخشی از منابع لازم سرویس دیتا، محتوا را به جای یک کاربر همزمان به چندین کاربر می‌رساند. این کار با همکاری چهار عنصر اصلی شبکه انجام می گیرد (شکل ۷) :

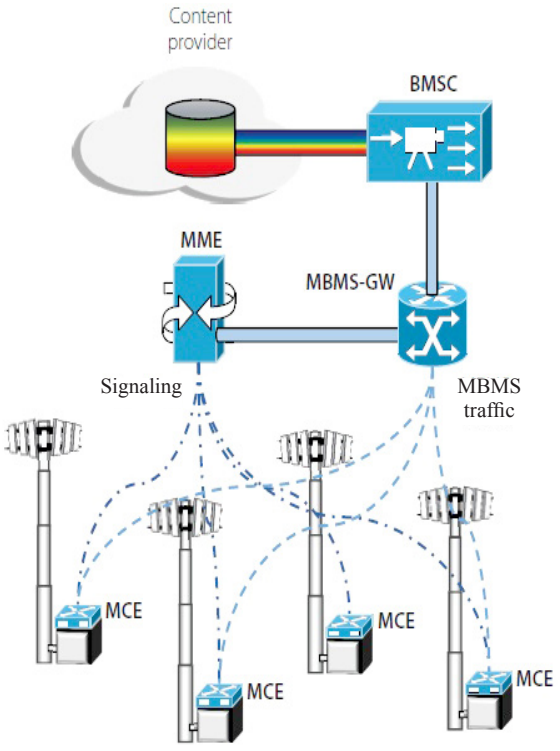
- Broadcast multicast service center (BMSC) که در شبکه هسته قرار گرفته، اینترفیس با تولیدکننده‌ی محتوا را مدیریت می‌کند. جدول خاص BM-SC توسط اپراتورتنظیم می‌شود.
- MBMS gateway (MBMS-GW) یک عنصر منطقی

است که ترافیک MBMS را با استفاده از IP-multicast به چندین سایت سلول می‌رساند.

■ Multi-cell/multicast coordination entity (MCE) مسئول مدیریت منابع رادیویی MBMS به اینترفیس رادیویی (در منطقه سرویس MBMS) است.

■ Mobility Management Entity (MME) که سیگنالینگ کنترل قسمت MBMS ، شامل شروع قسمت، به‌روزرسانی، توقف و همچنین اطلاعات اضافی MBMS به MCE شامل QoS و منطقه سرویس MBMS را انجام می‌دهد.

یک دید ساده از برودکست نشان می‌دهد که اگر یک دیتا یک‌بار برای دو گیرنده ارسال شود، در مقایسه با زمانی که به‌طور جداگانه برای هر گیرنده ارسال شود، منابع مورد استفاده نصف می‌شود. بااستفاده از SFN در شبکه LTE ، با در نظر گرفتن اینکه تعداد زیادی گیرنده به‌طور تصادفی توزیع شده‌اند، به‌طور متوسط یک ضریب ۰/۵ یا بیشتر کاهش مصرف منابع خواهیم داشت. به‌علاوه در حالتی که انتقال به یک ترمینال موبایل انجام می‌شود، یک شبکه، نوع مدولاسیون سیگنال و نرخ کدینگ انتقال را طبق شرایط دریافت در گیرنده (که مرتباً گزارش می‌شوند) تطبیق می‌کند. این باعث می‌شود که استفاده از منابع رادیویی کاهش یابد. کاربرد SFN در یک سرویس MBMS، همچنین اثر بسیار مطلوبی در دریافت لبه سلول دارد. در مجموع بهره‌وری طیفی LTE MBMS در فاصله ۴۰۰ متر از Base Station، به میزان 2.5 b/Hz برآورد می‌شود.



شکل (۷): معماری MBMS

هـ - گام‌های آینده

اپراتورها در اثر افزایش شدید و روزافزون درخواست ترافیک دیتا در شبکه (ناشی، از ویدیو رسانه‌های جمعی آنلاین و اپلیکیشن‌های over-the-top و...) وادار به جستجو برای روش‌های نوآورانه‌ای برای مدیریت پردازش دیتای بزرگ در شبکه شده‌اند. یک چالش بنیادی پردازش دیتای بزرگ، عبور از حجم‌های بزرگ دیتاست. بدین معنی که عصر جمع‌آوری و ذخیره دیتا در سرورهای مستقل که تصمیمات در آنها گرفته می‌شود رو به پایان است و اپراتورها در جستجوی معماری‌های انعطاف‌پذیر و غیرمتمرکز شبکه‌اند که در آن مدیریت پیشگویانه منابع نقش حیاتی دارد. Caching گامی در همین جهت است. نکته قابل بررسی این است که بخش مهمی از ترافیک دیتای مالتی مدیا در DL تکراری است (به‌طور مثال دانلود یک موسیقی یا ویدیوی محبوب). بنابراین استراتژی‌های Caching هوشمندانه، به کاربران امکان می‌دهد که محتواهای محبوب را از طریق cacheهای نزدیک خود دریافت کنند. این کار علاوه بر کاهش ترافیک به کاهش قابل توجه زمان پاسخ به درخواست کاربر نیز منجر می‌شود. Caching در شبکه‌های موبایل 3G و 4G LTE نشان داده است که ترافیک موبایل به میزان ۱/۳ تا ۲/۳ کاسته می‌شود. مطابق شکل زیردر شبکه دو جا را می‌توان برای Caching در نظر گرفت (شکل۸):

■ Evolved Packet Core (EPC)، که شامل S-GW و MME می‌شود.

■ Radio Access Network (RAN) که شامل eNodeBها و UEها می‌شود.

استراتژی‌های گوناگون Caching در حال بررسی هستند (شکل ۹) از جمله:

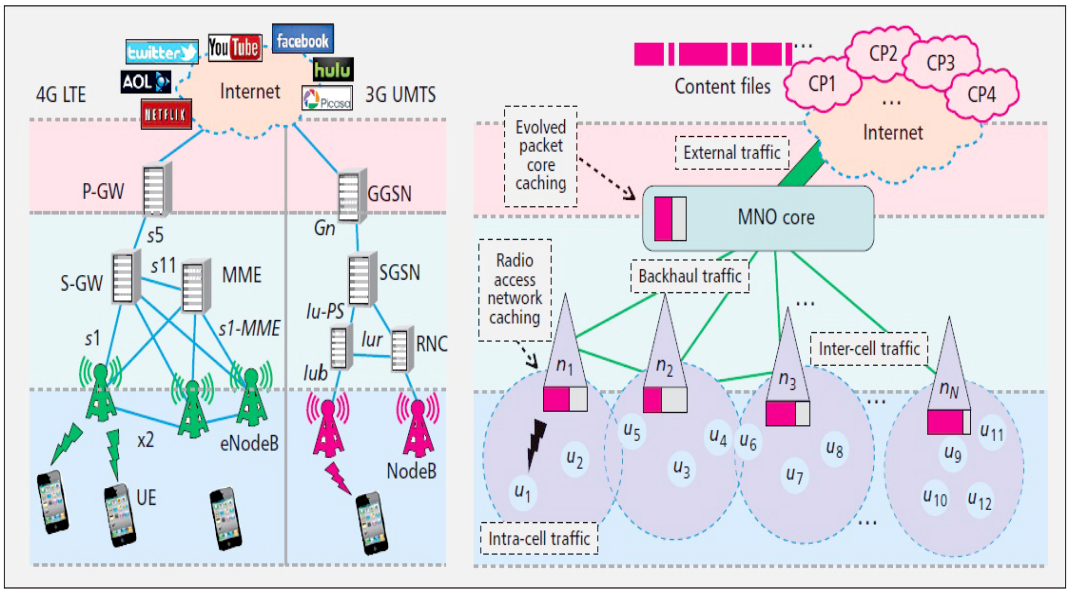
EPC caching

RAN caching

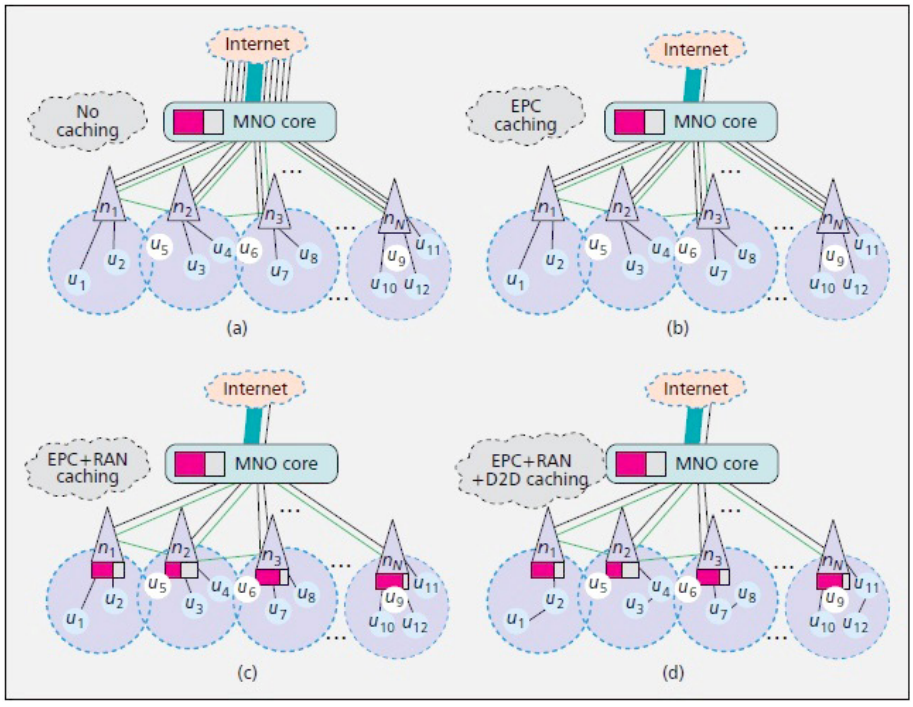
D2D caching

ترکیب‌های مختلف سه نوع بالا بررسی استراتژی‌های Caching را نشان می‌دهد که این روش‌ها ممکن و کارآمد بوده و در مقایسه با روش‌های معمول، محتوا با سرعت بیشتری به کاربر می‌رسد ضمن آنکه استفاده از پهنای باند و منابع ذخیره دیتا در شبکه هسته بهره‌ورانه‌تر می‌شود. در واقع برخلاف پارادایم معماری BS-centric کنونی، شبکه ها به سمت User-centric شدن می‌روند.

■



شکل (۸): مقایسه ساختار شبکه معمولی و شبکه موبایل شامل caching در لایه‌های مختلف



شکل (۹): مقایسه a) no caching; b) EPC caching; c) EPC+RAN caching; d) EPC+RAN+D2Dcaching

منابع:

1. Recommendation ITU-R M.2012-2 (09/2015) – Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-Advanced (IMT-Advanced)
2. Understanding LTE-Advanced Carrier Aggregation- Anristu
3. Coordinated Multipoint Transmission and Reception in LTE-Advanced: Deployment Scenarios and Operational Challenges- Daewon Lee and Hanbyul Seo, LG Electronics
4. An Overview on Interference Management in 3GPP LTE-Advanced Heterogeneous Networks - Md. Shipon Ali -Technology Division, Grameenphone Ltd
5. LTE Transmission Modes and Beamforming White Paper - Bernhard Schulz -July 2015 – 1MA186_2e
6. 5G WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS:PROSPECTS AND CHALLENGES-Xiaofei Wang, Huazhong University of Science and Technology and the University of British Columbia

آخرین پیشرفت‌های Carrier Aggregation در LTE-Advanced

تهیه و تنظیم: ابوالفضل آذری، محمدعلی غفوریان، جمیله نیازاده

مقدمه

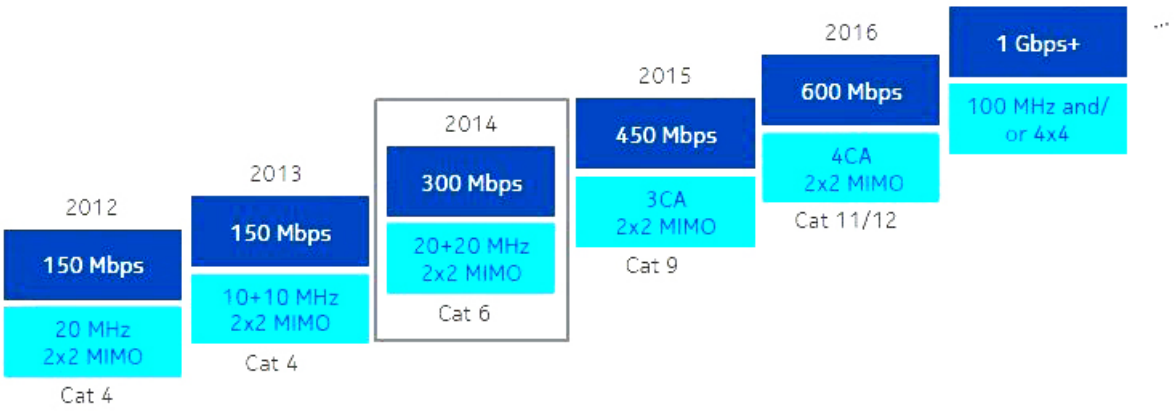
Carrier Aggregation (CA) مهم ترین مؤلفه فناوری LTE-Advanced است. تجمیع حامل‌ها یا CA در 3GPP R.10 معرفی شد و راه‌اندازی تجاری آن در سال ۲۰۱۳ در کره انجام گرفت. با توجه به مزایای عملکرد CA و امکان دادن به اپراتورها به استفاده از تعداد بیشتر حامل‌ها و نرخ داده بالاتر، این فناوری به سرعت پیشرفت کرد. تجمیع حامل‌ها حداکثر و مقدار کاربردی مقدار بیت را افزایش می‌دهد، پوشش Downlink را بهبود می‌بخشد و مدیریت ترافیک چندباندی را ساده می‌سازد.

روند تغییرات نرخ داده با CA را می‌توان در شکل (۱) مشاهده کرد.

شبکه‌های تجاری LTE با گیرنده‌های Cat. 3&4، با پشتیبانی نرخ داده 100 تا 150 Mbps و طیف پیوسته 20 MHz آغاز به کار کردند. اولین نسخه‌ی CA در سال ۲۰۱۳ نرخ داده 150 Mbps را با تخصیص 10+10 MHz امکان‌پذیر ساخت. مرحله بعدی با گیرنده‌های Cat. 6 از سال ۲۰۱۴ به صورت تجاری آغاز شد که تا 300 Mbps و با 20+20 MHz پشتیبانی می‌کرد. گیرنده Cat. 9 در سال ۲۰۱۵ ، 450 Mbps با 60 MHz داشته است. این تحول ادامه دارد و انتظار می‌رود در آینده نزدیک به 1 Gbps برسد. در تجمیع حامل‌ها مقدار داده مورد رقابت قرار دارد، مثلا اپراتورها می‌توانند با سه مؤلفه حامل، شامل 10+10+20 MHz به نرخ داده 300 Mbps برسند. ما در اینجا به بحث درباره عملکرد عملی Carrier Aggregation، گام‌های بهینه‌سازی و تحولات آینده آن می‌پردازیم.

تجمیع حامل‌هادر شبکه‌های زنده

تجمیع حامل‌ها در شبکه‌های زنده به خوبی عمل‌کند. توضیح آن ساده است: به هر ارتباط (Connection) طیف بیشتری



شکل (۱): تغییرات مقدار داده با Carrier Aggregation

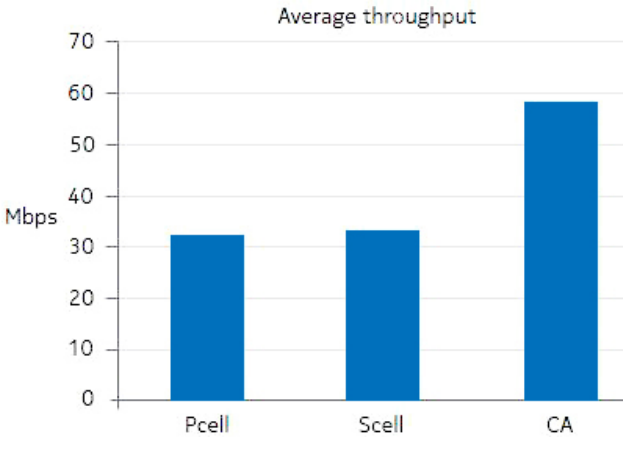
اختصاص می‌یابد که مستقیماً منجر به حداکثر و متوسط نرخ داده بالاتر می‌شود. شکل (۲) نتایج آزمایشی از یک شبکه زنده با گیرنده Cat. 4 و تجمیع 10+10 MHz را نشان می‌دهد. مقدار داده با یک حامل 10 MHz (سلول اولیه یا سلول ثانویه) در حدود 30 Mbps است، در حالی که متوسط مقدار داده با CA به 60 Mbps افزایش می‌یابد.

استفاده از گیرنده Cat. 6 مقدار بیت را بیشتر افزایش می‌دهد. چنانچه در شکل (۳) دیده می‌شود با تخصیص 20+10 MHz، به حداکثر مقدار 225 Mbps و با 20+20 MHz، به حداکثر مقدار 300 MHz می‌رسیم. نرخ داده با یک گیرنده Cat.6 در شرایط خوب سیگنال در شکل (۴) نشان داده شده است. نتایج بیان می‌کند که اگر شرایط سیگنال و تداخل مطلوب باشند، دسترسی به مقدار بیت 250-300Mbps به صورت میدانی امکان‌پذیر است.

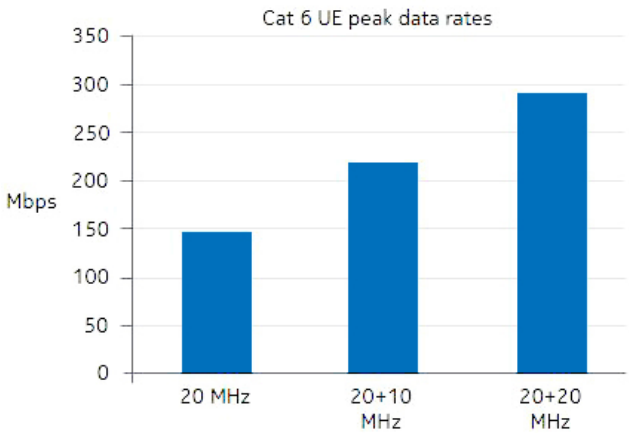
مدیریت ترافیک چند-بانده (Multi-band trafficmanagement)

بیشتر اپراتورها شبکه‌های LTE را با یک باند فرکانسی، مثلاً 1800 MHz یا 800 MHz، در یک منطقه مشخص آغاز کردند و اکثر آنها در حین کار به دلیل نیاز به ظرفیت و مقدار داده بیشتر CA، فرکانس LTE دوم یا حتی سوم را اضافه کردند. این تحول ادامه یافت و فرکانس‌های بیشتری برای LTE مورد استفاده قرار گرفت تا جایی که مدیریت ترافیک بین فرکانس‌ها چالش برانگیز شد. هدف نهایی، برقراری تعادل بار بین فرکانس ها و استفاده بهینه از باندهای پایین برای ایجاد پوشش بهتر است.

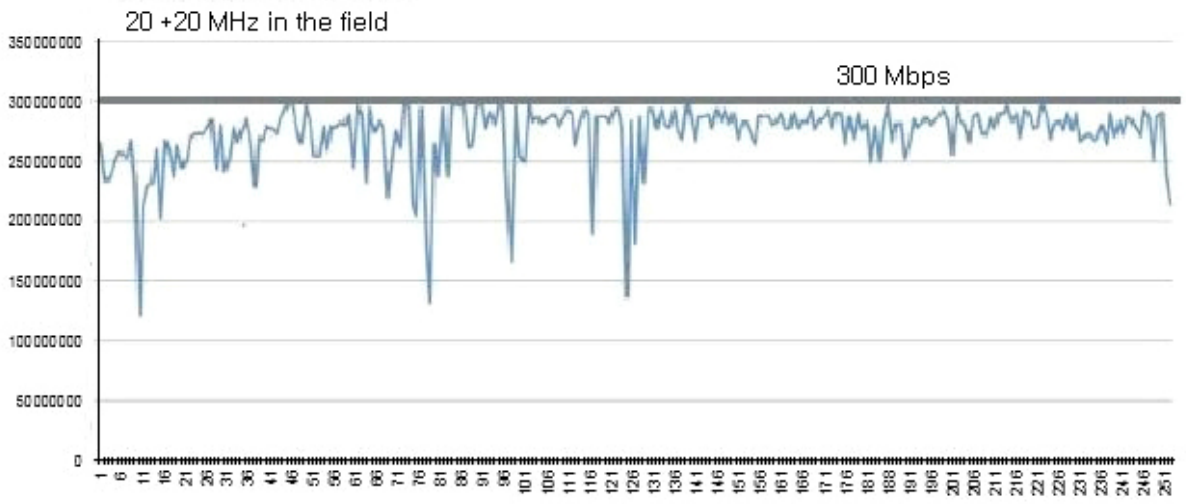
تجمیع حامل‌ها راه حل اصلی برای ساده‌سازی مدیریت ترافیک چند-بانده است. بدون CA ، مدیریت ترافیک باید برمبنای handoverها باشد که نسبتاً کند هستند و با در نظر گرفتن



شکل (۲): نتایج آزمایشی نرخ داده با 10+10 MHz Carrier Aggregation



شکل (۳): اندازه گیری حداکثر مقدار با گیرنده Cat. 6



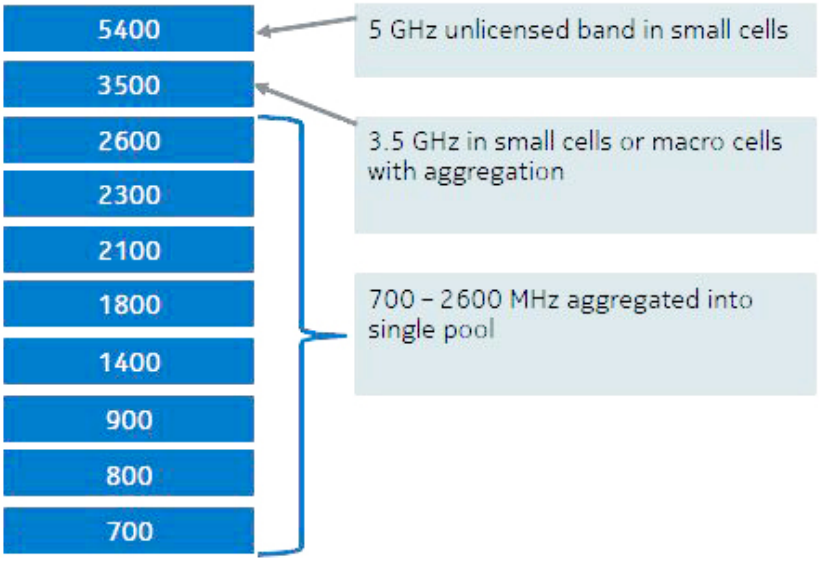
شکل (٤): نتایج آزمایشی مقدار داده با گیرنده ی Cat. 6 و با شرایط خوب سیگنال

اندازه گیری‌ها و روال کار، چندین ثانیه زمان می‌برند. مدیریت ترافیک همچنین به ساختاربندی مناسب پارامترهای حالت Idle (حالتی که هیچ‌گونه RRC (Radio Resource Connection برای سیگنالینگ وجود نداشته باشد) نیاز دارد. وقتی CA فعال باشد این روال ساده‌تر می‌شود زیرا تعادل بار به عنوان بخشی از packet scheduler در چند میلی‌ثانیه رخ می‌دهد.

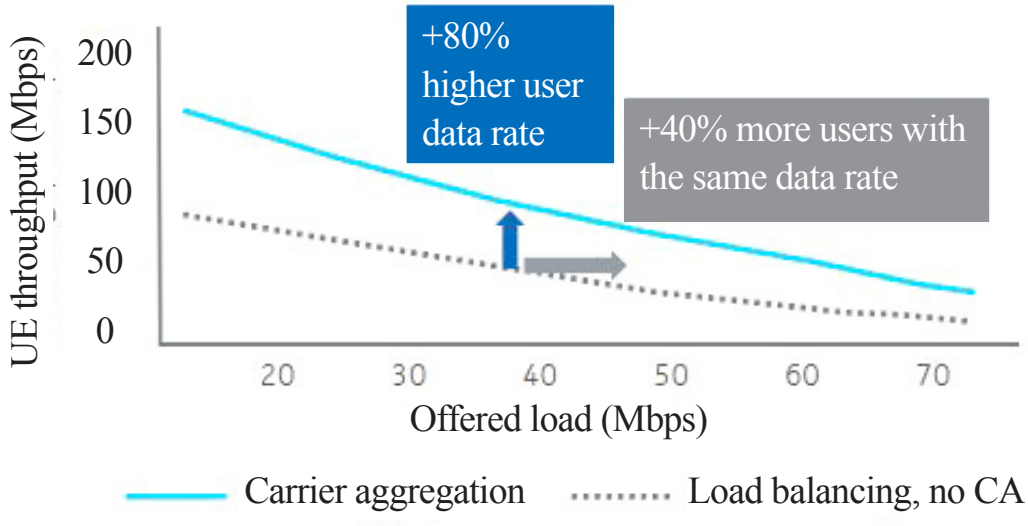
شکل (۵) باندهای فرکانسی معمول را که در حال حاضر و در آینده نزدیک، برای اپراتورهای تلفن همراه اروپا در دسترس اند نشان می‌دهد. فرکانس‌های بین 700 و 2600 MHz ترجیحاً با یکدیگر تجمیع می‌شوند تا مدیریت ترافیک سریع تری حاصل شود. اگر شبکه BSها (Site Grid) به اندازه کافی برای ایجاد پوشش مناسب در 3.5 GHz چگال باشد، حتی فرکانس‌های این باند را نیز می‌توان با یکدیگر تجمیع کرد.

شکل (۶) مزیت تعدیل بار (Load balancing) سریع با CA را نشان می‌دهد. خط‌چین مقدار داده کاربر را به عنوان تابعی از بار سیستم با پهنای باند 20 MHz نشان می‌دهد؛ با این فرض که تعدیل بار در ابتدای خواندن packet انجام‌گیرد. خط ممتد مقدار داده کاربر را زمانی نشان می‌دهد، که تجمیع حامل‌ها با 20+20 MHz فعال است و تمام گیرنده‌ها آن‌را پشتیبانی می‌کنند. نرخ داده حتی در بارهای زیاد، به طور قابل توجهی تا حدود ۸۰% افزایش می‌یابد. برعکس، می‌توان متوسط نرخ داده کاربر را در حد قبلی حفظ کرده، تعداد کاربران و بار شبکه را افزایش داد. در این مثال با استفاده از تجمیع حامل‌ها، حتی با ۴۰% افزایش بار می‌توان مقدار بیت کاربر را بدون تغییر نگه داشت.

شبکه‌های LTE، ترکیبی از گیرنده‌های جدید دارای CA و



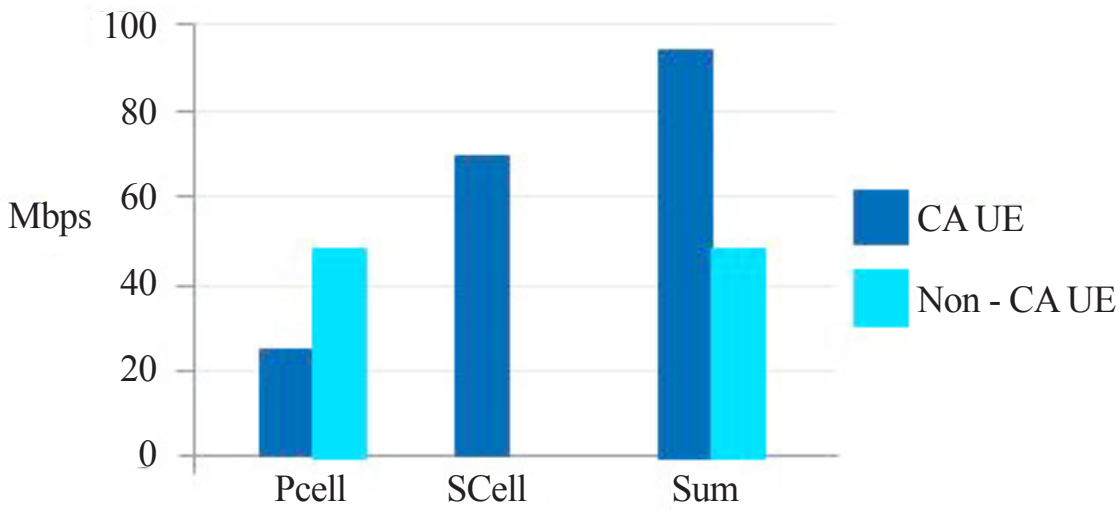
شکل (۵): Aggregation باندهای پایین در ماکروسل ها



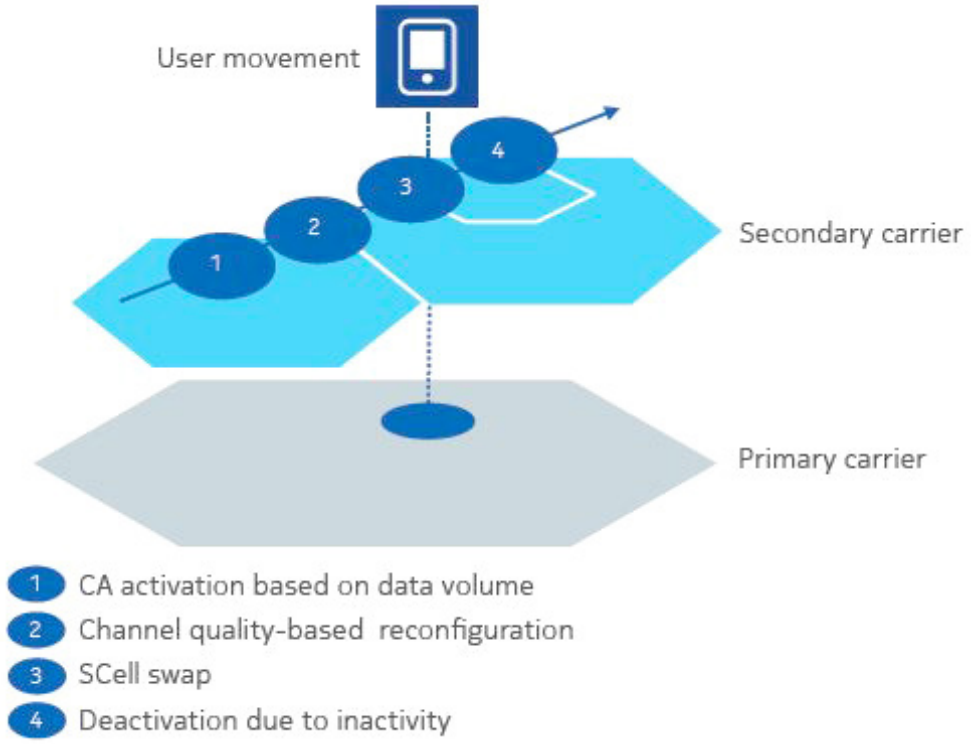
شکل (٦): نتیجه ی تعادل بار سریع با استفاده از CA

گیرنده های قدیمی بدون CA خواهند داشت، بنابراین، لازم است تشریک منابع بین این گیرنده‌ها به خوبی صورت گیرد. هدف این است که برای گیرنده‌های بدونِ CA ، منابع کافی (به ویژه در باند پایین که پوشش بهتر و معمولاً پهنای باند کمتری دارد) ارائه شود. برای مثال Scheduler هوشمند نوکیا به اپراتور اجازه می‌دهد سلول به سلول، به گیرنده های بدون CA منابع بیشتری اختصاص یابد؛ زیرا گیرنده‌های دارای CA می‌توانند از طریق دو سلول به منابع دسترسی داشته باشند. یک مثال موردی در شکل (۷) نشان داده شده است که در یک سلول اولیه (PCell)، به یک گیرنده بدون CA دو برابر منابع بیشتری در مقایسه با یک گیرنده دارای CA ، اختصاص داده شده است؛ در حالی که گیرنده‌دارای CA از طریق سلول ثانویه (SCell) نیز منابع دریافت می‌کند. نتیجه این است که مقدار داده نهایی کاربر به طور عادلانه بین گیرنده‌های مختلف توزیع می‌شود. تشریک منابع در scheduler پیشرفته و توسط اپراتور انجام می‌گیرد.

در شبکه‌های عملی اگر از آنتن‌های مختلف یا مکان های مختلف برای آنتن‌ها استفاده شود، پوشش SCell ممکن است با پوشش PCell متفاوت باشد. لازمه چنین ساختاربندی شبکه‌ای، ساختار منعطف SCell است. یک مثال در شکل (۸) با چندین SCell در منطقه‌ی پوشش یک PCell نشان داده شده است. زمانی که گیرنده متحرک است، SCell به صورت پویا، دوباره ساختاربندی می‌شود. ابتدا CA طبق حجم داده سلول ثانویه (۱)، فعال می‌شود. طبق حرکت گیرنده، سلول ثانویه ابتدا در (۲) و باز در (۳) دوباره ساختاربندی می‌شود. و به دلیل فعالیت نداشتن گیرنده در (۴)، CA در آن غیرفعال است.



شکل (۷): تخصیص منابع پیشرفته بین گیرنده‌های CA و non-CA

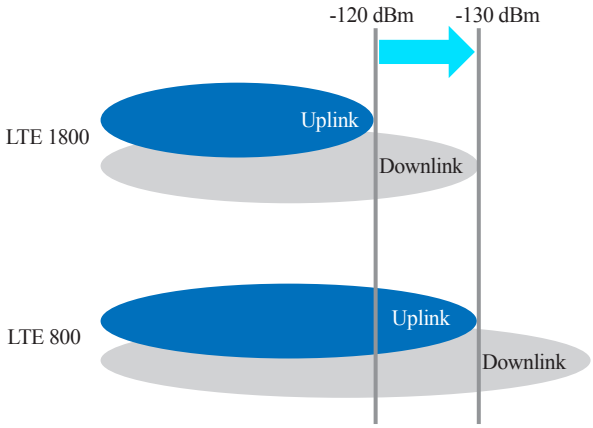


شکل (۸): ساختار بندی منعطف سلول ثانویه (SCell)

مزایای پوششی

در LTE پوشش Uplink در سلول‌های اولیه، به دلیل قدرت خروجی کم UE (200mW معادل 23dBm-) در مقایسه با قدرت نامی ایستگاه ثابت (چند ده وات)، دارای محدودیت است. حداقل آستانه دریافت برای LTE، توان سیگنال مرجع دریافتی (Reference Signal Received Power (RSRP)) معادل 120 dBm- (قبل از تحویل دادن ارتباط به شبکه 3G) است. حداقل آستانه دریافت توسط پوشش Uplink محدود می‌شود، درحالی که اگر فقط جهت Downlink را در نظر بگیریم پوشش می‌تواند وسیع‌تر هم باشد. با تجمیع حامل‌ها می‌توان پوشش را بهبود بخشید؛ به این صورت که از باندهای پایین برای ارتباط Uplink استفاده کرد؛ درحالی که در Downlink، گیرنده می‌تواند هم در باند پایین و هم در باند بالا دریافت داشته باشد. ارتباطات در باندهای بالا بدون تجمیع حامل‌ها قابل استفاده نیستند.

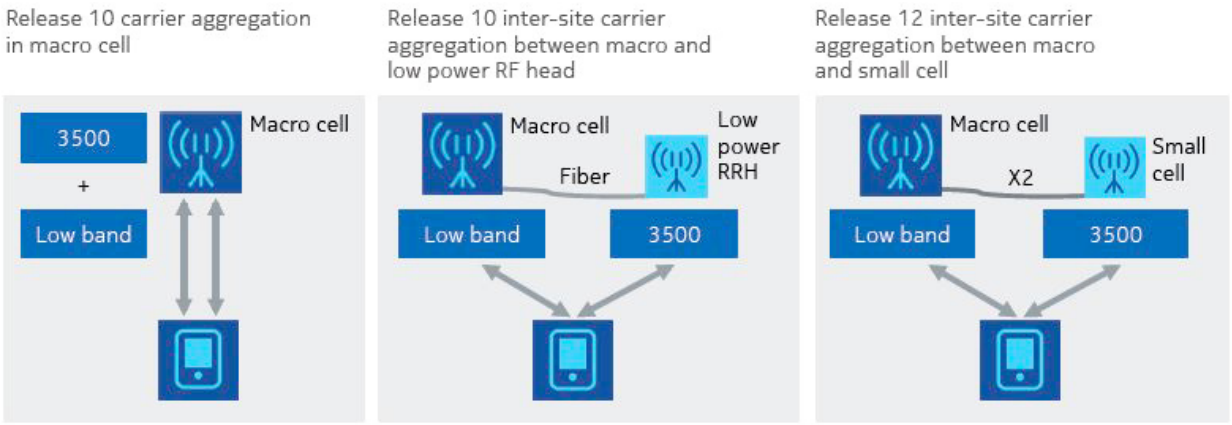
نتیجه آن است که تجمیع حامل‌ها می‌تواند پوشش Downlink را در باندهای بالا بهتر سازد. شکل (۹) نشان می‌دهد که طبق اندازه گیری ها با استفاده از تجمیع باند پایین با باند بالا می‌توان Throughput شبکه را می‌توان تا 130 dBm- حفظ کرد و به عبارت ساده‌تر ظرفیت باند بالا (1800 MHz) را در محدوده پوشش باند پایین (800 MHz) ارائه داد. گیرنده‌هایی که نزدیک‌تر به ایستگاه ثابت اند می‌توانند از LTE1800 به عنوان سلول اولیه و انتقال Uplink نیز استفاده کنند.



شکل (۹): مزایای پوششی Carrier Aggregation در استفاده از PCell باند پایین

تجمیع حامل‌ها در FDD و TDD

اولین مراحل Carrier Aggregation، تجمیع باندها بین دو فرکانس FDD و دو فرکانس TDD بود. فاز بعدی، اجازه تجمیع بین FDD و TDD را می‌دهد. در 3GPP R.12 ، تجمیع به صورت FDD+TDD تعریف شده است که هم FDD و هم TDD می‌توانند به عنوان سلول اولیه باشند. دراولین راه‌اندازی‌های عملی، FDD به عنوان PCell و TDD به عنوان SCell به کار گرفته شد. تجمیع FDD و TDD، ترکیب مناسب « FDD در باند پایین برای پوشش خوب و TDD در باند بالا با طیف بیشتر و مقدار داده بالاتر» را ممکن می‌سازد.



شکل (۱۰): Inter-site carrier aggregation بین سلول‌های بزرگ و کوچک

تجمیع حامل‌ها در شبکه‌های Heterogeneous

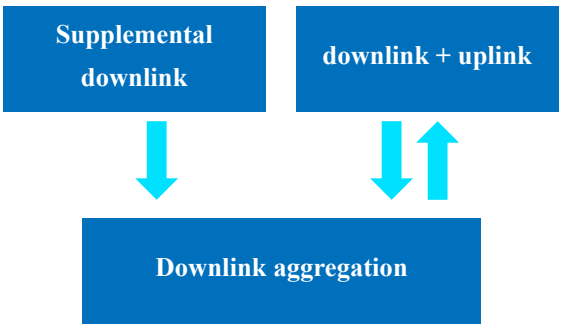
به کارگیری تجمیع حامل‌ها باعث می‌شود که راه‌اندازی سلول‌های کوچک جذاب‌تر باشد. اول آنکه، CA در حال حاضر در سلول‌های کوچک با پشتیبانی بیش از 200 Mbps ، در دسترس است. به علاوه، تجمیع حامل‌ها را می‌توان بین ماکروسل و RF head کم قدرت که در باند پایه ماکروسل کار می‌کند نیز انجام داد. چنین ترکیبی در تعاریف 3GPP R.10 پشتیبانی شده است با این فرض که سلول‌های اولیه و ثانویه مستقیماً از بخش باند پایه یکسانی منتقل شده‌اند.

3GPP R.12، تجمیع حامل‌ها را در جایی که دو سلول از دو BS مختلف منتقل شده‌اند، بهبود می‌بخشد. این ویژگی Inter-Site Carrier Aggregation نام دارد و بر مبنای ارتباط دوگانه (Dual Connectivity) است که گیرنده همزمان دو ارتباط رادیویی با دو BS دارد. استفاده اصلی آن در شبکه‌های Heterogeneous است که گیرنده می‌تواند ارتباط‌های موازی با ماکروسل بزرگ را در باندهای پایین و با سلول کوچک در باندهای بالا مدیریت کند. سلول بزرگ ممکن است تحرک قابل اطمینانی را ارائه دهد، در حالی که سلول کوچک می‌تواند مقدار بیت های بالاتر و ظرفیت بیشتر را ارائه دهد. ارتباط بین ماکروسل و سلول کوچک یک اینترفیس X2 است (همچنین می‌تواند از backhaul بی‌سیم نیز استفاده کند).

تجمیع با Supplemental Downlink (SDL)

با تجمیع حامل‌ها می‌توان مزایای فرکانس‌های مختص Download را داشت که Supplemental Downlink یا Downlink تکمیلی نامیده می‌شود.

3GPP دو باند Supplemental Downlink تعریف کرده است:



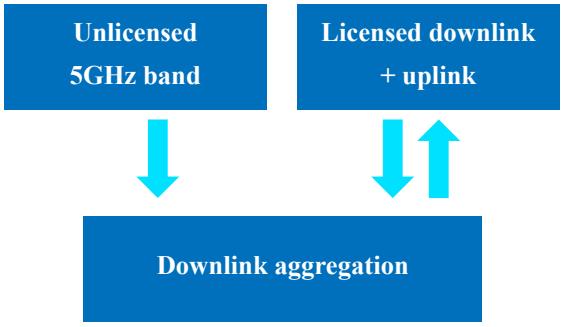
شکل (۱۱): Supplemental Downlink با CA

باند (717-728 MHz) 29 و باند (1452-1496 MHz) 32.

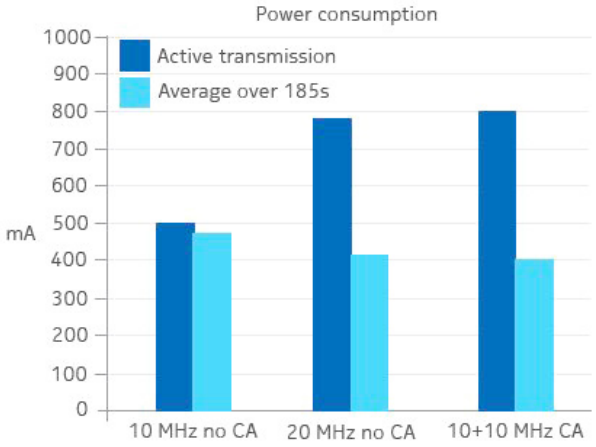
با تجمیع حامل‌ها می‌توان از این باندها برای بهبود نرخ داده در Downlink و افزایش ظرفیت، استفاده کرد. این مفهوم در شکل (۱۱) نشان داده شده است. پروفایل ترافیک در شبکه‌های برودبند تلفن همراه، کاملاً غیرمتقارن است، و ترافیک Downlink معمولا ۱۰ برابر بیشتر از ترافیک Uplink است؛ در نتیجه ایده‌ی فرکانس‌های مختص Downlink، کاملاً منطبق با پروفایل ترافیک است.

تجمیع با فرکانس‌های ثبت‌نشده (UnlicensedFrequencies)

LTE می‌تواند از باند ثبت نشده 5 GHz برای افزایش ظرفیت شبکه و مقدار داده استفاده کند. این موضوع در 3GPP R.13 تعریف شده و LTE for Unlicensed (LTE-U) یا Licensed Assisted Access (LAA) نام دارد. این راه‌حل مبتنی بر تجمیع حامل‌ها بین فرکانس‌های ثبت شده اپراتور و باند ثبت نشده است. این مفهوم در واقع ادامه‌روش Supplemental Downlink (SDL) است. باند ثبت شده می‌تواند هم در Uplink و هم در Downlink ، یک ارتباط مطمئن ارائه دهد؛ درحالی که باند ثبت نشده نرخ داده کاربر را افزایش می‌دهد. جریان داده Downlink را می‌توان بر مبنای



شکل (۱۲): CA با باندهای ثبت شده و ثبت نشده



شکل (۱۳): اندازه‌گیری مصرف توان گیرنده دارای CA

شاخص کیفیت کانال CQI (Channel Quality Indicator) و بار باندها، بین این دو باند تقسیم کرد.

تجمیع حامل‌ها تنها فناوریی است که می‌تواند هم از باند ثبت شده و هم از باند ثبت نشده استفاده کند و تعادل بار سریع بین باندها را بر عهده گیرد. نتیجه مطالعات نشان می‌دهد که LTE-U به همراه تمام ویژگی‌های رادیویی LTE-A می‌تواند بهره‌وری طیفی را دو برابر سازد و در مقایسه با فناوری Wi-Fi در همین باند، بُرد سلول را به دو برابر برساند. LTE-U برای همزیستی مسالمت‌آمیز در یک طیف مشترک با Wi-Fi طراحی شده است.

بهینه سازی مصرف توان گیرنده

تجمیع حامل‌ها بر عمر باتری گوشی‌های هوشمند تأثیر دارد؛ زیرا گیرنده باید دو فرکانس را پایش کند و سخت‌افزارهای RF اضافه‌تری را به کار گیرد، همچنین فعالیت باندپایه افزایش می‌یابد. بنابراین، برای انتقال داده های بزرگ مثل دریافت یک فایل، با استفاده از CA، مصرف توان در زمان دریافت فایل افزایش‌یابد. با وجود این، به دلیل بازدهی بالاتر، زمان دریافت کوتاه‌تر می‌شود و گیرنده زودتر می‌تواند به حالت RRC Idle برگردد؛ در نتیجه بهره‌وری انرژی افزایش می‌یابد و در کل باتری بهتر عمر می‌کند.

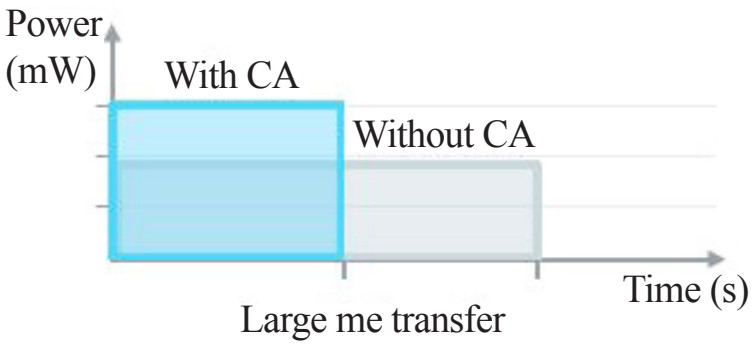
این موضوع را می‌توان در شکل‌های (۱۳) و (۱۴) مشاهده کرد. CA کمترین متوسط مصرف توان را در طول کل دوره زمانی ۱۸۵ثانیه ای (شامل دریافت فعال و زمان Idle) داراست. با ساختاربندی و یا فعال شدن CA، مصرف توان افزایش می‌یابد هرچند داده‌ای منتقل نشود. مصرف بیشتر توان را می‌توان با پایش دو فرکانس توسط گیرنده توضیح داد. بنابراین، زمانی که CA به صورت 10 MHz+10 MHz ساختاربندی می‌شود، برای انتقال داده کوتاه، که ارتباط RRC بیشترین زمان را صرف انتظار می‌کند، مصرف توان ممکن است تا ۸۰% نیز افزایش یابد (در مقایسه با یک تک فرکانس 10 MHz). این نتیجه نشان می‌دهد که CA ترجیحاً باید فقط زمانی ساختاربندی شود که حجم انتقال داده زیاد باشد و برای انتقال داده‌های کوچک نباید ساختاربندی شود.

تحولات در Carrier Aggregation

CA در حال تحول بیشتر است. 3GPP R.10 از حداکثر ۵ مؤلفه حامل پشتیبانی می‌کرد در حالی که در R.12 قابلیت سیگنالینگ به بیش از ۵ مؤلفه افزایش یافت. اپراتورهای زیادی حتی بیش از 100 MHz باند برای به کارگیری در LTE در دسترس دارند. همزمان، قابلیت پردازش باند پایه و RF در گیرنده در حال پیشرفت است که پشتیبانی از نرخ داده‌های حتی بالاتر را ممکن می‌سازد. در سال گذشته نوکیا نرخ داده فوق‌العاده‌ی 4 Gbps را با تجمیع ۱۰ مولفه و در ترکیب با فناوری MIMO ، و با تجمیع دو فرکانس FDD و TDD به نمایش گذاشت. گذشته از آن، CA تاکنون روی Downlink تمرکز کرده است. انتظار می‌رود تجمیع در Uplink با دو مؤلفه حامل به زودی برای همگامی بیشتر Uplink با نرخ داده‌های فزاینده‌ی Downlink آغاز شود.

خلاصه

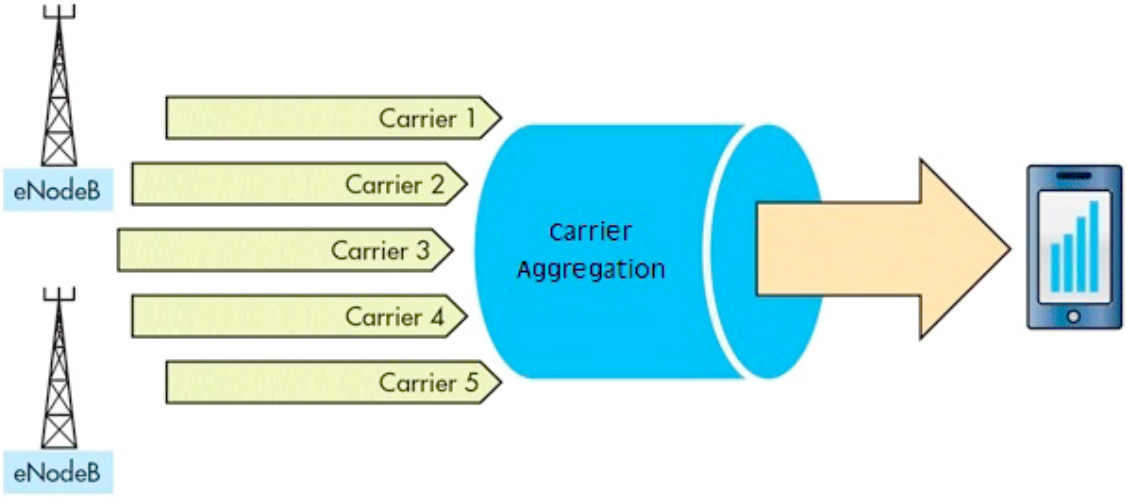
تجمیع حامل‌ها مهم‌ترین ویژگی LTE-Advanced است؛ زیرا نرخ داده عملی را بهبود می‌بخشد، ظرفیت شبکه را بیشتر کرده، مدیریت ترافیک شبکه را آسان‌تر می‌کند و منطقه پوشش را گسترش می‌دهد. تجمیع حامل‌ها به طور تجاری در ۲۰۱۳



شکل (۱۴): مصرف توان برای انتقال یک فایل بزرگ

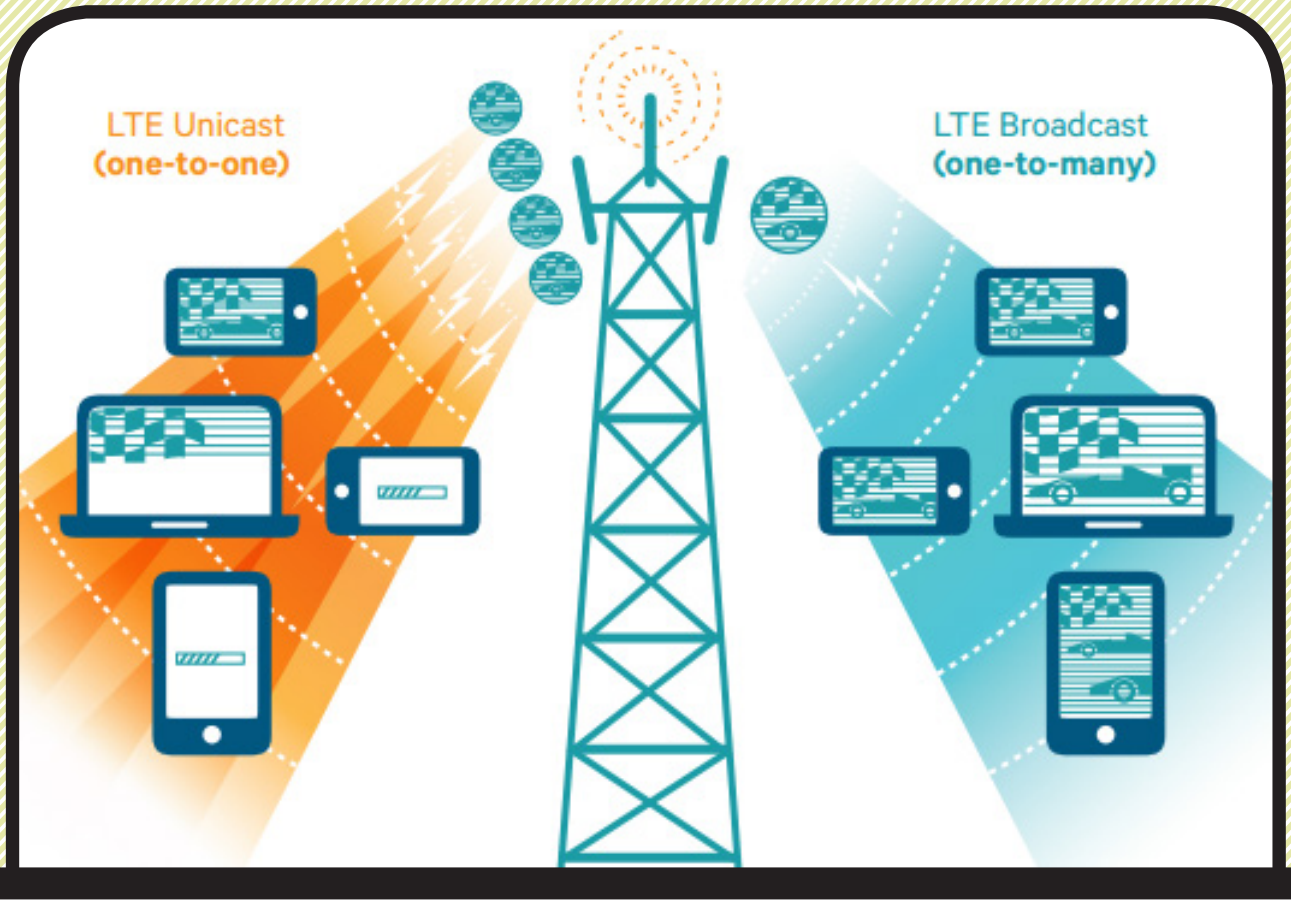
آغاز شد و حداکثر مقدار داده تا ۲۰۱۵ به 450 Mbps رسید. از قضا CA ، در شبکه‌های زنده نیز قادر به ارائه عملکرد بسیار خوبی است.

با تجمیع حامل‌ها می‌توان هر دو فرکانس FDD و TDD، و همچنین فرکانس‌های ثبت شده و ثبت نشده را تجمیع کرد. با Schedulerهای هوشمند می‌توان از تمام مزایای CA بهره‌مند شد و در عین حداقل سازی مصرف توان گیرنده، مدیریت منصفانه‌ای بین ظرفیت های متفاوت گیرنده‌ها انجام داد.



منابع:

1. Nokia Networks white paper : LTE-Advanced Carrier Aggregation Optimization,2016
2. 3GPP LTE Standard
3. LTE Advanced :3GPP Solution for IMT-Advanced,Antfi Toskala,Weily,2012
4. An Introduction to LTE: LTE,LTE Advanced 4G Mobile Telecommunication, Christoph Cox,2012



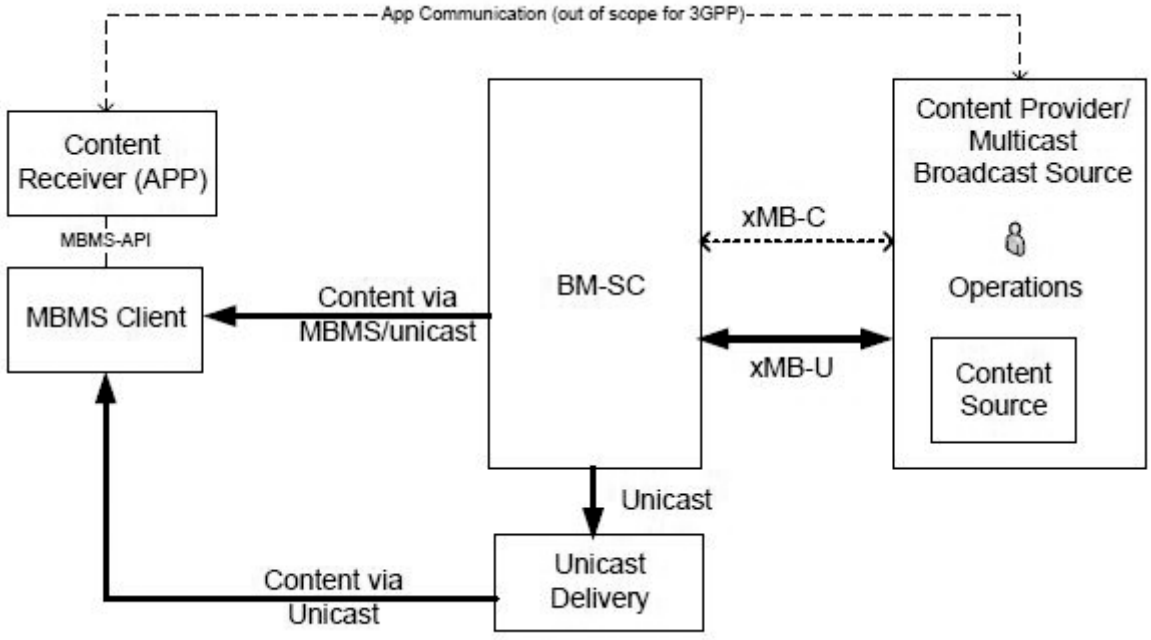
آخرین پیشرفت‌های سرویس تلویزیونی بهبودیافته روی 3GPP-MBMS

تهیه و تنظیم: ابوالفضل آذری، محمدعلی غفوریان، جمیله نیازاده

چکیده: توزیع کارآمد سرویس‌های تلویزیونی رایگان یا پولی روی گیرنده‌های همراه و همچنین گیرنده‌های تلویزیون ثابت زمینی، به کمک تجمیع زیرساخت دریافت تلویزیونی موجود و زیرساخت شبکهٔ تلفن همراه، دستاوردی بزرگ در آخرین نسخهٔ 3GPP است که می‌تواند این سرویس‌ها را به نحوی مقرون به صرفه فراهم کند. در نسخهٔ جدید 3GPP Rel-14 مشخصات مربوط به MBMS دستخوش مجموعه ای از پیشرفت‌های چشمگیر بوده است. مجموعهٔ این پیشرفت‌ها و تغییرات بزرگ صورت گرفته در مفاهیم معماری، لایهٔ رادیو و همچنین لایهٔ سرویس، توزیع سرویس‌های تلویزیونی را ممکن ساخته است. در معماری جدید نه فقط از عملکردهای تعریف‌شدهٔ قبلی تا Rel-13 مجدداً استفاده می‌شود، ارائه‌دهندگان پخش تلویزیونی نیز امکان خواهند یافت تا از زیرساخت سرویس برودکست تلویزیون موجود خود در این معماری استفاده کنند. ما در این مقاله به معرفی مفاهیم اصلی تعریف شده در 3GPP Rel-14 و بیان برخی چشم‌اندازهای سرویس‌های برودکست در 5G می‌پردازیم.

مقدمه

در چند دههٔ اخیر تلاش‌هایی برای ارائهٔ سرویس‌های تلویزیون روی دستگاه‌های همراه صرف نظر از میزان موفقیت آنها صورت گرفته است. امروزه، سرویس‌های تلویزیونی روی دستگاه‌های همراه عمدتاً از طریق یونیکست تلفن همراه و سرویس‌های Over-the-top(OTT) (ارسال محتوا روی اینترنت) در دسترس‌اند. این سرویس‌ها معمولاً دارای کیفیت HD قابل‌مقایسه با سرویس‌های تلویزیون موجود و همچنین همراه با تعامل و شخصی‌سازی کامل برای کاربر هستند. در این مدت سرویس تلویزیونی زمینی روی دستگاه‌های ثابت تلویزیون هم پیشرفت‌هایی نه فقط در کیفیت (HD، UHD و HDR وغیره)



شکل (۱): معماری ساده شدهٔ سرویس‌های تلویزیونی روی 3GPP MBMS

که در دریافت نیز (مثلاً امکان تحویل یونیکست محتوا) داشته است. 3GPP با علم به این موضوع که رویکردهای قبلی تعریف مود موبایل در سیستم پخش‌همگانی تلویزیونی عمدتاً به دلیل کمبود دستگاه‌های تلفن همراه دریافت‌کنندهٔ برودکست موفق نبوده است، رویکرد متفاوتی را در آخرین نسخهٔ خود درپیش گرفته و مجموعه‌ای از توانمندسازها را فراهم ساخته است که امکان توزیع سرویس‌های تلویزیونی را با کمک فناوری‌های موبایل – محور(mobile centric) در گیرنده و نیز برای دستگاه‌های تلویزیونی ثابت فراهم می‌کنند. این توانمندسازها که در آخرین نسخهٔ 3GPP تعریف شده‌اند عبارتند از: (۱) دریافت تلویزیونی موبایل و ثابت در یک تخصیص‌دهی مشترک طیف، (۲) امکان ارائهٔ سرویس‌های رایگان (free-to-air)، (۳) سطح کیفیت قابل‌مقایسه با تلویزیون برودکست و (۴) آمادگی کار مطابق با تصمیم کشورهای اروپایی در خصوص طیف 470-790 MHz.

3GPP معمولاً هر دوازده الی هجده ماه مشخصات جدیدی را در قالب نسخه‌های جدید ارائه می‌کند، چنان که نسخهٔ Rel-13 در اواخر ۲۰۱۵ و Rel-14 در نیمهٔ سال ۲۰۱۷ تکمیل شد. در حال حاضر کار روی Rel-15 در جریان است و انتظار می‌رود این نسخه تا نیمهٔ ۲۰۱۸ تکمیل شود. Rel-15 اولین نسخه‌ای خواهد بود که اهداف 5G در آن مد نظر قرار می‌گیرد.

در ادامهٔ این مقاله ابتدا تغییرات و پیشرفت‌های جدید در معماری و لایهٔ سرویس را بررسی می‌کنیم، سپس به طرح نکات مربوط به لایهٔ رادیو و در آخر به چشم‌اندازهای 5G می‌پردازیم.

پیشرفت‌های معماری و لایهٔ سرویس

۲-۱. معماری

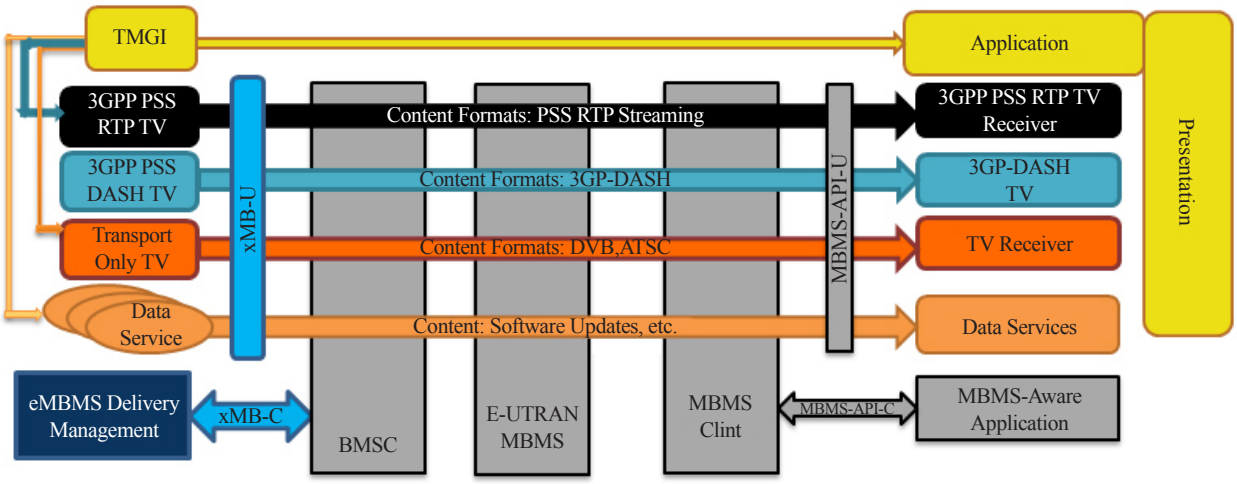
3GPP تا نسخهٔ Rel-13 تعداد زیادی عملکرد و توانمندساز را برای توزیع محتوا (بلادرنگ (real-time) یا غیربلادرنگ (Non-real-time)) از مرکز سرویس برودکست–مالتی‌کست (BM-SC) متعلق به اپراتور شبکهٔ تلفن همراه (MNO)، تا دستگاه کاربر(UE) قادر به دریافت MBMS، فراهم ساخته بود و تا نسخهٔ Rel-13 تمرکز اصلی کار بر بهبود عملکرد توزیع از BM-SC به MBMS Client قرار داشت اما در ReL-14 معماری سیستم ارتقاء داده شده است به نحوی که شامل یک اینترفیس از تولیدکنندهٔ محتوا به BM-SC (اینترفیس xMB) و همچنین یک اینترفیس از MBMS Client به نرم‌افزار دریافت کنندهٔ محتوا (اینترفیس MBMS-API) می‌شود (شکل ۱). در هر حال، 3GPP اجازهٔ توزیع یونیکست سرویس‌ها را نیز می‌دهد (مثلاً با استفاده از عملکرد MBMS تعاملی (MBMS operation-on-Demand یا MooD) و یا یونیکست پشتیبان که از Rel-12 در TS 26.346 تعریف شده‌است). علاوه بر این، طبق رویکرد معمول سرویس OTT و نرم‌افزارهای موبایل، تولید کنندهٔ محتوا می‌تواند یک ارتباط مستقیم خارج از سیستم توزیع برودکست/MBMS با این نرم‌افزارها داشته باشد (مثلاً برای پیکربندی سرویس و به روزرسانی‌ها).

۲-۲. تولید کنندهٔ محتوا و سرویس‌های کاربر MBMS

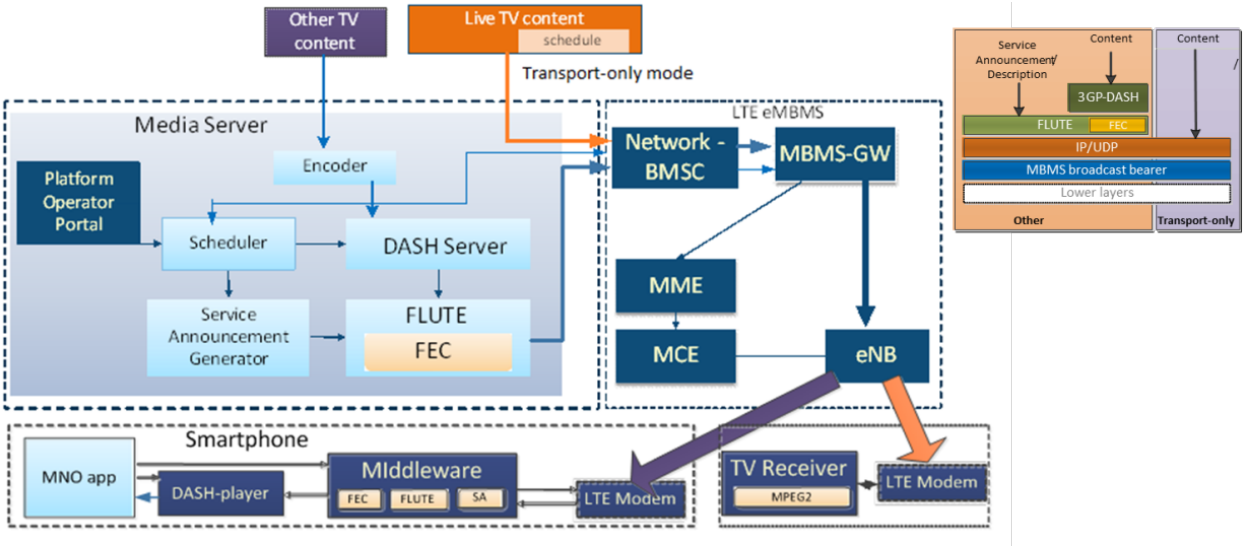
3GPP از Rel-13 تا سه سرویس اصلی به نام‌های: سرویس‌های استریمینگ بلادرنگ مبتنی بر پروتکل RTP، سرویس‌های استریمینگ بلادرنگ مبتنی بر راهکار DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) و همچنین سرویس‌های دیتای غیربلادرنگ (NRT) مبتنی بر فایل (مثلاً از طریق توزیع بر مبنای زمان‌بندی یا carousel) ارائه کرد. در سرویس‌های بلادرنگ موجود، لازم است که قالب‌های محتوا، مشخصات 3GPP PSS/DASH را داشته باشند اما در Rel-14 این محدودیت با افزودن یک "مود فقط- انتقال (transport-only mode) " که در آن توزیع قالب‌های محتوایی خارج از تعریف سیستم، مجاز شناخته شده ، از بین رفته است. مطابق شکل (۲)، تولید کنندهٔ محتوا می‌تواند از یک یا چند نوع سرویس برای تولید یک سرویس تلویزیونی غنی استفاده کند (برای مثال با دسترسی از طریق یک نرم‌افزار محلی یا تحت وب روی دستگاه‌های همراه یا تلویزیون‌های هوشمند). این سرویس‌ها از طریق بخش control plane اینترفیس xMB (که به آن xMB-C گفته می‌شود) برقرار می‌شوند و از طریق بخش user plane آن (که xMB-U گفته می‌شود) به BM-SC عرضه می‌شوند. نرم‌افزار می‌تواند دربارهٔ سرویس‌ها سوال کند و عناصر دریافت متناسب با مصرف آنها را به کار بگیرد. برای توزیع از BM-SC به MBMS Client یکی از سه روش مختلف تحویل دیتا می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد: روش تحویل به وسیلهٔ استریمینگ (برای سرویس‌های RTP)، روش تحویل به وسیلهٔ دانلود (برای سرویس‌های دیتا و DASH-over-MBMS) یا روش تحویل شفاف (برای سرویس‌های صرفا-انتقال). سرویس‌های محتوا می‌توانند روی سرویس‌های کاربر MBMS نگاشته شده و از طریق بخش کنترل MBMS-API (یعنی MBMS-API-C) به برنامهٔ کاربردی ارائه شوند که این، MBMS Client را برای اکتشاف و برقراری سرویس درگیر می‌کند. در یک روش دیگر، سرویس‌ها را می‌توان اعلان و با ابزارهای خارجی برقرار کرد (مثلاً با انتشار مشخصهٔ گروه موبایل موقت (TMGI) و اطلاعات IP برای دسترسی به سرویس تولیدکنندهٔ محتوا بدون درگیر شدن MBMS Client).

۲-۳. اینترفیس استاندارد تولیدکنندهٔ محتوا

به منظور ساده شدن دسترسی به عملکردهای سیستم MBMS یک اینترفیس استاندارد تعریف شده که به آن اینترفیس توسعه‌یافتهٔ MBMS (extended MBMS) یا xMB گفته می‌شود. این اینترفیس برای برقراری ارتباط بین یک تولیدکنندهٔ محتوا و BM-SC تعریف شده است. اینترفیس xMB قابلیت انجام دادن این کارها را به تولیدکنندهٔ محتوا می‌دهد: (۱) شناساندن اعتبار و مجاز بودن خویش به BM-SC، (۲) ایجاد، تغییر و پایان دادن یک سرویس، (۳) ایجاد، تغییر و پایان دادن یک دورهٔ فعالیت (session)، (۴) اطلاعات سوالی و (۵) تحویل محتوا به BM-SC. این اینترفیس متقابلاً به BM-SC نیز قابلیت انجام دادن این کارها را می‌دهد: (۱) شناسایی اعتبار و مجاز بودن یک تولیدکنندهٔ محتوا، (۲) آگاه کردن تولیدکنندهٔ محتوا از وضعیت مصرف سرویس توسط کاربر MBMS و (۳) استحصال محتوا از تولیدکنندهٔ محتوا. فقط تولیدکنندگان دارای مجوز مجاز به وارد کردن محتوای رسانه‌ای در xMB-U خواهند بود. اینترفیس xMB چهار نوع دورهٔ فعالیت (session) مختلف را مجاز می‌شمارد: استریمینگ، فایل، برنامهٔ کاربردی (شامل استریمینگ DASH) و مود انتقال. جزئیات رویه‌های مرحله-۲ و مرحله-۳ به ترتیب در TS 26.346 و TS 29.166 آمده‌اند.



شکل (۲): معماری سرویس



شکل (۳): مود "فقط-انتقال"

۲-٤. مود فقط-انتقال (Transport-only Mode)

امکان استفاده از شبکهٔ MBMS به عنوان یک پلتفرم مشترک برای برودکست و ارائهٔ انواع مختلف محتواها و سرویس‌ها، عامل مهمی برای موفقیت گستردهٔ این پلتفرم خواهد بود. برمبنای همین نظر، در Rel-14 یک مود برای عبور دادن محتوا تعریف شده است که اجازه می‌دهد استریم‌های بستهٔ IP و (Application Data Unit یا ADU) تحت پروتکل UDP، روی حامل‌های MBMS به سمت مقصد توزیع شوند. علت اینکه این مود ، مود "فقط-انتقال" خوانده می‌شود آن است که به طور مثال برودکسترهای تلویزیونی را قادر می‌سازد تا محتوای سرویس را از طریق MBMS در فرمت اصلی خودشان (مثلاً فرمت MPEG-4, HEVC TS) و بدون رمزگذاری، به مقصد برسانند. علاوه بر این، چنین مودی اجازه می‌دهد تا بتوان گیرنده‌های تلویزیون موجود را برای این نوع از برودکست مورد استفادهٔ مجدد قرار داد.

این مود با استفاده از روش ارسال شفاف (که اجازه می‌دهد هر جریان دیتای مبتنی بر IP از طریق سرویس‌های حامل MBMS توزیع شود) امکان‌پذیر شده است. با این حال BM-SC می‌تواند عملکردهای دیگری مثل ایجاد سرویس‌های کاربر MBMS با ویژگی‌های لایهٔ سرویس مربوطه‌شان (مثل اعلان سرویس، اصلاح فایل، گزارش دریافت QoE و گزارش مصرف) را نیز اضافه کند. پروتکل تحویل به شکلی تعریف شده است که قابل توسعه و تعمیم باشد تا در نسخه‌های آینده عملکردهای جدیدی (مثل QoS با استفاده از FEC) نیز قابل افزودن باشند. جزئیات بیشتر در TS 26.346 ارائه شده است.

۲-۵. مود فقط-دریافت (Receive-only mode)

یکی دیگر از مهم‌ترین پیشرفت‌ها در مشخصات 3GPP اضافه شدن مود "فقط-دریافت" است. این مود دستگاه‌ها را قادر می‌سازد تا بدون سیم کارت، USIM یا هر نوع اشتراک 3GPP به دسته‌ای از سرویس‌های 3GPP MBMS دسترسی داشته باشند. این مود در واقع به معنی گسترش دامنهٔ دسترسی MBMS به گیرنده‌های تلویزیون سنتی و فراهم شدن برودکست رایگان محتوا روی MBMS است. بدیهی است که سرویس‌های پیکربندی شده برای این مود، توسط دستگاه‌های همراه نیز به صورت سرویس‌های پیشرفته (و احتمالاً همراه با یونیکست مستقل) قابل دریافت هستند. این سرویس‌های پیشرفته می‌تواند برای دستگاه‌های ثابت تلویزیون نیز ممکن باشد (مثلاً با داشتن یک ارتباط برودبند در دستگاه تلویزیون برای استفاده از سرویس‌های تعاملی مربوط به برودکست). مود فقط-دریافت فرصت را برای طراحی‌های مقرون به صرفه‌تر دیتا برای تلویزیون موبایل (mobile TV)، مثل طراحی‌های bundled فراهم می‌کند.

۲-٦. APIها و URL در سرویس MBMS

اینترفیس‌های برنامه‌ریزی اپلیکیشن (Application Programming Interfaces) برای MBMS یا MBMS-APIها در درجهٔ اول با هدف مستقل کردن رویه‌های پیچیدهٔ MBMS به کمک روش‌ها و اینترفیس‌های ساده، برای فراهم‌کنندگان وب و برنامه‌های کاربردی کاربران، معرفی شدند. تولیدکنندگان تجهیزات MBMS Client می‌توانند برای آنکه تجمیع برنامه‌های کاربردی آگاه به MBMS (MBMS-aware) با سرویس‌های کاربر MBMS، هر چه ساده‌تر شود، APIهای سرویس را پیاده‌سازی کنند. در این زمینه می‌توان با برنامهٔ کاربردی و از طریق APIها به محتوای سرویس دسترسی داشت. به این صورت که برنامهٔ کاربردی با MBMS Client مرتبط می‌شود تا

سرویس‌ها را کشف و به آنها دسترسی پیدا کند تا با مدیاپلیرهای موجود خوانده شوند. APIها از توزیع سرویس‌های تلویزیونی موجود (مثل DVB) پشتیبانی کرده و قابلیت‌های جدیدی را نیز برای گزارش مصرف، پشتیبانی از جابجایی پویا بین برودکست/یونیکست و غیره فراهم می‌کنند. APIها را می‌توان در یک دستگاه یا به عنوان یک اینترفیس شبکه محلی پیاده‌سازی کرد. در پیاده‌سازی به عنوان اینترفیس شبکهٔ محلی، سرویس MBMS در یک دستگاه gateway (مثلاً یک نقطهٔ دسترسی Wi-Fi) پایان می‌یابد و به عنوان یک سرور محتوای رسانه‌ای برای برنامه‌های کاربردی موجود در دستگاه‌های کاربران عمل می‌کند. در قسمت ۴ یک مثال در مورد استفاده از APIها با جزئیات آورده شده است.

علاوه بر این، در حال حاضر TS 26.347 شکلی از URL را برای سرویس‌های کاربر MBMS تعریف می‌کند که مثل HTTP (یا FTP) برای ارجاع به یک منبع طراحی شده است.

پیشرفت‌ها در بخش رادیویی شبکه

غیر از پیشرفت‌های انجام گرفته در معماری و لایهٔ سرویس، Rel-14 در خصوص رادیو نیز بهبودهایی داشته است. این بهبودها به طور خلاصه عبارتند از:

پشتیبانی از فواصل بین سایتی (ISD) بزرگ‌تر (با فرض عملکرد شبکه به صورت تک‌فرکانسی (SFN) و طراحی شبکهٔ سلولی): eMBMS در حال حاضر برمبنای لایهٔ فیزیکی OFDM فروسوی LTE با پیشوند چرخشی Cyclic Prefix (CP) معادل است. با بزرگ‌تر در نظر گرفتن CP (یعنی معادل) که برای پوشاندن 15 km فاصلهٔ بین سایتی (ISD) طراحی شده است، به بهره‌وری طیفی معادل 2 bps/Hz برای آنتن روی بام دست می‌یابیم. همچنین برای CP یک عدد میانه () نیز معرفی شده است. توجه کنید که CP در برودکست با عنوان گارد اینتروال نیز شناخته می‌شود.

حامل MBMS اختصاصی یا ترکیبی: می‌توان روی یک حامل، سرویس‌های یونیکست و برودکست را به صورت ترکیبی داشت و یا تا ۱۰۰% حامل را به برودکست اختصاص داد. برای حامل‌های اختصاصی اطلاعات سیستم و سیگنال‌های سنکرون‌سازی به صورت خود–شامل(self-contained) خواهد بود.

انواع مختلف دستگاه‌ها: از انواع دریافت‌ها (روی بام، دستگاه‌های دستی و آنتن اتومبیل) به خوبی پشتیبانی می‌شود و مقادیر مختلفی(7.5kHz، 15kHz و 1.25kHz) برای انواع مختلف موضوعات پیاده‌سازی/تحرک طراحی شده‌اند.

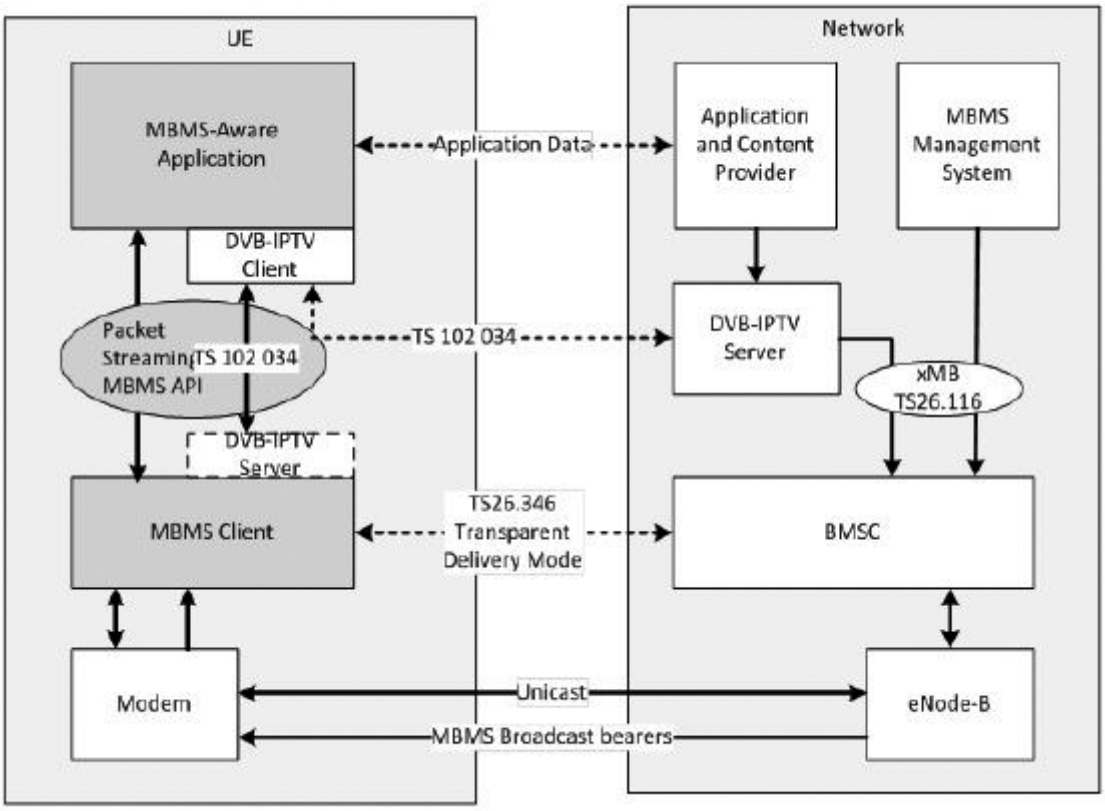
نوع جدید زیرفریم: در نوع جدید زیرفریم MBSFN ناحیهٔ کنترل یونیکست وجود ندارد تا سربار (overhead) در ارسال‌های MBMS کاهش یابد (با توجه به ضعف نسخه‌های قبلی در این مورد).

تجمیع برودکست MBMS اپراتورها: اپراتورها می‌توانند شبکه‌های MBMS خود را به صورت یک پلتفرم توزیع محتوای MBMS مشترک، تجمیع کنند. با این کار از برودکست همزمان یک محتوا روی شبکه‌های مختلف جلوگیری می شود، در نتیجه پوشش و بهره‌وری پهنای‌باند بهبود می‌یابد.

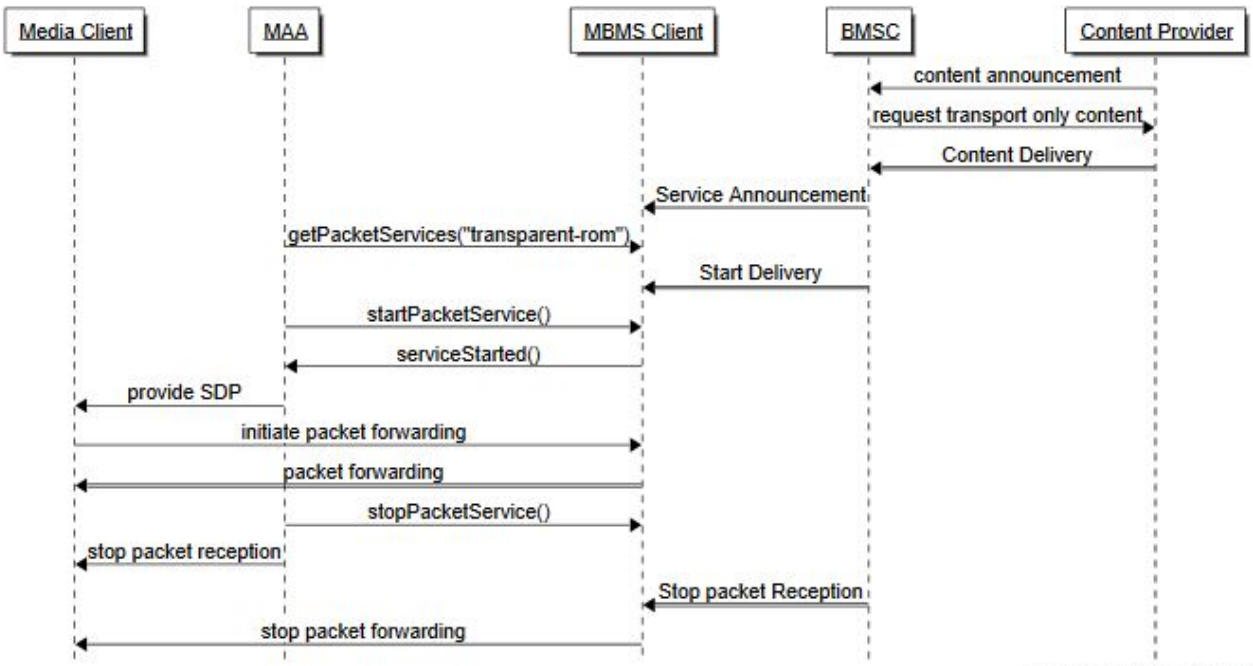
مثالی از ارائهٔ سرویس

شکل‌های (۴) و (۵) به ترتیب، یک مثال از معماری و یک مثال از خوانش جریان برای ارائهٔ یک سرویس DVB-IPTV رایگان روی MBMS مطابق TS 102 034 را نشان می‌دهند. تولیدکنندهٔ محتوا، تحویل محتوا به BMSC را از طریق xMB-C و با برقراری یک سرویس انتقال تلویزیونی، پیکربندی می‌کند. یک سرور DVB-IPTV، دیتای MPEG-4, HEVC TS را که از طریق اینترفیس xMB-U از سرور به BM-SC تحویل شده‌اند به صورت استریم‌های روی IP فراهم می‌کند. BM-SC سرویس را از طریق کانال اعلان سرویس (Service Announcement Channel (SACH)) اعلان می‌کند. مکانیزم کانال اعلان سرویس همان طور که در TS 26.346 تعریف شده است، از طریق download delivery session ذخیره شده و اختصاصی و با استفاده از پروفایل اعلان سرویس "فقط–دریافت" صورت می‌گیرد. این اعلان سرویس همچنین روی حامل‌های برودکست MBMS روی TMGIها در محدودهٔ ذخیره شده (که قبلاً برای سرویس‌های مود فقط–دریافت نیز تعریف شد) ارسال می‌شود.

برنامهٔ آگاه‌از MBMS(MBMS-AwareApplication(MAA))، از MBMS Client سوال می‌کند تا فهرستی از سرویس‌های فقط–دریافت شفاف را تهیه کند. MAA برمبنای این فهرست،API مربوط به Start Packet Service را فرا می‌خواند تا سرویس را آغاز کند. MBMS Client سرویس فقط–انتقال دریافت شده را ارائه می‌دهد، یعنی به عنوان یک سرور DVB-IPTV برای یک DVB-IPTV Client با محوریت دستگاه تلویزیون عمل می‌کند. MAA می‌تواند از طریق APIهای کنترل، مصرف سرویس را کنترل کند (مثلاً برای توقف سرویس و یا سوییچ از یک سرویس به سرویس دیگر). DVB-IPTV Client نسبت به تحویل MBMS در لایهٔ زیرین خود آگاهی ندارد و بی‌تفاوت است.



شکل (٤): مثالی از ارائهٔ سرویس: DVB-IPTV MPEG-2 TS روی 3GPP MBMS



شکل (٥): مثال خوانش جریان برای ارائهٔ سرویس

چشم‌انداز 5G

3GPP Rel-14 بیانگر پیشرفت‌های بزرگی در حمل سرویس‌های برودکست روی شبکه‌های سلولی است. با وجود این، همچنان مباحث زیادی دربارهٔ چگونگی پرداختن 5G (که با Rel-15 شروع خواهد شد) به سرویس‌های برودکست وجود دارد. بخشی از اصول و ملزومات در این زمینه به شرح زیر است:

5G از سرویس‌های مالتی‌کست/برودکست (M/B) موجود پشتیبانی خواهدکرد؛ اما قرار نیست همه چیز را از صفر شروع کند بلکه این پشتیبانی فقط به معنی تسهیل و تسریع در تحولات است. در حال حاضر پیش‌بینی می‌شود که در فاز۳ 5G به این موضوع پرداخته شود.

نرخ دیتای تا 300 Mbps (مثل استریم‌های ویدیوی 4K UHD) با ۱۵ کانال برودکست، هر کدام با 20 Mbps، به طور همزمان روی یک حامل وجود خواهند داشت. روی یک استریم ویدیوی 8K 3D با 250 Mbps برای فراسو و فروسو، تأخیر دوطرفه در حدود 10-12 ms خواهد بود.

تنظیم منطقهٔ دینامیک به عواملی چون چگالی کاربر، ملزومات سرویس خاص و... بستگی خواهد داشت.

تخصیص منابع به صورت پویا (دینامیک) و ایستا بین M/B و در یونیکست تا ۱۰۰% منابع فروسو انجام می‌شود تا داشتن سلول‌های بزرگ (تا شعاع ۱۰۰ کیلومتر) با منطقه برودکست‌های محلی، منطقه‌ای و ملی، ممکن باشد.

برای MBMS در نسخه‌های آینده دو مسیر دیده شده است:

بهینه‌سازی با محوریت بخش رادیویی، برای تحویل محتوای یونیکست/مالتی‌کست ترکیبی: چنین بهینه‌سازی‌هایی در نهایت توسط 3GPP به رادیوی 5G افزوده خواهند شد.

سیستم برودکست سلولی خودایستا: این سیستم بر مبنای آخرین نسخهٔ 3GPP Rel-14-enTV قرار دارد. انتظار می‌رود این تلاش به وسیله جامعهٔ برودکست پشتیبانی شود.

در لایهٔ سرویس، انتظار می‌رود که عملکردهای موجود گسترش یابند تا از قابلیت‌های بهتر تحویل یونیکست، تجربهٔ بهتر برای کاربر نهایی و ابزارهای جدید برای اندازه‌گیری، گزارش مصرف سرویس و... پشتیبانی کنند؛ درست مثل تغییر تدریجی معماری، مشخصه‌های سرویس را نیز می‌توان به تدریج برای امکان استفاده از شبکهٔ دو طرفه (تعاملی) اضافه کرد. این ممکن است به طور مثال شامل به روزرسانی پروفایل‌های محتوای رسانه‌ای برای پشتیبانی از UHD-1 فاز ۲، قابلیت دسترسی و زیرنویس‌ها، گنجاندن پیشرفتهٔ تبلیغات، گزارش مصرف و QoE، یک چارچوب DRM برای پشتیبانی از سیستم‌های DRM یکنواخت، یکپارچگی بهتر نرم‌افزارها و مرورگرها، APIهای بیشتر، تجمیع CDN و تجربه‌های جدید مثل واقعیت مجازی باشد.

نتیجه‌گیری

3GPP MBMS دستخوش تحولات چشمگیری در سطح سیستم و معماری به منظور پشتیبانی از سرویس‌های تلویزیونی بوده است. توانمندسازهای جدید به MNOها اجازه می‌دهند تا برای ارائهٔ اشکال گوناگون سرویس‌های تلویزیونی به انواع مختلف دستگاه‌ها کاملاً از برودکسترها پشتیبانی کنند. 3GPP با فراهم کردن سیستم‌های دینامیک و سریع برودبند موبایل، تمام عناصر معماری لازم را برای قابلیت‌های سرویس‌های جدید و همچنین فناوری‌هایی که مؤلفه‌های اصلی نسل بعدی صنعت انتقال محتوا هستند، دارا خواهد بود.

منابع:

1. ENHANCED TV SERVICES OVER 3GPP MBMS -T.Stockhammmer, I.Bouazizi, F.Gabin, J.M.Guyot, C.Lo, T.Lohmar, C.Theinot-Qualcomm Incorporated, United States-Ericsson,Germany-Samsung,United States-Enensys,France-Expway,France
2. ENHANCED TELEVISION SERVICES OVER 3GPP EMBMS- 3GPP 2017
3. WIRELESS TECHNOLOGY EVOLUTION TOWARDS 5G-3GPP RELEASE 13 TO RELEASE 15 AND BEYOND-3GPP-February 2017

تسهیم راز بصری کاربرپسند بر اساس شبکه‌های تصادفی

بخش دوم

تهیه و تنظیم: سید محمد پاک‌نهاد

بخش اول این مقاله در شماره ۷۸ (پاییز ۱۳۹۶) به چاپ رسید.

پیشنهادی

در الگوریتم ۴، طرح پیشنهادی به فرم یک شبه کد آمده است [۱۳-۱۱]. در این الگوریتم مقدار صفر متناظر با پیکسل سیاه و مقدار ۱ متناظر با پیکسل سفید است. ابعاد $D1$ برابر تصویر راز است. ابعاد $D2$ تعداد پیکسل‌های سیاه در $D1$ است و وابسته به احتمال $P1$. همچنین پوشش۱ و پوشش۲ تصاویر پوششی هستند که ابعاد هر یک از آنها برابر تصویر راز است. کیفیت تصویر پشته با $P1$ و کیفیت تصاویر سهم‌ها با $P2$ کنترل می‌شود.

شکل(۲) فلوچارت الگوریتم پیشنهادی را به تصویر کشیده است. حال به تشریح مراحل مختلف این طرح می‌پردازیم.

۱. ابتدا یک تصویر باینری تصادفی به نام $D1(M,N)$ با توزیع برنولی و با احتمال سیاه ظاهر شدن $P1$ ایجاد می‌کنیم. (در این مرحله متوسط عبور روشنایی برای $D1(M,N)$ برابر $P2-1$ است)

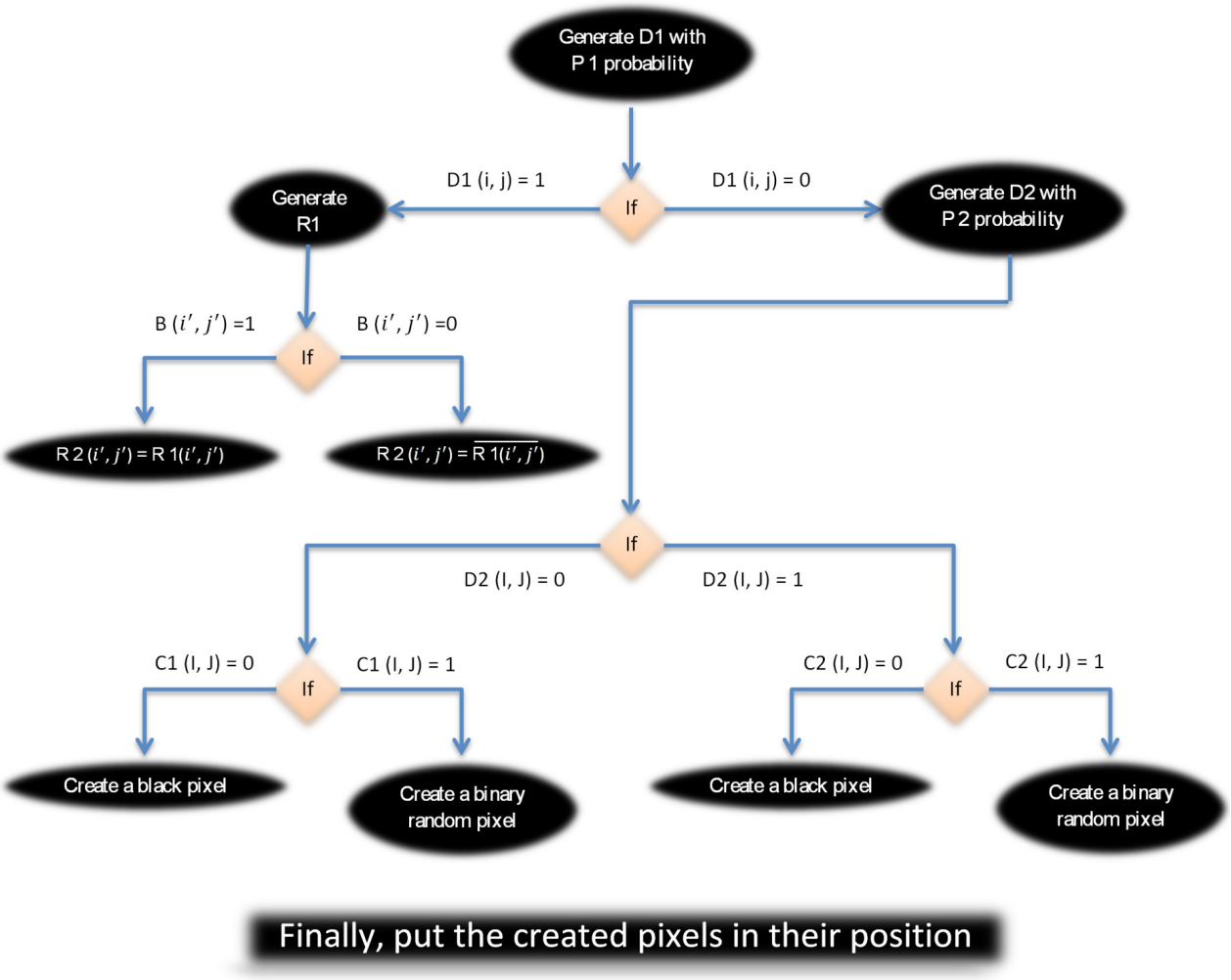
۲. اگر $D1(i,j)=1$ باشد، از الگوریتم ۱ استفاده می‌کنیم. (به دلیل اینکه مقدار صفر را پیکسل سیاه و مقدار ۱ را پیکسل سفید در نظر گرفتیم، ورودی الگوریتم ۱ را مکمل تصویر راز قرار می‌دهیم)

۳. تعداد صفرهای تصویر باینری $D1(M,N)$ را می شماریم و ذخیره می‌کنیم. به این صورت که S=0 را در نظر می‌گیریم و هرگاه $D1(i,j)=0$ شد، یکی به S اضافه می‌کنیم به این شکل که $S=S+1$ می‌شود.

۴. یک تصویر باینری تصادفی به نام $D2(K,L)$ با توزیع برنولی و با احتمال سیاه ظاهر شدن $P2$ ایجاد می‌کنیم. (در این مرحله متوسط عبور روشنایی برای $D2(K,L)$ برابر $P2-1$ است)

Algorithm 4

1. First, create a random binary image $D1(M, N)$ with Bernoulli distribution and with black appearing P1 probability. $(T(D1) = 1 - P1)$
2. If $D1(i, j) = 1$, the use of Algorithm1 with the difference that instead of the secret image use complementary of it. (here 0 is black pixel and 1 is white pixel)
3. $S = 0$, If $D1(i, j) = 0$, for all I and j, $S = S + 1$.
4. Create a random binary image $D2(K, L)$ with Bernoulli distribution and with black appearing P2 probability. $(K \times L = S, T(D2) = 1 - P2)$
5. If $D1(i, j) = 0$, $D2(I, J) = 1$ and $C1(I, J) = 1$, for all i and j create a binary random pixel with Bernoulli distribution and with equal probability.
6. If $D1(i, j) = 0$, $D2(I, J) = 1$ and $C1(I, J) = 0$ for all i and j create a black pixel.
7. If $D1(i, j) = 0$, $D2(I, J) = 0$ and $C2(I, J) = 1$ for all i and j create a binary random pixel with Bernoulli distribution and with equal probability.
8. If $D1(i, j) = 0$, $D2(I, J) = 0$ and $C2(I, J) = 0$, for all i and j create a black pixel.
9. Finally, put the created pixels in their position.



شکل (۲): فلوچارت الگوریتم پیشنهادی

۵. اگر $D1(i,j)=0$، $D2(I,J)=1$ و $C1(I,J)=1$ باشد، یک پیکسل تصادفی باینری با توزیع برنولی و با احتمال مساوی ایجاد کرده و جایگزین می‌کنیم.

۶. اگر $D1(i,j)=0$، $D2(I,J)=1$ و $C1(I,J)=0$ باشد، یک پیکسل سیاه ایجاد کرده و جایگزین می‌کنیم.

۷. اگر $D1(i,j)=0$، $D2(I,J)=0$ و $C2(I,J)=1$ باشد، یک پیکسل تصادفی باینری با توزیع برنولی و با احتمال مساوی ایجاد کرده و جایگزین می‌کنیم.

۸. اگر $D1(i,j)=0$، $D2(I,J)=0$ و $C2(I,J)=0$ باشد، یک پیکسل سیاه ایجاد کرده و جایگزین می‌کنیم.

۹. در نهایت تمامی پیکسل‌ها سر جای خودشان قرار می‌گیرند.

اهداف و مزایا

با توجه به اینکه طرح پیشنهادی بر اساس شبکه‌های تصادفی است، ابعاد هر سهم تولید شده با ابعاد تصویر راز برابر است. بنابراین هیچ گونه توسیع پیکسلی وجود ندارد. این امر باعث می‌شود داده‌ها حجم کمتری در مقایسه با طرح‌های با توسعه پیکسل داشته باشند و حمل و نقل داده‌ها ساده‌تر صورت گیرد. در روش پیشنهادی علاوه بر استفاده از تصاویر پوششی مکمل، تصاویر پوششی مختلف و یا حتی تصاویر پوششی شبیه به هم نیز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در این طرح سهم‌ها حاوی هیچ اثری از یکدیگر نیستند. این امر از برخی از حملات جلوگیری می‌کند و دستیابی به سطح امنیتی بالایی را به دنبال دارد. انعطاف‌پذیری در کنترل کیفیت و کنترل کیفیت هر سهم به طور جداگانه با تغییر پارامترهای $P1$ و $P2$ از مزایای دیگر این طرح است. همچنین روش پیشنهادی قابلیت تولید سهم‌های معنی‌دار و بی‌معنی را به طور همزمان دارد و دیگر نیازی به پیشنهاد دو الگوریتم جدا از هم برای تولید سهم‌های معنی‌دار و سهم‌های بی‌معنی نیست. این امر باعث می‌شود که مهاجمان با پیچیدگی بیشتری مواجه شوند.

امنیت و کیفیت طرح پیشنهادی

وقتی $P1=0$ است، طرح پیشنهادی مانند الگوریتم ۱ عمل میکند و هر دو سهم بی‌معنی هستند. در این حالت، امنیت طرح پیشنهادی مانند امنیت الگوریتم ۱ زیاد و متوسط عبور روشنایی در هر یک از سهم‌ها دقیقا برابر 1/2 است. با افزایش $P1$ طرح پیشنهادی به یک طرح کاربرپسند تبدیل شده و هر یک از سهم‌ها معنی‌دار می‌شوند. در حقیقت کاربرپسند شدن هر طرحی افزایش امنیت را به دنبال دارد و طرح پیشنهادی با افزایش مقدار $P1$ به شکل فریب دهنده‌ای عمل کرده و دشمن را کاملا گیج می‌کند. با افزایش $P1$ کیفیت تصویر پشته کاهش می‌یابد و این کاهش کیفیت، باعث افزایش کیفیت سهم‌های ایجاد شده می‌شود. پارامتر $P2$ به این منظور طراحی شده است که در یک سهم، هیچ اثری از سهم دیگر وجود نداشته باشد تا دشمن نتواند به هر طریق با آنالیز یک سهم به سهم دیگر دست یابد. این پارامتر نیز کیفیت هر سهم را به طور کاملا جداگانه کنترل می‌کند. پارامتر $P2$ انعطاف پذیری را در انتخاب تصاویر پوششی مختلف با کیفیت‌های مختلف افزایش داده است.

نتایج تجربی

نتایج تجربی برای P1 ثابت و تصاویر باینری

در شکل (۳)، a و b تصاویر پوششی مختلف اند و c تصویر راز با اندازه $M\times N=600\times 600$ است. پنج آزمایش انجام شد که در همه آنها $P1$ ثابت است و $P2$ از صفر تا ۱ تغییر می‌کند. با توجه به ثابت بودن $P1$، کیفیت تصویر پشته ثابت نگه داشته شده است و تغییر $P2$ کیفیت هر تک سهم را تغییر می‌دهد. طراحی $P2$ به گونه‌ای است که با افزایش آن کیفیت سهم اول افزایش پیدا می‌کند. وقتی $P2=1/2$ است، دو سهم تولید شده دارای کیفیت تقریبا برابر هستند. در حقیقت ظرفیت کیفیت، بین دو سهم به طور مساوی تقسیم شده است. شکل (۳) نشان می‌دهد که کنترل کیفیت طرح پیشنهادی بهتر از طرح پیشنهادی در [۱۴] است.

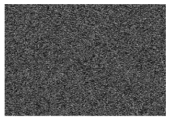
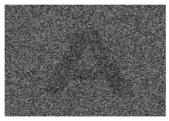
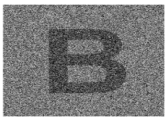
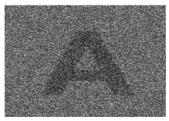
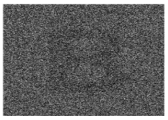
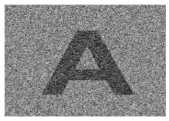
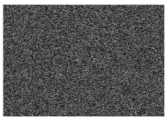
نتایج تجربی برای P2 ثابت و تصاویر باینری

در شکل(۴) نشان دادیم که اگر $P2$ را ثابت نگه داریم و $P1$ تغییر کند کیفیت تصویر پشته تغییر می‌کند. در حقیقت $P1$ پارامتر کنترل کیفیت تصویر پشته است. همچنین با کاهش کیفیت تصویر پشته، کیفیت تصاویر سهم‌ها افزایش یافته است. به دلیل اینکه $P2=1/2$ است، این میزان افزایش کیفیت در هر یک از دو سهم به یک اندازه است که نشان می‌دهد طرح پیشنهادی دارای توانایی [۱۴] در کنترل کیفیت است.

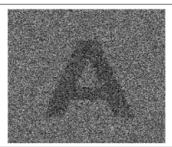
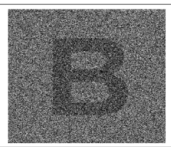
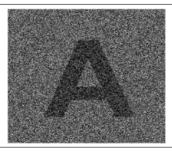
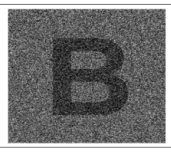
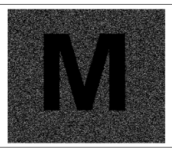
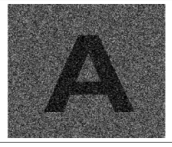
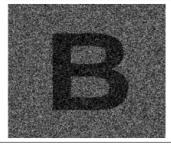
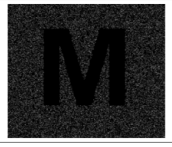
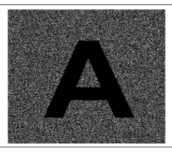
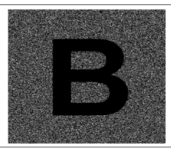
نتایج تجربی برای P1 و P2 مختلف و تصاویر باینری

در شکل (۵) می‌توان ماکزیمم کیفیت هر سهم و تصویر پشته را مشاهده کرد. در این آزمایش نشان دادیم که نباید حداکثر ظرفیت کیفی را فقط برای یک سهم در نظر بگیریم، زیرا با ترکیب سهم‌ها با یکدیگر هیچ اطلاعاتی درباره تصویر راز قابل مشاهده نیست.

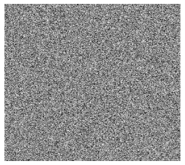
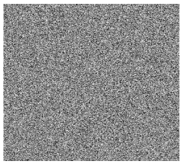
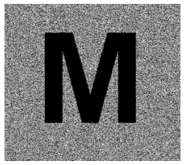
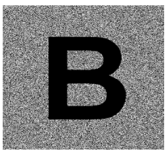
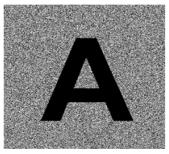
a	b	c

	Share 1	Share 2	Stack image
P1=1/2 P2=0			
contrast	0%	20%	25%
P1=1/2 P2=1/4			
contrast	5%	15%	25%
P1=1/2 P2=1/2			
contrast	10%	10%	25%
P1=1/2 P2=5/6			
contrast	17%	3%	25%
P1=1/2 P2=1			
contrast	20%	0%	25%

شکل(۳): تسهیم راز بصری کاربرپسند بر اساس شبکه های تصادفی با P1 ثابت.

	Share 1	Share 2	Stack image
P1=1/2 P2=1/2			
contrast	10%	10%	25%
P1=2/3 P2=1/2			
contrast	14%	14%	17%
P1=5/6 P2=1/2			
contrast	19%	19%	8%
P1=1 P2=1/2			
contrast	25%	25%	0%

شکل (٤): تسهیم راز بصری کاربرپسند بر اساس شبکه های تصادفی با P2 ثابت

	Share 1	Share 2	Stack image
P1=0 P2=1			
contrast	0%	0%	50%
P1=1 P2=0			
contrast	0%	50%	0%
P1=1 P2=1			
contrast	50%	0%	0%

شکل (۵) : تسهیم راز بصری کاربرپسند بر اساس شبکه های تصادفی با P1 و P2 متفاوت

نتیجه‌گیری

دراین تحقیق طرح های تسهیم راز بصری بر اساس شبکه های تصادفی مورد مطالعه قرار گرفتند و در نهایت یک طرح کاربرپسند پیشنهادی ارائه شد. نتایج نشان می دهد که طرح پیشنهادی علاوه براینکه نیازی به کتابچه رمز ندارد، انعطاف‌پذیری بالایی در کنترل کیفیت دارد. از مزایای طرح پیشنهادی می‌توان به استفاده از تصاویر پوششی مختلف اشاره کرد. در این طرح، سهم‌ها هیچ اثری از یکدیگر را شامل نمی‌شوند که افزایش امنیت و گمراه کنندگی بیشتری را برای مهاجمان به همراه دارد. ایجاد یک سهم معنی دار و یک سهم بی معنی به طور همزمان و کنترل کیفیت هرتک سهم به طور جداگانه از مزیت‌های دیگر طرح پیشنهادی هستند. در آزمایش‌های انجام شده به وسیله یک طرح کاربرپسند، به طور کاملا واضحی نشان دادیم که کاهش کیفیت تصویر پشته باعث افزایش کیفیت تصاویر سهم شده است.

■

منابع:

[8] S. J. Shyu, “Image encryption by random grids,” Pattern Recognition, vol. 40, pp. 1014-1031, 2007.
[9] S. J. Shyu, “Image encryption by multiple random grids,” Pattern Recognition, vol. 42, pp. 1582-1596, 2009.
[10] T. Guo, F. Liu, and C. Wu, “k out of k extended visual cryptography scheme by random grids,” Signal Processing, vol. 94, pp. 90-101, 2014.
[11] S. M. Paknahad, S. Hosseini, and M. Alaghband, “User-friendly visual secret sharing based on random grids,” in 2015 Signal Processing and Intelligent Systems Conference (SPIS), 2015, pp. 58-62.
[12] S. M. Paknahad, S.A. Hosseini, and M. Alagheband, “ User-friendly visual secret sharing for color images based on random grids”, Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing (CSNDSP), 2016 10th IEEE/IET International Symposium on, Czech, Prague, July 2016.
[13] S. M. Paknahad, S.A. Hosseini, and M. Alagheband, “A New Metric for User-friendly Random-Grid-Based Visual Secret Sharing”, accepted to SCOReD 2016, Kuala Lumpur, Malaysia.
[14] T. Guo, F. Liu, and C. Wu, “k out of k extended visual cryptography scheme by random grids,” Signal Processing, vol. 94, pp. 90-101, 2014.

ارزیابی بلوغ واحدهای فناوری اطلاعات سازمان صدا و سیما براساس استاندارد ISO/IEC 20000 با رویکرد فازی

تهیه و تنظیم: مصطفی درجزی

چکیده: در این مقاله، با در نظر داشتن ابعاد گسترده فناوری اطلاعات، مدلی برای ارزیابی و اندازه‌گیری سطح بلوغ فناوری اطلاعات در واحدهای سازمان صداوسیما ارائه شده است. مدل ارائه شده، مدلی سلسله‌مراتبی است که در آن، شاخص‌های اصلی فناوری اطلاعات و زیر شاخص‌های مربوط به آن براساس استاندارد بین‌المللی مدیریت خدمات فناوری اطلاعات ISO/IEC 20000 تعیین شده است.

باتوجه به اینکه شاخص‌های کیفی و کمی به طور دقیق و قطعی قابل اندازه‌گیری نیستند، برای ارزیابی اهمیت هریک، از سیستم‌های فازی (عدد فازی ذوزنقه‌ای) استفاده شده است. در خصوص اهمیت هر شاخص، خبرگان نظر داده و بعد از ایجاد ماتریس تصمیم گیری برای هر واحد، از روشهای ارزیابی اوزان در تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ای یا MADM (Multi-Attribute Decision Making) بهره گرفته شده است. در ادامه، مدل‌سازی برای اندازه‌گیری با هدف تعیین امتیاز سطح فناوری اطلاعات،ارائه شده است. روش به کار رفته برای ارزیابی اوزان Grouping، و اندازه‌گیری امتیاز بلوغ واحدهای سازمان از لحاظ فناوری اطلاعات، از طریق روش AHP فازی (FAHP: Fuzzy Analytical Hierarchy Process) انجام شده است. با توجه به FAHP امتیاز به دست آمده، سطح فناوری اطلاعات سازمان را نشان می‌دهد. سپس از طریق رتبه‌بندی اعداد فازی به روش چن بهترین واحدهای فناوری اطلاعات مشخص گردید.

مدل ارائه شده با نظر خبرگان اعتبارسنجی شده و صحت عملکرد آن مورد تأیید قرار گرفته است، از این لحاظ، مدل برای ارزیابی در بخش‌های دیگر سازمان قابل پیاده‌سازی است. این مدل در سازمان صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران اجرا شده و نتایج آن مورد تأیید مدیران ارشد سازمان قرار گرفته است.

مقدمه

بدون شک بهره‌گیری از مزایای دانش جهانی موجب غنای بیشتر سیستم‌ها وپدیده‌های اجتماعی است. در دهه‌های اخیر، بسیاری از صنایع با اجرای پروژه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات ICT (Information and Communication Technology) توانسته‌اند در فرآیندهای کاری خود به سطوح بالاتری از بهره‌وری دست یابند [۱-۴]. به کارگیری روش‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات در امر کنترل فرآیندهای داخلی، علاوه بر تسهیل در امر دستیابی به اهداف استراتژیک سازمان، موجب بهبود سطح کارایی و سطح بهره‌وری سازمان‌ها می‌شود.

در این پژوهش، در آغاز شناخت مناسبی از وضعیت موجود سازمان صداوسیمای جمهوری اسلامی ایران به دست آمده است (As-Is Model) و در ادامه، سطح بلوغ واحدهای فناوری اطلاعات مورد ارزیابی قرار گرفته است. این ارزیابی با هدف سنجش میزان آمادگی آن واحدها و همچنین تعیین دامنه‌ی کاری به جهت استقرار سیستم مدیریت خدمات فناوری اطلاعات بر پایه روش ITIL (Information Technology Infrastructure Library) انجام شده است. استاندارد ITIL مجموعه‌ای از تجربه‌های موفق (Best Practice) است که به عنوان مدل مرجعی برای سیستم‌های فناوری اطلاعات استفاده می‌شود. این استاندارد از حدود دو دهه‌ی قبل به عنوان مرجعی در ارتباط با منابع و مجموعه‌های زیرساختی فناوری اطلاعات در کشور انگلستان معرفی شده است.

به منظور اندازه‌گیری سطح فناوری اطلاعات در واحدهای سازمان، شاخص‌های متفاوتی تعریف شده و با کمک خبرگان سازمانی مورد نظرسنجی قرار گرفته است. سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی به عنوان روشی برای تصمیم‌گیری گروهی، واحدها مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه نظر خبرگان به صورت متغیرهای کلامی جمع آوری شده و دارای ابهام است، استفاده از منطق فازی به منظور رفع ابهام پیشنهاد شده است.

مطالعات انجام شده در ادبیات این حوزه حاکی از تمرکز اکثر پژوهش‌ها روی مباحث ارزیابی عملکرد فناوری در سازمان است. معمولاً این دسته از ارزیابی‌ها با کمک روش‌های آماری و براساس داده‌های دریافتی از پرسشنامه‌های IT انجام شده است. برخی از روش‌هایی که اخیراً در این حوزه مورد اقبال قرار گرفته‌اند، عبارتند از: بررسی فناوری اطلاعات پیاده‌سازی شده در یک سازمان با طراحی مجموعه‌ای از سوالات با پاسخ‌هایی در طیف لیکرت، استفاده از مدل‌های اقتصادی، مانند نرخ بازگشت سرمایه (ROI)، بازگشت دارایی (ROE)، بازگشت دارایی ذی‌نفعان، رشد فروش، درآمد و سود. علاوه بر توجه به تصمیم‌گیری استراتژیک در حوزه‌ی فناوری اطلاعات، ارزیابی عملکرد واحدهای این حوزه نیز از دیگر موضوعات محل تمرکز در ادبیات است، از جمله معیارهای مطرح در این ارزیابی می‌توان به نرم‌افزار، سخت‌افزار، افراد و مهارت، شبکه و ارتباطات اشاره کرد. در کنار متغیرهای معرفی شده، تعیین اهمیت هر پروژه با کمک روش وزن‌دهی نیز مطرح می‌شود.

رشد و توسعه‌ی فزاینده در حوزه‌ی فناوری اطلاعات، موجب شده است تا در کنار شاخص‌های مالی، معیارهای کمی و کیفی دیگری نیز در نظر گرفته شود. به عبارت دیگر، با توجه به ماهیت فناوری اطلاعات و ابعاد گسترده آن، شاخص‌های مالی به تنهایی جوابگوی ارزیابی عملکرد نیست. از این‌رو، مدل‌های تصمیم‌گیری و تحلیل چندمعیاره علاوه بر ارائه نتایج منطقی و معقول، به مدیران در حل مسائل مدیریتی نیز کمک می‌کنند. روش‌های مذکور، قابل به کارگیری در ارزیابی مسائل مطرح در سطوح مختلف سازمانی است. در این مقاله، سطح عملیاتی محل تمرکز قرار گرفته و مدلی چندشاخصه برای ارزیابی سطح بلوغ فناوری اطلاعات در این سطح ارائه شده است.

براساس بررسی‌های صورت گرفته در ادبیات، پژوهش‌های بسیاری، از روش‌های تصمیم‌گیری و تحلیل چندمعیاره در ارزیابی عملکرد استفاده کرده‌اند، از جمله‌ی این روش‌ها می‌توان به چند نمونه زیر اشاره کرد:

الف) معرفی طیف پیوسته‌ای به روش Semi Metric و به کارگیری روش اندازه‌گیری از طریق مجموع ساده وزین (Simple Additive Weighting: SAW) فازی [۵].

ب) ارزیابی عملکرد واحد IT با روش امتیازات متوازن از طریق فرآیند FAHP [۶].

ج) به کارگیری روش FAHP در ارزیابی عملکرد [۷، ۸].

د) تحلیل فناوری اطلاعات در مدیریت زنجیره‌ی تأمین [۹-۱۱]،

ه) اولویت‌بندی فناوری‌های توسعه‌ای [۱۲، ۱۳] و غیره.

با این همه، با بررسی ادبیات مشخص شد که تاکنون در زمینه ارزیابی سطح بلوغ واحدهای فناوری اطلاعات تحقیقی ارائه نشده است. در این مقاله نخستین بار کاربرد روش FAHP در ارزیابی واحدهای فناوری اطلاعات یک سازمان با استفاده از ابزار متاثر از استاندارد ITIL مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به اینکه هر مقایسه‌ای نیازمند مجموعه‌ای از معیارها به عنوان سنجه‌ی ارزیابی است، در این تحقیق معیارهای اصلی با مطالعه، ارزیابی و مقایسه برترین و متداول‌ترین مدل‌های بلوغ مختلف موجود در «مدیریت خدمات فناوری اطلاعات» استخراج شده است. از این میان می‌توان به مجموعه مدل‌های بلوغ CMMI (Capability Maturity Model Integration)، تحلیل

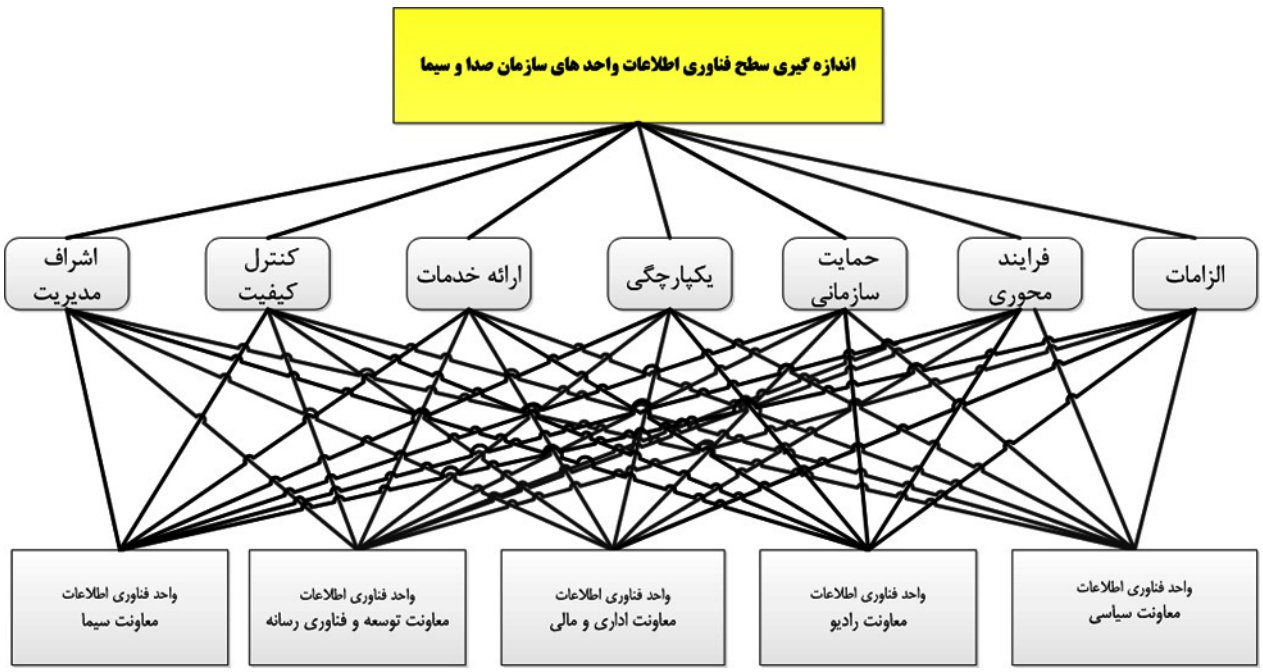
Gap، مدل Gartner و COBIT اشاره کرد. این معیارها، اولین ورودی در فرآیند تحلیل گروهی است. در ادامه، این معیارها با استفاده از نظر خبرگان، به کارگیری اصول AHP و منطق فازی به جهت تحلیل شرایط بلوغ فناوری اطلاعات سازمان به کار گرفته شده است.

روش تحقیق

روش تحلیل و تصمیم‌گیری چندمعیاره بر اساس اصول سلسله‌مراتبی، روش پیشنهادی این تحقیق برای ارزیابی سطح بلوغ واحدهای فناوری اطلاعات است. روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) را نخستین بار آقای ساعتی برای حل مسائل پیچیده‌ای که در روند تصمیم‌گیری آنها معیارهای متعددی دخیل هستند، استفاده کرده است [۱۴]. این تحلیل جزء تحلیل‌های گروهی است که در آن، سعی شده است تا با بهره‌گیری از نظرهای خبرگان در حوزه‌ها و تخصص‌های مختلف میزان خطای ارزیابی کاهش یابد. شایان ذکر است که علاوه بر تصمیم‌گیری گروهی، استفاده از رویکرد فازی به منظور انتقال نظرهای خبرگان در قالب متغیرهای کلامی، موجب افزایش سطح کیفیت خروجی شده است. مطابق با اصول مطرح در روش AHP، ابتدا ساختار مدل تصمیم‌گیری در قالب ساختاری سلسله مراتبی ارائه شده است و در ادامه، تحلیل‌های آتی روی مدل مذکور انجام خواهد شد. این مدل در شکل (۱) نشان داده شده است.

ساختار مذکور ۳ سطحی است. به طوری که بالاترین سطح بیانگر هدف اصلی فرآیند تصمیم‌گیری است. هدف اصلی این پژوهش ارزیابی بلوغ واحدهای فناوری اطلاعات سازمان صدا و سیماست که این هدف در رأس سلسله مراتب تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد و هر کدام از معیارها برای رسیدن به آن، با دیگر معیارها مقایسه می‌شوند. سطوح دیگر شامل فاکتورهای مقایسه و گزینه‌های تصمیم است. این گزینه‌ها، بر اساس معیارهای مطرح شده به صورت زوجی با یکدیگر مقایسه می‌شوند تا در نهایت، گزینه‌ها به ترتیب امکان دستیابی به هدف اولویت‌بندی شوند. مجموعه عوامل مطرح در این مدل با تهیه و توزیع پرسشنامه و نظرخواهی از سطوح کارشناسی تعیین شده است. علاوه بر مطالعات و بررسی‌های کارشناسی، در این مدل‌بندی، از برترین و متداول‌ترین مدل‌های بلوغ مختلف موجود، نظیر مدل بلوغ CMMI، تحلیل Gap، مدل Gartner و COBIT و همچنین استاندارد ISO/IEC 20000 استفاده شده است.

با توجه به تعداد زیاد واحدهای فناوری اطلاعات در سازمان، زمان محاسبات، افزایش پیچیدگی فرآیند تصمیم‌گیری با افزایش ابعاد مدل و همچنین امکان خطا در فرآیند مقایسه های زوجی و امتیازات ارائه شده توسط خبرگان، گزینه‌های مورد ارزیابی فقط به ۵ گزینه محدود شد. این گزینه‌ها از طریق مصاحبه‌های اولیه با مدیران و کارشناسان و همچنین بررسی مستندات ارائه شده به وسیله واحد فناوری اطلاعات انتخاب شد. فاکتورهای ارزیابی در نظر گرفته شده شامل ۷ مورد است که در ادامه به تفسیر توضیح داده می‌شود.



شکل (۱): ساختار مدل تصمیم‌گیری چند معیاره سلسله مراتبی

۲-۱. تعریف معیارها

الزامات (Requirement): این شاخص نشان دهنده حداقل زیرساخت‌های مورد نیاز و آمادگی واحد فناوری اطلاعات (از منظر الزامات پیاده‌سازی)، برای داشتن یک نظام مدیریتی متناسب با استانداردهای جهانی خدمات فناوری اطلاعات است.

حمایت سازمانی (Organizational Support): این شاخص مبین میزان حمایت و همکاری سازمان از طریق تدوین سیاست‌ها، قوانین و دستورالعمل‌ها، به منظور به کارگیری زیرساخت‌ها و امکانات موجود برای اعمال قوانین و روش‌های نظام مدیریت خدمات فناوری اطلاعات است.

فرآیندمحوری (Process Orientation): اجرای فعالیت‌ها به صورت فرآیندهای از پیش تعریف شده یکی از مهم‌ترین گام‌های بلوغ سازمانی است. شاخص فرآیند محوری نشان دهنده‌ی میزان فعالیت‌های الزامی واحد فناوری اطلاعات است که در قالب فرآیند اجرا می‌شوند.

یکپارچگی (Integration): این شاخص مبین میزان یکپارچگی فعالیت‌های واحد فناوری اطلاعات در فعالیت‌های روزانه، دوره‌ای و موردی و همچنین میان بخش‌های مختلف واحد فناوری اطلاعات است.

ارائه خدمات (Service Provision): این شاخص نشان دهنده میزان موفقیت در تولید خروجی مورد انتظار از فرآیندها و میزان تأمین انتظارات کارکنان، کاربران و مشتریان است.

کنترل کیفیت (Quality Control): این شاخص نشان دهنده میزان اهمیت به کیفیت، سنجش، توافق و رعایت سطح کیفی توافق شده است.

اشراف مدیریت (Managerial Consciousness): این شاخص مبین میزان اطلاع مدیریت از نحوه انجام دادن امور و میزان تلاش مدیریت به جهت اشراف بر فعالیت‌های واحد فناوری اطلاعات است.

۲-۲. جمع‌آوری نظر خبرگان و تحلیل داده

یکی از مهم‌ترین معیارهای مطرح در فرآیند AHP، جمع‌آوری داده است. در این پژوهش، فرآیند جمع‌آوری داده از طریق پرسشنامه انجام شده است. این پرسشنامه را ۳۰ تن از خبرگان که از میان مدیران رده بالا و اعضای کمیته فنی ITIL سازمان صداوسیما انتخاب شده‌اند، تکمیل کرده اند. این پرسشنامه حاوی مجموعه‌ای از مقایسه های زوجی به منظور تعیین اهمیت معیارهای تصمیم‌گیری نسبت به هم و همچنین مقایسه گزینه‌ها نسبت به هم به تفکیک هر معیار است. نظر خبرگان بر اساس متغیرهای کلامی دریافت شده است. جدول شماره (۱)، معرف نحوه‌ی نگاشت بین متغیرهای کلامی و اعداد فازی است.

سپس، با استفاده از روابط فازی که در ادامه به آن اشاره خواهد شد، نسبت به تجمیع نظرهای خبرگان اقدام می‌شود. عدد فازی ذوزنقه‌ای است که با ۴ پارامتر معرفی می‌شود. m_{ij} در صورتی که تعداد کارشناسان k نفر باشد، داریم:

$$m_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}), i, j \in Criteria\ set \quad (1)$$

$$a_{ij} = \min_{k \in K}\{a_{ijk}\} \quad (2)$$

$$b_{ij} = \sum_{k=1}^{K} \frac{b_{ijk}}{K} \quad (3)$$

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^{K} \frac{c_{ijk}}{K} \quad (4)$$

$$d_{ij} = \max_{k \in K}\{d_{ijk}\} \quad (5)$$

به این ترتیب ماتریس نهایی تجمیع نظرهای خبرگان درمقایسه زوجی معیارها نسبت به یکدیگر و مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به هر معیار به دست می آید. نتیجه محاسبات مذکور در جدول شماره (۲) نمایش داده شده است.

لازم به توضیح است که اعداد فازی به دست آمده در مثلث پایین جدول طبق روابط فازی از اعداد فازی مثلث بالا قابل محاسبه بوده و معکوس آنها هستند. نرمال کردن اعداد فازی با استفاده از

متغیر کلامی در مقایسه معیارها		متغیر کلامی در مقایسه گزینه‌ها	
اهمیت	عدد فازی	اهمیت	عدد فازی
خیلی کم (VL)	(۰,۰۱، ۰,۰۱، ۰,۱، ۰,۲)	خیلی ضعیف (VP)	(۰,۰۱، ۰,۰۱، ۱، ۲)
کم (L)	(۰,۱، ۰,۲، ۰,۲، ۰,۳)	ضعیف (P)	(۱، ۲، ۲، ۳)
متوسط کم (ML)	(۰,۲، ۰,۳، ۰,۴، ۰,۵)	متوسط ضعیف (MP)	(۲، ۳، ۴، ۵)
متوسط (M)	(۰,۴، ۰,۵، ۰,۵، ۰,۶)	متوسط (M)	(۴، ۵، ۵، ۶)
متوسط زیاد (MH)	(۰,۵، ۰,۶، ۰,۷، ۰,۸)	متوسط خوب (MG)	(۵، ۶، ۷، ۸)
زیاد (H)	(۰,۷، ۰,۸، ۰,۸، ۰,۹)	خوب (G)	(۷، ۸، ۸، ۹)
خیلی زیاد (VH)	(۰,۹، ۰,۹، ۱، ۱)	خیلی خیلی (VG)	(۸، ۹، ۱۰، ۱۰)

جدول شماره (۱): عدد فازی نسبت داده شده به متغیر کلامی

	الزامات				حمایت سازمانی				فرایند محوری				یکپارچگی				ارائه خدمات				کنترل کیفیت				اشراف مدیریت			
الزامات	۱	۱	۱	۱	۰.۶۰	۰.۲۱	۰.۲۱	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۵۸	۰.۵۲	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۵۲	۰.۵۰	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۵۲	۰.۵۰	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۵۸	۰.۵۵	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۶۰	۰.۵۵	۰.۱۰
حمایت سازمانی	۱.۶۷	۴.۷۶	۴.۷۶	۱۰.۰۰	۱	۱	۱	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۶۲	۰.۵۶	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۵۰	۰.۴۷	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۵۰	۰.۴۶	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۶۴	۰.۵۸	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۴۱	۰.۳۸	۰.۱۰
فرایند محوری	۱.۰۰	۱.۷۲	۱.۸۹	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۱.۶۱	۱.۷۹	۱۰.۰۰	۱	۱	۱	۱	۱.۰۰	۰.۵۲	۰.۴۸	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۴۵	۰.۴۲	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۵۴	۰.۵۰	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۶۰	۰.۵۴	۰.۱۰
یکپارچگی	۱.۰۰	۱.۸۹	۲.۰۰	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۲.۱۳	۲.۰۰	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۱.۹۲	۲.۰۸	۱۰.۰۰	۱	۱	۱	۱	۱.۰۰	۰.۴۵	۰.۴۰	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۵۰	۰.۴۶	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۴۶	۰.۴۱	۰.۱۰
ارائه خدمات	۱.۰۰	۱.۸۹	۲.۰۰	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۲.۱۷	۲.۰۰	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۲.۲۲	۲.۳۸	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۲.۲۲	۲.۵۰	۱۰.۰۰	۱	۱	۱	۱	۱.۰۰	۰.۴۷	۰.۵۲	۰.۱۰	۱.۰۰	۰.۴۸	۰.۴۵	۰.۱۰
کنترل کیفیت	۱.۰۰	۱.۷۲	۱.۸۲	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۱.۵۶	۱.۷۲	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۱.۸۵	۲.۰۰	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۲.۰۰	۲.۱۷	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۱.۹۲	۲.۱۳	۱۰.۰۰	۱	۱	۱	۱	۰.۹۰	۰.۵۲	۰.۴۹	۰.۱۰
اشراف مدیریت	۱.۰۰	۱.۶۷	۱.۸۲	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۲.۴۴	۲.۶۳	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۱.۸۵	۲.۰۰	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۲.۱۷	۲.۴۴	۱۰.۰۰	۱.۰۰	۲.۰۸	۲.۲۲	۱۰.۰۰	۱.۱۱	۱.۹۲	۲.۰۴	۱۰.۰۰	۱	۱	۱	۱

جدول شماره (۲): ماتریس نهایی مقایسه زوجی معیارها نسبت به هم

روش میانگین هندسی قابل انجام است. بدین ترتیب وزن هر یک از معیارها محاسبه و در نهایت ارزش هر معیار، بر اساس روش دیفازی محاسبه می شود. فرآیند نرمال‌سازی اعداد عبارت است از:

گام اول- فرض کنید که ماتریس A، ماتریس مقایسه‌های زوجی در FAHP است. هر عنصر در این ماتریس، معرف یک عدد ذوزنقه‌ای فازی است و آن را با m_{ij}، نمایش می‌دهند. شایان ذکر است که در این ماتریس، عناصر دارای رابطه‌ی $m_{ij}=m_{ij}^{-1}$ هستند.

$$\tilde{A}=\begin{bmatrix}(1,1,1,1) & m_{12} & \dots & m_{1n}\\ m_{21} & (1,1,1,1) & \dots & m_{2n}\\ \vdots & \cdots & \ddots & \vdots\\ m_{n1} & m_{n2} & \dots & (1,1,1,1)\end{bmatrix}$$

گام دوم- با استفاده از فرمول میانگین هندسی، اعداد نرمال شده محاسبه می‌شوند. در این فرمول، a_i میانگین هندسی عنصر اول در iامین معیار است که به شکل عدد فازی a_{ij} اعلام شده است (مقایسه‌ی معیار iام و معیار jام).

$$a_i=\left(\prod_{j=1}^{n} a_{ij}\right)^{1/n} \qquad (۶)$$

با فرض اینکه مجموع میانگین هندسی به شکل یک عدد چهارتایی (ذوزنقه‌ای) قابل گزارش است، وزن هر معیار به شکل زیر محاسبه می‌شود. عبارت ۸، وزن معیار iام را نمایش می‌دهد.

$$a=\sum_{i=1}^{n} a_i \qquad (۷)$$

$$W_i=\left(\frac{a_i}{d},\frac{b_i}{c},\frac{c_i}{b},\frac{d_i}{a}\right) \qquad (۸)$$

نتیجه محاسبات در جدول شماره (۳) قابل مشاهده است.

به همین ترتیب مراحل فوق برای مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به هر معیار محاسبه می‌شود که نتیجه آن در جدول شماره (۴) نمایش داده شده است.

	میانگین هندسی				وزن نسبی هر معیار			
الزامات	۰،۹۳	۰.۵۳	۰،۵۱	۰،۱۴	۰،۲۹	۰،۰۷	۰،۰۷	۰،۰۱
حمایت سازمانی	۱،۳۹	۰،۷۹	۰،۷۴	۰،۲۱	۰،۴۳	۰،۱۱	۰،۰۹	۰،۰۱
فرایند محوری	۱،۹۳	۰،۸۲	۰،۷۶	۰،۲۷	۰،۵۹	۰،۱۱	۰،۱۰	۰،۰۱
یکپارچگی	۲۶۸	۰،۹۹	۰،۹۲	۰،۳۷	۰،۸۳	۰،۱۴	۰،۱۲	۰،۰۲
ارائه خدمات	۳،۷۳	۱،۳۱	۱،۲۲	۰،۵۲	۱،۱۵	۰،۱۸	۰،۱۶	۰،۰۲
کنترل کیفیت	۵،۱	۱،۴۷	۱،۳۸	۰،۷۲	۱،۵۷	۰،۲۰	۰،۱۸	۰،۰۳
اشراف مدیریت	۷،۲	۱،۹۳	۱،۷۹	۱،۰۲	۲،۲۲	۰،۲۶	۰،۲۳	۰،۰۴

جدول شماره (۳): ارزش معیارهای تعریف شده

معیار / گزینه	الزامات				حمایت سازمانی				فرایند محوری				یکپارچگی				ارائه خدمات				کنترل کیفیت				اشراف مدیریت			
اداری	۰.۲۹	۰.۰۷	۰.۰۷	۰.۰۱	۲.۱۷	۰.۴۷	۰.۴۲	۰.۰۷	۲.۴۴	۰.۴۸	۰.۴۳	۰.۰۷	۲.۵۲	۰.۴۷	۰.۴۳	۰.۰۷	۱.۹۰	۰.۴۵	۰.۴۰	۰.۰۷	۱.۹۰	۰.۴۶	۰.۴۱	۰.۰۷	۲.۳۷	۰.۴۵	۰.۴۱	۰.۰۷
قی	۰.۴۳	۰.۱۱	۰.۰۹	۰.۰۱	۱.۵۷	۰.۳۵	۰.۳۱	۰.۰۵	۱.۶۱	۰.۳۳	۰.۲۹	۰.۰۴	۱.۶۲	۰.۳۴	۰.۳۰	۰.۰۴	۱.۴۹	۰.۳۵	۰.۳۱	۰.۰۶	۱.۵۳	۰.۳۴	۰.۳۰	۰.۰۶	۱۶۰	۰.۳۵	۰.۳۱	۰.۰۴
سیاسی	۰.۵۹	۰.۱۱	۰.۱۰	۰.۰۱	۰.۹۹	۰.۱۴	۰.۱۲	۰.۰۲	۱.۰۲	۰.۱۴	۰.۱۲	۰.۰۲	۱.۰۲	۰.۱۴	۰.۱۲	۰.۰۳	۰.۹۶	۰.۱۶	۰.۱۴	۰.۰۳	۰.۹۶	۰.۱۵	۰.۱۲	۰.۰۲	۰.۹۹	۰.۱۴	۰.۱۲	۰.۰۳
سیما	۰.۸۳	۰.۱۴	۰.۱۲	۰.۰۲	۰.۶۳	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۲	۰.۶۴	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۲	۰.۶۵	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۲	۰.۶۱	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۲	۰.۶۱	۰.۰۸	۰.۰۷	۰.۰۲	۰.۶۴	۰.۰۷	۰.۰۷	۰.۰۲
رادیو	۱.۱۵	۰.۱۸	۰.۱۶	۰.۰۲	۰.۴۰	۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۱	۰.۴۱	۰.۰۴	۰.۰۳	۰.۰۱	۰.۴۱	۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۱	۰.۳۸	۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۱	۰.۳۸	۰.۰۴	۰.۰۳	۰.۰۱	۰.۴۰	۰.۰۴	۰.۰۳	۰.۰۱

جدول شماره (۴): ارزش گزینه‌های مورد ارزیابی بر اساس هر معیار

نتایج و بحث

پس از مشخص شدن ارزش معیارها و ارزش گزینه‌ها نسبت به معیارها، باید ارزش‌ها با یکدیگر ترکیب شوند. برای این کار از روابط زیر استفاده می‌کنیم. نتیجه نهایی ارزش هر گزینه در جدول شماره (۵) نشان داده شده است.

	ارزش نهایی هر گزینه			
اداری	۴،۳۴۸۹	۰،۲۳۴۱	۰،۱۸۹۷	۰،۰۰۲۹
فنی	۴۶۸۶۶	۰،۲۵۶۲	۰،۱۹۹۴	۰،۰۰۳۲
سیاسی	۴،۱۰۲۲	۰،۱۱۲۴	۰،۰۸۶۲	۰،۰۰۲۳
تلویزیونی	۳۵۹۷۰	۰،۰۶۸۳	۰،۰۵۲۴	۰،۰۰۲۰
رادیویی	۳،۱۶۷۳	۰،۰۴۸۳	۰،۰۳۷۳	۰،۰۰۱۷

جدول شماره (۵): ارزش نهایی گزینه‌های مورد ارزیابی

بدین ترتیب ارزش نهایی هر گزینه مشخص شده و می تواند برای رتبه بندی مورد استفاده قرار گیرد. برای رتبه بندی این اعداد از روش رتبه بندی چن استفاده شده است [۱۵]. ابتدا تابع عضویت هر یک از گزینه‌ها مشخص می‌شود که در ادامه ذکر شده است.

$$\mu(\text{اداری}) = \begin{cases} 0 & 0.003 \geq X \; OR \; X \geq 4.349 \\ \dfrac{X - 0.003}{0.187} & 0.003 \leq X \leq 0.19 \\ \dfrac{1}{4.349 - X} & 0.19 \leq X \leq 0.234 \\ \dfrac{}{4.115} & 0.234 \leq X \leq 4.349 \end{cases} \quad (۱۱)$$

$$\mu(\text{فنی}) = \begin{cases} 0 & 0.003 \geq X \; OR \; X \geq 4.687 \\ \dfrac{X - 0.003}{0.196} & 0.003 \leq X \leq 0.199 \\ \dfrac{1}{4.687 - X} & 0.199 \leq X \leq 0.256 \\ \dfrac{}{4.430} & 0.256 \leq X \leq 4.687 \end{cases} \quad (۱۲)$$

$$\mu(\text{رادیویی}) = \begin{cases} 0 & 0.002 \geq X \; OR \; X \geq 3.167 \\ \dfrac{X - 0.002}{0.035} & 0.002 \leq X \leq 0.037 \\ \dfrac{1}{3.167 - X} & 0.037 \leq X \leq 0.048 \\ \dfrac{}{3.119} & 0.048 \leq X \leq 3.167 \end{cases} \quad (۱۳)$$

$$\mu(\text{تلویزیونی}) = \begin{cases} 0 & 0.002 \geq X \; OR \; X \geq 3.597 \\ \dfrac{X - 0.002}{0.05} & 0.002 \leq X \leq 0.052 \\ \dfrac{1}{3.597 - X} & 0.052 \leq X \leq 0.068 \\ \dfrac{}{3.529} & 0.068 \leq X \leq 3.597 \end{cases} \quad (۱۴)$$

$$\mu(\text{سیاسی}) = \begin{cases} 0 & 0.002 \geq X \; OR \; X \geq 4.102 \\ \dfrac{X - 0.002}{0.084} & 0.002 \leq X \leq 0.086 \\ \dfrac{1}{4.102 - X} & 0.086 \leq X \leq 0.112 \\ \dfrac{}{3.990} & 0.068 \leq X \leq 4.102 \end{cases} \quad (۱۵)$$

به منظور تعیین رتبه اعداد، ابتدا باید عددهای فازی MMAX و MMIN محاسبه شوند که عبارتند از:

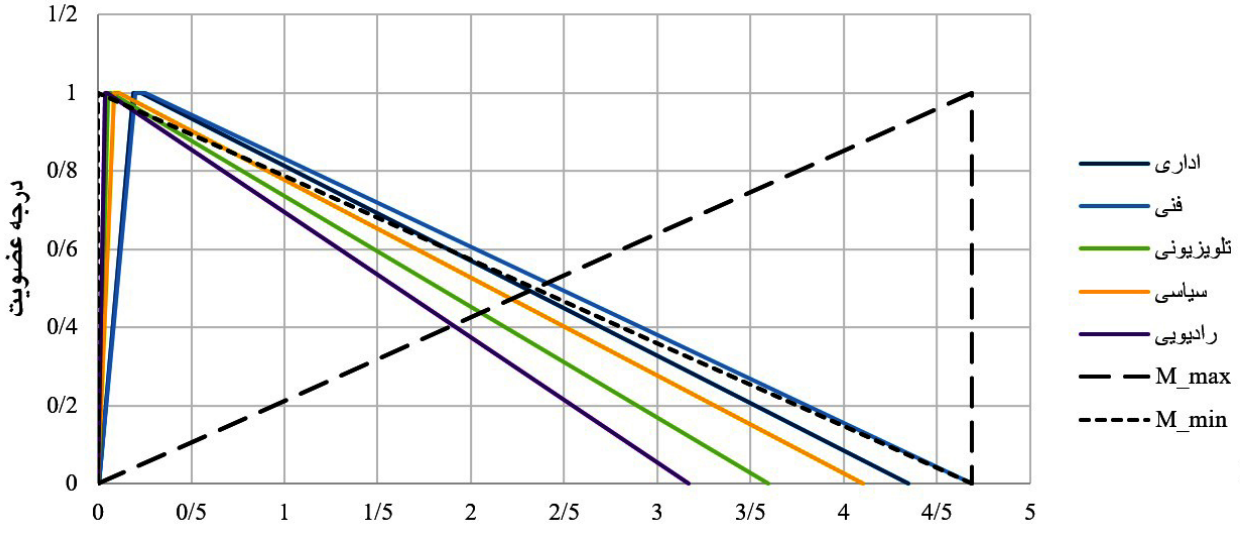
$$M_{max} = (0.002, 4.687, 4.687) \quad (۱۶)$$

$$M_{min} = (0.002, 0.002, 4.687) \quad (۱۷)$$

$$\mu(M_{max}) = \left\{ \frac{X - 0.002}{4.685}, 0.002 \leq X \leq 4.687 \right\} \quad (۱۸)$$

$$\mu(M_{min}) = \left\{ \frac{4.687 - X}{4.685}, 0.002 \leq X \leq 4.687 \right\} \quad (۱۹)$$

حال باید محل نقاط تقاطع MMAX و MMIN با هر یک



شکل (۲): اعداد فازی گزینه‌ها و مجموعه ماکزیمم‌سازی و مینیمم‌سازی

از توابع عضویت گزینه‌ها تعیین شود. برای هر یک از گزینه‌ها، از تقاطع MMAX با کران بالای آن تابع عضویت IMAX و از تقاطع MMIN با کران پایین تابع عضویت IMAX به دست می‌آید. سپس شاخص I برای هر گزینه محاسبه شده و براساس آن گزینه‌ای که دارای شاخص I بالاتری باشد، رتبه بیشتری را کسب می‌کند. شاخص‌های فوق در جدول زیر ارائه شده است:

	I max	I min	I
اداری	۰,۴۹۴	۰,۹۶۱	۰,۲۶۷
فنی	۰,۵۱۴	۰,۹۶۰	۰,۲۷۷
سیاسی	۰,۴۷۳	۰,۹۸۲	۰,۲۴۶
تلویزیونی	۰,۴۳۸	۰,۹۸۹	۰,۲۲۵
رادیویی	۰,۴۰۶	۰,۹۹۳	۰,۲۰۷

جدول شماره (٦): رتبه‌بندی براساس شاخص‌ها

۱-۳. تعیین ضریب ناسازگاری

یکی از مزایای AHP امکان بررسی سازگاری، در قضاوت‌های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارهاست. در واقع، در این تحلیل، سازگاری مقایسه های زوجی انجام شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در زمان مقایسه های زوجی بین معیارها، احتمال ناهماهنگی در قضاوت خبرگان وجود دارد. برای مثال، اگر A مهم‌تر ازB و B مهم‌تر از C باشد، در این صورت، به لحاظ منطقی می‌بایست A از C مهم‌تر باشد. اما بر خلاف کوشش قوانین منطقی، احساسات و نظرهای افراد موافق در برخی موارد متفاوت از مسائل منطقی است. از این‌رو لازم است سنجه‌ای برای تعیین ناسازگاری مورد استفاده قرار گیرد [۱۶]. روشی که ساعتی برای بررسی سازگاری در قضاوت‌ها در نظر گرفته، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری (IR) است، که از تقسیم شاخص ناسازگاری (II) بر شاخص تصادفی بودن (RI) به دست می‌آید. چنانچه این ضریب کوچک تر یا مساوی ۰,۱ باشد، سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است، وگرنه باید در قضاوت‌ها تجدید نظر شود. به عبارت دیگر، باید ماتریس مقایسه زوجی معیارها را بار دیگر تشکیل داد [۱۲].

نتیجه‌گیری

طبق شاخص I محاسبه شده برای تمامی گزینه‌ها مشاهده می شود که مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات معاونت فنی دارای بالاترین شاخص است و به عنوان واحد برتر شناخته می‌شود و مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات معاونت اداری، مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات معاونت سیاسی،مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات معاونت سیما و مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات معاونت رادیو به ترتیب رتبه‌های ۲ تا ۵ را به خود اختصاص داده اند. سایر نتایج به دست آمده از این تحقیق بدین صورت است:

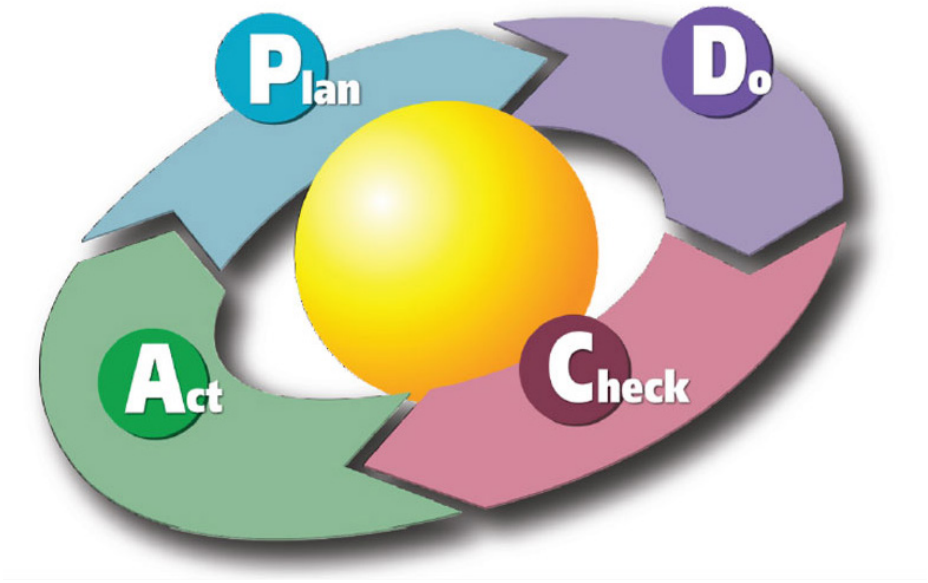
در این تحقیق برای نخستین بار در کشور از استانداردهای جهانی (ISO/IEC 20000) برای تعیین معیارهای ارزیابی بلوغ واحدهای فناوری اطلاعات استفاده شده است که می تواند به عنوان مرجعی کامل برای سایر تحقیقات در نظر گرفته شود.

این تحقیق تئوری مجموعه‌های فازی و AHP را مبنا قرار داده تا یک مدل ارزیابی بلوغ واحدهای فناوری اطلاعات را پیشنهاد دهد که می تواند راهنمای مناسبی برای مدیران در جهت شناسایی نقاط قوت و ضعف فناوری اطلاعات در سازمان آنها باشد.

■

ردیف	ماتریس	مقدار ویژه	شاخص ناسازگاری	ضریب ناسازگاری
۱	مقایسه‌های زوجی معیارها	۷،۷۷	۰.۱۲۸	۰،۰۹۷
۲	الزامات	– ۵.۹	– ۲.۱۴۹	– ۱۶۲۸
۳	حمایت سازمانی	– ۶.۱۳	– ۲.۱۸۸	– ۱۶۵۸
۴	فرایند محوری	– ۶.۱۴	– ۲.۱۸۹	– ۱۶۵۹
۵	یکپارچگی	– ۵.۹۳	– ۲.۱۵۵	– ۱۶۳۳
۶	ارائه خدمات	– ۶.۱۶	– ۲.۱۹۲	– ۱۶۶۱
۷	کنترل کیفیت	– ۵.۹۶	– ۲.۱۶۱	– ۱۶۳۷
۸	اشراف مدیریت	– ۶.۰۱	– ۲.۱۶۸	– ۱۶۴۲

جدول شماره (۷): تعیین نرخ ناسازگاری



منابع:

[1] Giannopoulos, G.A., The application of information and communication technologies in transport. European Journal of Operational Research, 2004. 152(2): p. 302-320.
[2] Gichoya, D., Factors affecting the successful implementation of ICT projects in government. the Electronic Journal of e-government, 2005. 3(4): p. 175-184.
[3] Fantozzi, M., I. Popescu, T. Farnham, F. Archetti, P. Mogre, E. Tsouchnika, C. Chiesa, A. Tsertou, M.C. Gama, and M. Bimpas, ICT for efficient water resources management: the ICeWater energy management and control approach. Procedia Engineering, 2014. 70: p. 633-640.
[4] De Witte, K. and N. Rogge, Does ICT matter for effectiveness and efficiency in mathematics education? Computers & Education, 2014. 75: p. 173-184.
[5] Ashlaghi, A.T., Proposing a model for measuring the information technology level in the organizations with the use of fuzzy system. Management Research in Iran, 2011. 89: p. 50-57.
[6] Haghshenas, A., Assessing the performance of IT units using the balanced score card method via the fuzzy analytic hierarchy process (AHP). Journal of management Knowledge, 2007. 20(77): p. 21-46.
[7] Rezaie, K., A. Ansarinejad, A. Haeri, A. Nazari-Shirkouhi, and S. Nazari-Shirkouhi. Evaluating the business intelligence systems performance criteria using group fuzzy AHP approach. in Computer Modelling and Simulation (UKSim), 2011 UkSim 13th International Conference on. 2011. IEEE.
[8] Wang, Y.-M., Y. Luo, and Z. Hua, On the extent analysis method for fuzzy AHP and its applications. European Journal of Operational Research, 2008. 186(2): p. 735-747.
[9] Lee, A.H., W.-C. Chen, and C.-J. Chang, A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan. Expert systems with applications, 2008. 34(1): p. 96-107.
[10] Xiong, G., Y. Chen, X. Shang, X. Liu, and T.R. Nyberg. AHP fuzzy comprehensive method of supplier evaluation in social manufacturing mode. in Intelligent Control and Automation (WCICA), 2014 11th World Congress on. 2014. IEEE.
[11] Wang, C.-H., I.-Y. Lu, and C.-B. Chen, Integrating hierarchical balanced scorecard with non-additive fuzzy integral for evaluating high technology firm performance. International Journal of Production Economics, 2010. 128(1): p. 413-426.
[12] Lee, S., W. Kim, Y.M. Kim, and K.J. Oh, Using AHP to determine intangible priority factors for technology transfer adoption. Expert Systems with Applications, 2012. 39(7): p. 6388-6395.
[13] Somsuk, N. and T. Laosirihongthong, A fuzzy AHP to prioritize enabling factors for strategic management of university business incubators: Resource-based view. Technological forecasting and social change, 2014. 85: p. 198-210.
[14] Saaty, T.L. and L.G. Vargas, Estimating technological coefficients by the analytic hierarchy process. Socio-Economic Planning Sciences, 1979. 13(6): p. 333-336.
[15] Chen, S.-H., Ranking fuzzy numbers with maximizing set and minimizing set. Fuzzy sets and Systems, 1985. 17(2): p. 113-129.
[16] Huang, J.-J. and K. Yoon, Multiple attribute decision making: methods and applications. 2011: Chapman and Hall/CRC.

نگاهی بر اجلاس گروه مطالعاتی خدمات ماهواره‌ای 4A و 4B اتحادیه جهانی مخابرات، اسفند ماه ۱۳۹۶

تهیه و تنظیم: مریم فروتنی، مریم مخیر

گروه مطالعاتی SG4 از گروه‌های مطالعاتی اتحادیه جهانی مخابرات، مخصوص به خدمات ماهواره‌ای است که دو زیرگروه 4A و 4B مربوط به خدمات ماهواره‌ای پخش همگانی BSS است که اولی به بررسی قوانین مربوط به این خدمات و دومی به بررسی فناوری‌های جدید می‌پردازد. اعضاء این گروه کارشناسان فنی معتمد اجلاس سراسری اتحادیه جهانی مخابرات‌اند که وظیفه حذف، اصلاح و تدوین مقررات رادیویی را بر عهده دارند و نتیجه مطالعات این گروه در فاصله دو اجلاس که عموما هر ۴ سال یک بار برگزار می‌شود مبنای تصمیمات جهانی در حوزه مربوطه است. ایران به عنوان عضوی از این اتحادیه، سالانه با پرداخت حق اشتراک می‌تواند دراین اجلاس شرکت کند و از نزدیک در جریان تغییرات قوانین و ظهور فناوری‌های جدید قرار گیرد تا به عنوان عضوی از ITU با ارائه اسناد و اعلام نظر از حقوق کشور در جریان این تغییرات دفاع و از آنها بهره برداری بهینه کند. از مزایای دیگر حضور در این اجلاس امکان ارتباط مستقیم و رو در رو با مسئولین ITU و استفاده از توصیه‌های ایشان در حل مشکلات فایلینگ و تخصیصات فرکانسی صدا و سیما (استفاده شده در پروژه ماهواره ملی) است. همچنین در حاشیه اجلاس، امکان مذاکرات فنی حضوری و غیر رسمی با سایر کشورهای درگیر در هماهنگی‌های فرکانسی صدا و سیما فراهم است. در ادامه، گزارش اجلاس اخیر این دو گروه مطالعاتی را که در اسفند ماه ۱۳۹۶ برگزار شد، می‌خوانید:

گزارش اجلاس گروه مطالعاتی 4A (استفاده کارآمد از منابع فرکانسی/ مداری برای ارائه خدمات ماهواره‌ای ثابت و پخش همگانی) - ۲۲ فوریه تا ۲ می ۲۰۱۸

دراین اجلاس که ۲۷۱ نماینده از ۴۶ کشور و سازمان‌های مختلف

جهانی حضور داشتند ۱۵۵ سند بررسی شد. محور فعالیت این اجلاس تهیه پیشنویس متن CPM برای دستور کارهای WRC-19 بود، بدین شرح:

– دستور کار ۱،۴: اصلاح Annex 7 از AP30 و ساده سازی محدودیت‌های موجود برای استفاده حداکثر از نقاط مداری.

– دستور کار ۱،۵: بررسی استفاده از باندهای فرکانسی لینک پایین رونده 17.7-19.7 GHz و لینک بالا رونده 9.5 GHz 2-27.5 به وسیله ایستگاه‌های زمینی متحرک در حال کار با GSO FSS مطابق با قطعنامه ۱۵۸.

– دستور کار ۱،۶: تعیین حداکثر سطح تداخل مجاز ایجاد شده روی شبکه‌های ماهواره‌ای GSO FSS و non-GSO FSS توسط سایر شبکه‌های FSS هم جهت در باند 50/40 GHz.

– دستور کار ۷: استفاده اقتصادی و کارآمد از نقاط مداری و طیف فرکانسی.

– دستور کار ۹،۱: استفاده مشترک خدماتی (inter/intra) بین FSS و BSS .

خروجی اجلاس ۶۶ سند بود که به اجلاس CPM فرستاده خواهد شد. ایران در این اجلاس ۱۵ سند ارائه داد که ۴ سند آن مربوط به سازمان صدا و سیما بود.

گزارش اجلاس گروه مطالعاتی 4B (سامانه‌ها، واسطهای هوایی، عملکرد و در دسترس بودن خدمات BSS ، FSS و MSS شامل کاربردهای IP-based و SNG)– ۱۹ تا ۲۳ فوریه ۲۰۱۸

در این اجلاس که ۸۵ نماینده از ۲۲ کشور و سازمان‌های مختلف جهانی حضور داشتند ۲۲ سند بررسی شد. این اسناد در بر گیرنده عناوین زیر بود:

– یکپارچه سازی ماهواره‌ها به سمت دسترسی به فناوری‌های نسل بعد NGAT.

– بهبود عملکرد ارتباطات ماهواره‌ای با استفاده از مدولاسیون و کدینگ تطبیقی ACM.

– فناوری‌های پخش ماهواره‌ای در فرکانس‌های 17.3 GHz و 42.5 GHz.

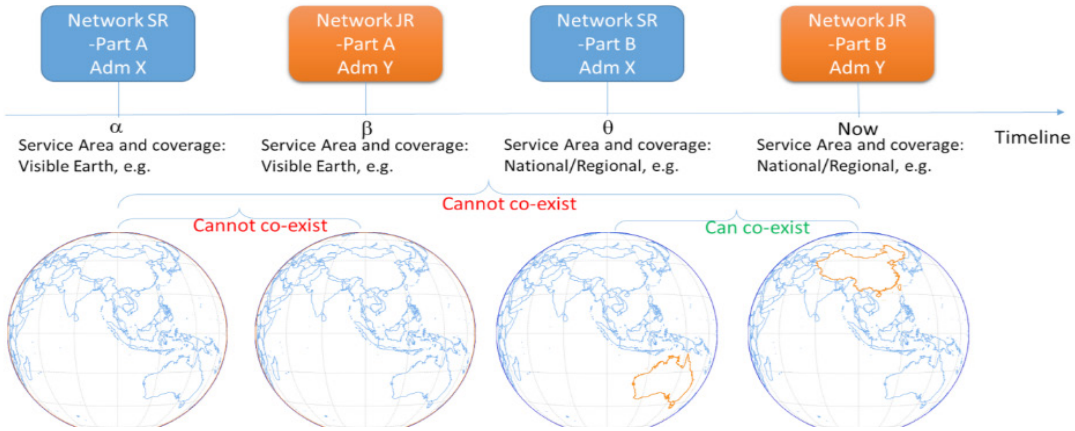
با توجه به گستردگی موضوعات فوق، تلاش شد تا تمرکز روی موضوعات مرتبط با صدا و سیما و پروژه ماهواره ملی باشد که در ادامه به تفصیل بیان خواهد شد.

خلاصه دستاورد WP4A

دستور کار ۱،۴: با توجه به اینکه باند 11.7-12.7 GHz در نواحی سه گانه در زیرباندهای مختلف به BSS یا FSS تخصیص داده شده و برای اینکه از تداخل‌های احتمالی بین آنها جلوگیری شود مجموعه‌ای از محدودیت‌های نقطه مداری گذاشته شده است. اما به دلیل پر شدن مدار GEO در این باند فرکانسی و با توجه به پیشرفت فناوری و بهبود عملکرد دستگاه‌های ارتباطی نظر بر این است که می‌توان این محدودیت‌ها را کاهش داد و نقاط مداری جدیدی را برای ماهواره‌های جدید ایجاد کرد.

دستور کار ۷: شامل چندین ISSUE بود که موارد مرتبط با سازمان صدا و سیما بدین شرح است:

ISSUE E: یکسان سازی مقررات رادیویی در پلن FSS با



پلن BSS در خصوص قرار دادن محدودیت زمانی ۱۵ ساله برای عمر فایلینگ پلن FSS همانند پلن BSS .

ISSUE F: خارج کردن کشور معترض از ناحیه سرویس نه ناحیه پوشش و بروز مشکل در همزمانی عملیاتی بودن دو فایلینگ. بدیهی است که به هنگام عملیاتی شدن یک ماهواره جدید، تداخل ایجاد شده از آن روی ماهواره‌های مجاور، مانع از کارکرد همزمان دو ماهواره خواهد شد. به منظور جلوگیری از این امر قبل از عملیاتی شدن ماهواره لازم است هماهنگی بین فایلینگ‌های آنها انجام شود. برای توضیح بیشتر، وقتی قلمرو کشور B توسط کشور A (دارای ماهواره عملیاتی) از ناحیه سرویس فایلینگ کشور A خارج شود، فقط نقاط آزمایش کشور A از داخل قلمرو کشور B حذف می‌شود. ولی وقتی کشور B می‌خواهد فایلینگ خود را عملیاتی کند و فایلینگ کشور A را مورد تداخل قرار داده دراین صورت برای خروج از بن بست پیش آمده برای کشور B هیچ قانونی وجود ندارد. به عبارت دیگر، کشور B هم از نظر فایلینگ بلاک می‌شود، هم از نظر عملیاتی. در واقع مجموعه‌ای از فایل‌ها بدون عملیاتی شدن در MIFR قرار دارند و مشکل اصلی از جانب آنهاست نه فایل‌های عملیاتی شده. به عبارتی، باید فرصتی در اختیار کشورهایی که تا کنون امکان عملیاتی کردن فایلینگ‌هایشان را نداشتند، قرار داده شود.

ISSUE G: پیدا کردن روش مناسب به روز کردن reference situation برای شبکه‌های تحت AP30&30A ناحیه ۱ و ۳ به هنگام تبدیل تخصیص‌های ثبت شده موقت به دائمی و یکسان کردن این روش در FSS و BSS. بعد از عملیاتی شدن یک ماهواره و ثبت قطعی فایلینگ آن، Bureau وظیفه دارد که reference situation را به روز کند. یکی از راه‌های قطعی شدن ثبت فایلینگ‌ها در MIFR علی رغم کامل نشدن مراحل هماهنگی، استفاده از قانون ۴,۱,۱۸ است که امکان ثبت موقتی در MIFR را فراهم می‌کند به طوری که اگر ۴ ماه به طور همزمان با سایر شبکه‌های مخالف خود کار کند و هیچ شکایتی حاکی از تداخل زیان رساننده این شبکه جدید به Bureau نرسد، ثبت آن به قطعی تبدیل می‌شود.

reference situation یا EPM به معنای میزان و اندازه تداخل تجمعی نسبت به یک سطح قابل قبول از پیش تعیین شده اولیه است. اگر این سطح مثبت باشد هر میزان تداخل تا کاهش و رساندن آن به -0.45dB مجاز است؛ اما از این مرحله به بعد میزان کاهش قابل قبول EPM ناشی از تداخل برای هر شبکه جدید فقط می‌تواند 0.45dB باشد. نتیجه پایین آمدن reference situation بالا رفتن میزان تداخل لازم برای شروع پروسه هماهنگی می‌شود یعنی حساسیت شبکه موجود را به شبکه‌های جدید پایین می‌آورد.

ISSUE J: در مورد اصلاح حد pfd در Section 1, Annex 1 of RR AP30، در WRC 2000 پلن کشورها در باند Ku به صورت تخصیص ۱۰ کانال در ناحیه ۱ و ۱۲ کانال در ناحیه ۳ تصویب شد که این ظرفیت پاسخگوی نیازهای ملی کشورها در خصوص نسل‌های آتی HDTV نیست. برای داشتن خدمات پخش همگانی ماهواره‌ای چون UHDTV، طرح مدولاسیون با راندمان طیفی بالا (مثل APSK) و C/N بالا لازم است. در این حالت مقدار pfd فراتر از −103.6 dB (W/(m2 · 27 MHz)) در ناحیه سرویس لازم است تا به دسترسی یکسان با خدمات BSS متداول رسد.

اگراین حد در خارج از قلمرو کشور ثبت کننده رعایت شود، شبکه‌های BSS دیگر کشورها که بیرون کمان هماهنگی (در باند Ku برابر ±9°) و خارج قلمرو کشور ثبت کننده هستند محافظت می‌شوند. بنابراین، حد pfd فقط در قلمرو یک کشور می‌تواند رعایت نشود.

ISSUE K: اضافه کردن یک مرحله بررسی در Part B تحت قانون ۴,۱,۱۲ یا ۴,۲,۱۶ از AP30/30A. در خصوص

همسان سازی پلن FSS و BSS قانونی در بند 6.21 c از پلن FSS وجود دارد که پیشنهاد شد به قوانین ۴,۱,۱۲ یا ۴,۲,۱۶ از پلن BSS اضافه شود. مبنای این درخواست بر این اساس است که اگر یک کشور در زمان آلفا part A فایلینگ خود را داده باشد و مدتی بعد کشور دوم part A فایلینگ خود را بدهد ITU برای محاسبات تداخل، فایل دوم را با فایل اول می‌سنجد و با توجه به مثلا گلوبال بودن ناحیه سرویس، شبکه اول تحت تداخل قرار می‌گیرد، اما این شبکه در Part B فایلینگ خود ناحیه سرویس را به بیم ملی کاهش می‌دهد؛ پس با توجه به ملی شدن پوشش شبکه دوم، دیگر این دو شبکه در قسمت Part B همدیگر را تحت تداخل قرار نمی‌دهند و همزمان می‌توانند فعالیت کنند. پس لازم است که وقتی شبکه دوم می‌خواهد در MIFR ثبت شود ITU اولا دیتابیس خود را آپدیت کند ثانیاً آنالیز دیگری هم برای شبکه دوم انجام دهد تا معلوم شود مشکلی وجود ندارد.

دستور کار(BSS) 9.1.2 : بحث اشتراک باند ۱,۴۵۲–۱,۴۹۲ GHz را که متعلق به خدمات BSS Mobile است و عموما برای پخش ماهواره‌ای رادیو و در برخی مواقع پخش ماهواره‌ای تلویزیون به صورت تلفن همراه استفاده می‌شود را با سرویس تلفن همراه نسل جدید IMT بررسی می‌کرد. البته هنوز ایران در این باند خدمات BSS ماهواره‌ای ندارد و طرحی نیز برای آن در دست اقدام نیست. به منظور حفظ این باند برای BSS، پیشنهاد دسترسی با اولویت یکسان بین BSS و IMT طبق قانون ۹,۱۹ داده شد.

بیانیه مرتبط گروه کاری5B: مبنی بر مشخصات فنی خدمات تلفن همراه هوانوردی (AMS) در باند 21.4-22 GHz (باند Ka-BSS) و تعیین دقیق حدود مجاز pfd برای ایستگاه‌های ثابت یا تلفن همراه زمینی در AMS به طوری که به هنگام استفاده همزمان با پخش همگانی در باند 21.4-22 GHz ، سرویس BSS محافظت شود.

خلاصه دستاورد WP4B

فناوری‌های پخش ماهواره‌ای در فرکانس‌های 17.3 GHz و 42.5 GHz: در این خصوص سند BO.2071 مربوط به پیاده سازی عملیاتی باند Ka-BSS مورد ارزیابی مجدد قرار گرفت. در سند ارائه شده در اجلاس گزارش مربوط به ساخت تجهیزات در این باند، ارائه مشخصات فنی آنها و برقراری لینک ماهواره‌ای با استفاده از این تجهیزات، آزمایش و ارزیابی موفقیت آمیز آنها آمده است. به علت مفید و کاربردی بودن این گزارش و اهمیت آن در عملیاتی کردن پروژه ماهواره ملی در شماره بعدی موج به تفصیل به آن خواهیم پرداخت.

مروری بر چگونگی رصد موقعیت سر و چشم‌ها در سیستم‌های ماشین بینایی

تهیه و تنظیم: محمد رضا خمر، مرکز سیستان و بلوچستان

چکیده: با توجه به تسهیل و گسترش سیستم‌های کسب داده از محیط به صورت دیداری، که در قالب فایل‌های ویدیویی تهیه می‌شوند. ضرورت آنالیز این منابع، برای درک و فهم محتوایی این تصاویرمتوالی بر کسی پوشیده نیست و لذا کاربردهای متعددی برای آن قابل تصوراست که هدف عمده همه آنها ایجاد امنیت و رفاه بیشتر برای نسل بشر است. در همین زمینه گاهی برای ایجاد ارتباط کارآمدتر کاربر با رایانه برای اعمال کنترل‌پذیری بیشتر یا استفاده بهینه متناسب با نیاز و درخواست‌های ویژه، بحث آنالیز محتوایی تصاویر طرح می‌شود. شناسایی موقعیت سر و سپس چشم‌ها و همین‌طور ردیابی حرکات آنها در کاربردهای متعددی حایز اهمیت است همچون کمک به بیماران با ضایعات نخاعی به منظور تسهیل زندگی روزمره آنها، درک سطح هوشیاری رانندگان و اعلام نتیجه به منظور کاهش تصادفات جاده ای، ارتقاء سطح آموزش در سیستم‌های رایانه پایه e-learning از جمله موارد آن است. باید توجه داشت که صحت و دقت در تحقق درست موقعیت‌شناسی و سپس ردیابی آن متضمن نتیجه‌گیری بهتر در اغلب فرایندهای مرتبط است؛ لذا تشخیص درست موقعیت سر و چشم‌ها بسیار حیاتی بوده و اولین گام عمده فعالیت‌های مرتبط با بینایی ماشین است. از این رو روش‌های متعددی ابداع و همچنین متناسب با نیازهای جامعه، کاربردهای گوناگونی نیز برای آنها طرح شده است. در این مقاله به اختصار با مکانیزم‌های موقعیت‌یابی سر و چشم در تصاویر و فایل‌های ویدیویی و سپس کاربردهای آنها آشنا می‌شویم.

مقدمه

تلاش برای دریافت و سپس درک تصویر به دلیل توسعه‌ی کیفی و کمی صنعت میکروالکترونیک و تهیه انواع رایانه‌های با سرعت بالا و قابلیت مناسب، به یک موضوع مورد علاقه برای محققین و همین طور آحاد افراد جامعه تبدیل شده است. دو مقوله مهم در فرایند کار با تصویر وجود دارد: اول آنکه تلاش شود در فرآیند

دریافت تصویر یا ویدیو از محیط پیرامونی، یک اثر با کیفیت و بدون نویز و کاستی تهیه شود و اگر در این مورد نقص‌هایی وجود دارد آنها را بررسی و مرتفع کرد. به مجموعه پردازش‌ها جهت ارتقاء کیفیت تصویر و یا ویدیو شامل نویز زدایی، بازیابی تصویر، آنالیز رنگ، لبه برداری و غیره اصطلاحا پردازش تصویر (image processing) می‌گویند؛ ثانیا پس از دریافت یک تصویر و یا یک ویدیوی خوب و مناسب هدف دوم درک محتوایی آن است. درک و فهم یک تصویر با عنوان آنالیز یک تصویر (Image analysis) شناخته می‌شود و هدف آن است که بتوانیم با ابزار پردازش سیگنال، درکی از محتوای تصویر به دست آوریم. برای مثال آیا در تصویر مفروض در اختیار، افرادی وجود دارند؟ چند نفرند؟ در مورد جنسیت و سن آنها چه می‌توان گفت؟ آیا آنها خوشحال‌اند یا ناراحت؟ پاسخ به سؤالاتی از این دست مستلزم طراحی و اجرای الگوریتم‌هایی برای درک محتوای تصویر است بدون شک شاخص‌های مهمی در خصوص کیفیت کار هر الگوریتم قابل طرح خواهد بود مثلاً میزان صحت الگوریتم در تشخیص درست چقدر است؟ جای تردید نیست که درگام بعدی و برحسب تشخیص الگوریتم قرار است گام دومی طراحی و انجام شود لذا اشتباه در اولین قدم، همه‌ی اقدامات بعدی ما را با مخاطره همراه می‌سازد بنابراین، اعلام نظر درست الگوریتم اولیه بسیار مهم است. زمان مصرفی برای درک تصویر و پاسخ به سؤال ما چقدر است؟ توجه دارید که در بسیاری از امور که مسئله آنی (real time) باید طرح و پاسخ داده شود هرگونه زمان محاسباتی طولانی قابل قبول نیست. از این رو الگوریتم‌های مختلف طرح و مقایسه شده‌اند. در این مورد خاص و متناسب با عنوان مقاله چهار هدف مد نظر است که باید با روش‌های مختلف تامین شود.

۱. تشخیص موقعیت مکانی چشم‌ها و بررسی حالات چشم اعم از باز یا بسته بودن یا درحال پلک زدن و همین‌طور مسیر و راستای زل زدن چشم‌ها.

۲. درک و فهم چگونگی حرکت چشم‌ها در فریم‌های متوالی یک ویدیو

۳. تشخیص موقعیت مکانی سر و صورت

۴. درک و فهم چگونگی حرکت سر در فریم‌های متوالی یک ویدیو

چنانکه مطرح شد الگوریتم‌های متفاوتی برای هر بخش ارائه شده است که متناسب با ظرفیت‌ها و فرض‌های مسئله تلاش شده بهترین پاسخ را در اختیار بگذارد. در ادامه‌ی بحث به بررسی روش‌های متعارف و مطرح در هر مورد می‌پردازیم و درنهایت کاربردهایی از این موضوع را بیان می‌کنیم.

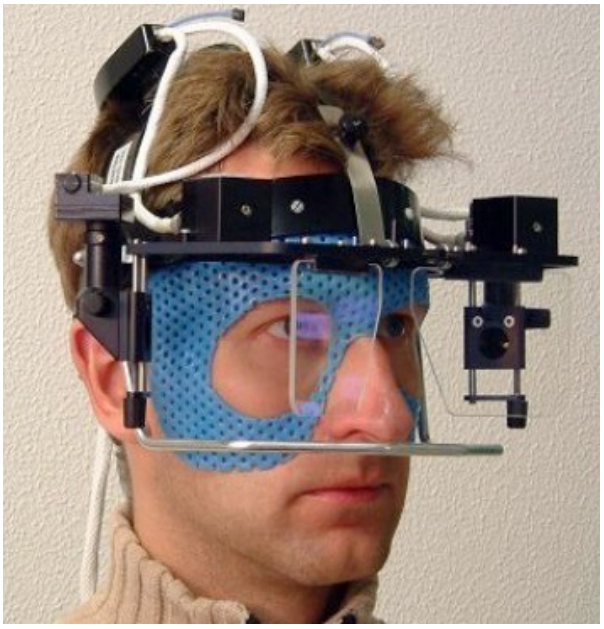
روش‌های تشخیص موقعیت و ردیابی چشم

شرط لازم برای تشخیص چشم‌ها در یک تصویر، موقعیت‌یابی صورت است[۱]. بحث تشخیص صورت یا (face detection) خود یکی از موضوعات مهم در بینایی ماشین است. در واقع تشخیص صورت اولین گام در بسیاری از کاربردها نظیر تشخیص هویت شخص از طریق شناسایی صورت (face recognition) و یا تشخیص هویت شخص از طریق شناسایی قرنیه (biometric iris recognition) است. پس از تشخیص صورت نوبت به تشخیص موقعیت چشم‌ها در تصویر می‌رسد تا موقعیت مکانی چشم با درصد اطمینان قابل قبول رصد و اعلام شود. از طرف دیگر، موقعیت یک شخص در یک مجموعه از فریم‌های متوالی یک ویدیو می‌تواند ثابت یا متحرک باشد هر چند عموما افراد متحرک‌اند لذا در صورتی که شخص دارای جا به جایی در موقعیت خویش باشد این بدان معنی است که صورت شخص در فریم‌های متوالی مکان ثابتی نخواهد داشت و مرتب جا به جا می‌شود. لذا مناسب است در هر فریم میزان تغییر چشم نسبت به موقعیت قبلی آن نیز درک و فهمیده شود این بخش را به عنوان ردیابی چشم (eye tracking) می‌شناسیم. همچنین رفتار چشم در هر فریم از حیث باز یا بسته بودن، یا در حال پلک زدن و یا جهتی که چشم خیره شده و اصطلاحا زل زده است باید کاملا رصد و فهمیده شود این مهم را با عنوان gaze tracking می‌شناسند[۲].

بنابراین، به طور خلاصه اولا ما باید بتوانیم با مجموعه پردازش‌های لازم موقعیت چشم‌ها در هر فریم و وضعیت آنها را مشخص کنیم؛ ثانیا مسیر جابه‌جایی و حرکت آنها را در فریم‌های متوالی بتوانیم با درصد بالایی حدس بزنیم و سپس دقیقا آنها را موقعیت‌یابی و مشخص کنیم. در حالت کلی شناسایی و ردیابی چشم می‌تواند به دو صورت پیاده‌سازی شود[۳].

الف) روش‌های اتصال مستقیم تجهیزات به شخص (intrusive methods or head-mounted methods)

در این روش دستگاه تشخیص‌دهنده یا رصد کننده به صورت شخص متصل است. سنسورهایی در اقصا نقاط صورت یا حوالی چشم و یا در مقابل و کنار چشم تعبیه می‌شود تا بتوانند عملیات تشخیص و ردیابی را انجام دهند. در این روش همچنین ممکن است الکترودهایی در طرفین چشم نصب شود که تغییرات چشم، موجبات تغییر پتانسیل آنها را فراهم می‌آورد و تحلیل این سیگنال‌ها می‌تواند ما را در درک موقعیت و حالت و مسیر خیره شده چشم کمک کند.



شکل (۱ - الف): عینک مخصوص با هشت سنسور و هشت منبع نورانی IrDA (سمت چپ) و ب): یک دستگاه ردیابی حالات چشم متصل به سر (سمت راست)

این روش را sensor-based eye tracking نیز می‌نامند و سیگنال‌های تهیه شده در مراحل کار این روش را سیگنال‌های EOG (electrooculogram) می‌نامند[۴]. شکل (۱– الف) یک نمونه ساخته شده را نشان می‌دهد که در آن هشت سنسور IrDA روی یک قاب عینک نصب شده است در ضمن 8 LED نیز به عنوان منبع نورانی اشعه مادون قرمز نصب شده است تا بتواند تصاویر واضحی را پدید آورد و حساسیت دستگاه بالا باشد[۵]. و شکل (۱– ب) یک دستگاه ردیابی حالات چشم را نشان می‌دهد که شامل یک تکیه گاه به سر است و دو عدد دوربین روی آن نصب شده است و همین طور سیستم حاوی سنسورهایی برای ثبت حرکات سر است.

ب) روش‌های غیرمستقیم یا غیراتصالی و یا کنترل از راه دور (non-intrusive methods or remote methods)

در این روش هیچ تجهیزاتی به بیمار یا شخص مورد ارزیابی متصل نمی‌شود و عملیات تشخیص و ردیابی از طریق دوربین‌های رصدکننده حرکات شخص در رنج مرئی و غیر مرئی استخراج می‌گردد. این روش برای کاربران بسیار کم زحمت بوده و ترجیح داده می‌شود.

صرف نظر از مراحل اجرایی تشخیص صورت که الزامی است و در اینجا فرض می‌کنیم قبلا انجام شده است تمرکز خود را صرفا به موضوع تشخیص چشم معطوف می‌کنیم. مطابق آنچه در متون علمی نگارش شده است تشخیص چشم می‌تواند به صور مختلف انجام شود که عبارتند از :

۱. تشخیص و ردیابی چشم با توجه به شکل ظاهری چشم (appearance based methods)

شکل ظاهری چشم متفاوت از سایر بخش‌های صورت است لذا با توجه به شکل هندسی چشم و ترکیب رنگ‌های حول مردمک و قرنیه استخراج چشم صورت می‌گیرد. در صورت استفاده از این روش و بهره‌مندی از شبکه‌های عصبی ANN(Artificial Neural Network) و روش SVM (Support Vector Machine) حجم داده در مرحله آموزش باید زیاد باشد. داده آموزشی باید چشم‌های سوژه را در جهات مختلف و سطح روشنایی متفاوت ارائه کرده باشد[۳].

۲. تشخیص و ردیابی چشم با توجه به مشخصات و ویژگی‌های چشم (feature based methods)

در این روش مجموعه ویژگی‌های درون و حاشیه چشم همانند لبه‌های حول چشم، گوشه چشم و رنگ‌ها و ساختار قرنیه انتخاب می‌شود.

۳. تشخیص و ردیابی چشم با توجه به روش تطبیق الگو (template based methods)

در این روش یک مدل عمومی چشم طراحی و یا اخذ می‌شود و سپس با جاروب مرحله به مرحله ناحیه صورت استخراج شده، منطقه چشم مشخص شده و به طور مناسب برچسب گذاری می‌شود. در صورتی که مدل یا نمونه چشم در اختیار با موارد حادث شده در تصویر هم اندازه نباشد و یا دارای چرخش

باشند لازم است که از روش‌های تطبیق الگو با قابلیت انعطاف (deformable template matching) استفاده شود[۶]. در این ساز و کار مدل چشم عمومی اولیه مفروض قابلیت انتقال، چرخش و کوچک و بزرگ شدن را دارد تا بتواند هر گونه عنصر قابل تطبیق متناسب با خود را رصد کند.

از منظر دیگر در روش‌های غیر مستقیم، عملیات تشخیص چشم و خصوصا ردیابی آن را می‌توان به صورت‌های زیر نیز طبقه‌بندی و مطرح کرد. باید توجه داشت که این روش‌ها بر مبنای روش‌های ماشین بینایی انجام می‌شود و عبارتند از ردیابی چشم با استفاده از روش‌های شناسایی الگو (pattern recognition for eye tracking classification)، و همین طور روش‌های مبتنی بر شکل‌شناسی (eye tracking based on shape)، و در نهایت روش‌های ناشی از انعکاس نقاط گوشه‌ای چشم (eye tracking based on cornel reflection points) است [۷].

روش‌های تشخیص سر و جا به جایی آن

تشخیص صورت و سر از جمله اقدامات اولیه برای عمده فعالیت‌های مبتنی بر بینایی ماشین است[۸]. همین طور این موضوع اهمیت دارد که جایگاه و موقعیت سر و صورت در فریم‌های مجاور که کمی تغییر را به‌طور نرمال دریافت کرده اند نیز با دقت بالا رصد شود. روش‌های ردیابی متعددی وجود دارد که عبارتند از:

الف. تشخیص حرکات سر بر اساس روش‌های ماشین بینایی (Computer vision-based head movement detection)

در روش‌های بینایی ماشین از طریق اعمال فرآیندها و اقدامات متعارف در حوزه پردازش تصویر تلاش می‌شود که تخمین مناسبی برای حضور سر در فریم‌های مجاور به دست آید مثلاً می‌توان [۹] با استفاده از روش SIFT(Scale-Invariant Feature Transform) ویژگی‌های دو تصویر مجاور را استخراج کرد و آنگاه با عنایت به ایجاد ارتباط هندسی مکانی داده‌های استخراج شده از دو فریم و با فرض دانستن موقعیت سر در فریم اول، موقعیت ثانوی سر را تخمین زد.

ب. روش‌های مبتنی بر درک سیگنال‌های اکوستیک (Acoustic- signal-based methods)

پاره‌ای از روش‌های تشخیص و رصد سر بر مبنای مکان‌یابی منبع تولید صداست. باید توجه داشت که منبع صدا دهان است و دهان خود بخشی از ساختار سر و صورت؛ لذا با تشخیص جهت دریافت صدا می‌توان نسبت به موقعیت سر حدس و گمان‌های مناسبی زد. مثلا [۱۰] یک روش ارائه کرد که در آن با نصب یک میکروفون صدای دریافتی از محیط اخذ می‌شد و با جا به جایی سر در فضای معلوم و در جهات مشخص سیگنال دریافتی توسط میکروفون تغییراتی را حس می‌کرد. با داشتن اطلاعات اولیه از سطح و جهت صدای دریافتی توسط میکروفون و جایگاه سر می‌توان نسبت به هر سطح و جهت صدای دریافتی برای یک سر با مکان نامعلوم حدس و گمان‌هایی متقن را ارئه کرد.

ج. روش‌های مبتنی بر سنسورهای گیرو و سرعت‌سنج‌ها (Accelerometer and Gyro-sensor based methods)

در این روش‌ها با استفاده از مجموعه حسگرها و سنسورهای مختلف همچون Accelerometers, Gyro-sensors و به کارگیری آنها می‌توان در خصوص موقعیت سر و تحرکات آن در زمان‌های مختلف اظهار نظر کرد. در این روش‌ها با استخراج داده‌های سنسورها و اعمال مجموعه آنالیزهای مبتنی بر شناسایی الگو، حدس‌های معتبر زده شده و حرکت سر مدل می‌شود.

د. روش‌های مختلط جهت ردیابی سر (Hybrid head tracking techniques)

به منظور ارتقاء سطح کارآمد روش‌های مختلف و به دست آوردن ویژگی‌های خاص عملیاتی گاهی روش‌های مختلف با هم ترکیب می‌شوند. این شیوه نیز در بسیاری از امور متناسب با کاربرد متعارف است.

کاربردهای تشخیص و ردیابی چشم‌ها و سر در حوزه‌های تحقیقاتی و صنعتی

زمینه‌های کاربردی موضوعات مطروحه در حوزه تحقیقات به شرح زیر است. این موضوعات روز به روز در حال پیشرفت اند. عمده پیشرفت‌های آنها به اختصار معرفی می‌شوند:

۱. کمک به افراد با ناتوانی جدی (Assisting people with disabilities)

افرادی در جامعه زندگی می‌کنند که به دلایل مختلف از جمله داشتن بیماری‌های صعب‌العلاج و یا تصادفات جاده‌ای دارای توانایی حرکت نیستند و بعضا می‌توانند فقط سر را تکان دهند و یا با حرکات چشم مترصد آن باشند که مفاهیمی را درخواست و یا نیازشان را مطرح کنند. همراهی افراد نزدیک با ایشان کاری بس

دشوار است. استفاده از سیستم‌های ماشین بینایی می‌تواند لحظات سخت و طاقت فرسا را برای این دسته از افراد بهبود بخشد. ایجاد ساز و کاری که بیمار بتواند با حرکت چشم‌ها و سر فرامینی قابل درک برای یک رایانه تولید کند بدون شک اقدامی ارزنده در کاهش آلام آنها خواهد بود [۱۱]. به همین منظور ایده موس چشمی [۱۲] در همین زمینه ارزیابی می‌گردد. [۱۳] یک سیستم ردیابی چشم کمک‌کننده به افرا د ناتوان طراحی کرد که سه عملیات را انجام می‌داد: اول آنکه یک ربات متصل به یک گوشی همراه را فعال می‌کرد؛ ثانیا امکان فعال‌سازی یک برنامه را برای نوشتن متن فراهم می‌ساخت و ثالثا مجموعه‌ای از بازی‌های رایانه‌ای را برای کاربر فعال‌سازی می‌کرد.

۲. بـــررسی و مراقبـــت وضعیـــت هوشیـــاری راننـــده (Monitoring driver vigilance)

سیستم‌های کمک کننده جانبی به راننده در حالت کلی به جهت ایجاد بستر امن‌تر و کاهش تخلفات منجر به جرح و فوت به انواع متفاوتی تقسیم می‌شوند. در واقع سیستم‌های کمکی پیشرفته در مقوله رانندگی Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) می‌تواند وجه‌های مختلفی از کار را پوشش دهد تا میزان خطا و صدمات به حداقل برسد. این مراقبت‌ها و حساسیت‌ها می‌تواند خود را در قالب‌های گوناگون نشان دهد. برای مثال:

۱. فاصله ماشین در حال حرکت از ماشین جلویی به طور مداوم کنترل شود و از یک آستانه مشخص کمتر نشود. در صورت مراعات نکردن راننده آژیر لازم فعال و یا تصمیم مناسب گرفته شود.

۲. نور چراغ‌ها در شب بر مبنای میزان تاریکی محیط تنظیم و ارائه شود.

۳. پارک دوبل خودرو برای خیلی‌ها یک کابوس است سیستم ADAS قادر باشد یک پارک دوبل مناسب را سازماندهی و پیاده کند.

۴. بسیاری از اطلاعات ممکن است برای راننده غیر قابل رصد باشند جمع‌آوری و ارائه آنها کمک می‌کند تا سفری ایمن‌تر فراهم شود.

۵. اعمال ترمز خودکار در مواقعی که رفتار ماشین خارج از قاعده و مبهم است و یا کاهش سرعت در مواقع سؤال بر انگیز

۶. سیستم مجهز به ارزیابی میزان هوشیاری و آگاهی راننده باشد و در صورت خواب آلودگی راننده در حین کار رانندگی به جهت جلوگیری از تصادف و خسارت تصمیم درست را اتخاذ کند.

در این بخش در واقع به دنبال تشخیص خواب آلودگی راننده هستیم. (Driver Drowsiness Detection) در این حالت لازم است با یک یا تعداد بیشتر دوربین رفتار لحظه ای راننده رصد و آنالیز شود طبعا در این کاربرد ضروری است وضعیت چشم‌های راننده به طور مداوم استخراج و بررسی شده و متناسب با شرایط آنها تصمیم مقتضی گرفته شود[۹].

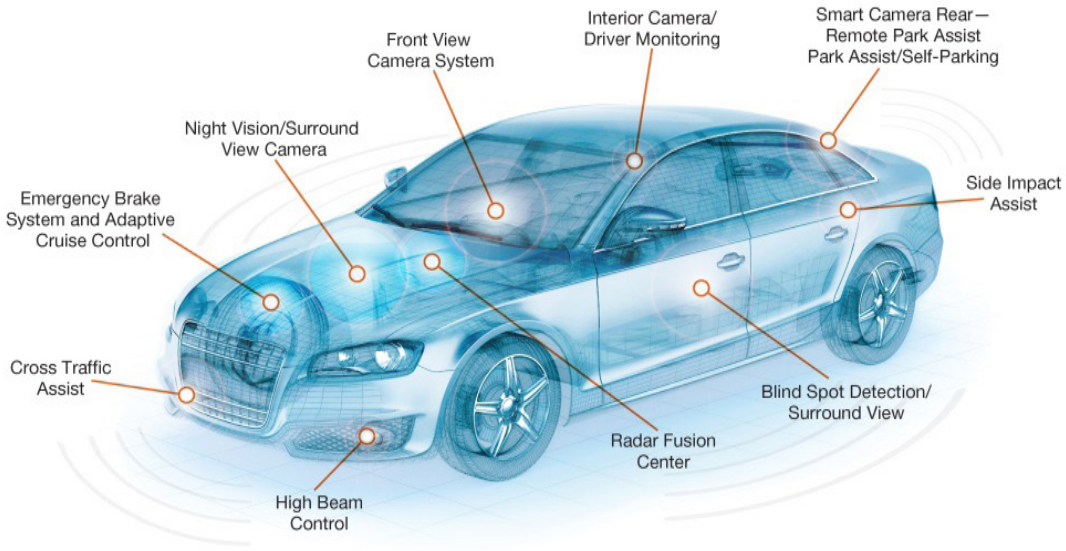
در ادامه شکل (۲) بخش‌هایی از آنچه را که در بالا مرور شد، را در یک شکل به صورت نمایشی ارائه و فهرست کرده است.

۳. طـــراحی بـــازی‌های دوطـــرفه شخـــص - ماشیـــن (Design interactive games)

اکنون نسل بازی‌های یارانه‌ای از حالت ساده و غیر هوشمند اولیه تبدیل به بازی‌های فوق‌العاده در عرصه‌های فکری و عملیاتی شده است. در بازی‌های طراحی شده اخیر نحوه ارتباط کاربر با دستگاه، در عملکرد دستگاه و پیش فرض‌های آن بسیار مؤثرتر و کارگشاتر شده است. داشتن یک پسخور مناسب از سطح بازی کاربر موجب تغییر بازی دستگاه و جذاب کردن آن می‌شود تا بازی برای کاربر دلچسب‌تر باشد؛ از طرفی کاربر با تعامل سازنده با بازی می‌تواند فضایی مهیج‌تر و پر انگیزه تر را رصد کند بازی‌های سری xbox از جمله این موارد است که در سال‌های اخیر مورد اقبال جوانان و نوجوانان قرار گرفته است.

٤. یادگیری با کمک ماشین (E-learning)

در عمده روش‌های آموزشی مبتنی بر رایانه e-learning که در حال حاضر عمومی شده است ارتباط کاربر با رایانه یک ارتباط دوطرفه فعال و سازنده نیست. رفتار شخص کاربر با دستگاه در حال آموزش در روش‌های موجود مورد توجه قرار نگرفته است. در واقع حالات دانش پژوه و نحوه رفتار ایشان در هنگام گوش کردن یک درس مشخص، نشان دهنده درک و یا درک نکردن است که در حقیقت در روش‌های سنتی لحاظ نشده بود. اگر در هنگام درس دادن رایانه رفتار دانش پژوه از طریق یک سیستم بینایی رصد شود متناسب با میزان همراهی او ساعت کلاس می‌تواند تنظیم شود و طبعاً این می‌تواند راندمان کار را افزایش می‌دهد. [۱۴] یک روش یادگیری ارائه کردند که در آن رفتار کاربر از طریق دستگاه بینایی رصد شده و متناسب با شرایط آن مدت زمان درس تعیین می‌شود. بدین صورت می‌توان انتظار داشت که میزان یادگیری بهبود یابد. کارهای بیشتری در این خصوص نیز انجام شده است[۱۵].



شکل (۲): فعالیت‌های پیشرفته کمکی برای ایمنی راننده در طراحی ماشین‌های جدید

از طرف دیگر، زمینه‌های صنعتی ساخته شده متناسب با موضوع تشخیص چشم و ردیابی آن را می‌توان در چند پروژه مطرح زیر، خلاصه کرد.

الف) چشم‌های عقاب (Eagleeyes)

در حقیقت پروژه چشم‌های عقاب را اولین بار پروفسور جیم گیپس از کالج بوستون ارائه کرد و هدف او این بود که افراد با ناتوانی فاحش بتوانند از طریق این دستگاه یک کرسر را در صفحه نمایش مفروض با چشم جابه‌جا کنند. این کار کمک می‌کند تا کاربران با درجه بالای معلولیت جسمی و کلامی بتوانند از این فرایند در تسهیل امور آموزشی، تفریحی و ارتباط با سایرین استفاده کنند[۱۶].

ب) چشمک زن (BLiNK)

این دستگاه نیز یک دستگاه ردیابی حرکات چشم است که برای انجام دادن امور روزانه مناسب است. از این سیستم می‌توان برای اعمال ورودی به رایانه، بازی، اعمال دستورات متنوع، و یادگیری استفاده کرد. بعدا از این دستگاه برای معاینه پزشکی و سطح سلامت نیز استفاده شد، همچنین از این دستگاه برای ارتباط گیری افراد با مشکلات جسمی و کلامی نیز استفاده گردید.

ج) دستگاه ردیابی چشم (Tobii)

دستگاه Tobii دستگاه ردیابی چشم است و کاربردهای متعددی در صنعت دارد. این دستگاه دارای سه قسمت اساسی است: قسمت اول پروژکتورهای میکروسایز پیشرفته که وظیفه دارند یک الگوی انعکاسی از نور نزدیک به فرو سرخ را روی چشم ایجاد کنند؛ قسمت دوم حسگرها هستند که وظیفه دارند مجموعه ای از تصاویر را در ثانیه با تعداد نسبتا بالا تهیه کنند و قسمت سوم و مهم الگوریتم‌های پردازش تصویر هوشمندانه ای هستند که توصیفات مناسب را درخصوص چشم و کارکرد آن استخراج کرده و نتیجه می‌دهند[۱۷].

د) دستگاه سنجش بینایی SMI(SensoMotric Instruments)

یک دستگاه سنجش بینایی است که در سال ۱۹۹۱ در دانشگاه برلین آلمان بر مبنای استفاده از ردیابی چشم ساخته شد[۱۸]. SMI دستگاهی برای تحقیقات علمی و یافتن راه حل‌های حرفه‌ای بررسی رفتار چشم در بحث تشخیص است. این دستگاه ابتدا برای بررسی آثار بی وزنی روی چشم فضانوردان تهیه شد اما بعد کاربرد آن برای سایر مصارف عمومی در چشم پزشکی نیز توسعه یافت. اساس کار دستگاه بر مبنای تشخیص تاریکی قرنیه و بررسی انعکاس گوشه چشم ساخته شده است. دوربین تعبیه شده در دستگاه صورت و سپس چشم را ردیابی و تشخیص می‌دهد. آنگاه شاخص‌های حیاتی و اساسی چشم شامل ساختار و عملکرد چشم قابل رصد و بررسی است.

جمع‌بندی

با پیشرفت سیستـــم‌های رایانـــه‌ای سرعت بالا، پـــردازش سیگنال‌های دیجیتال تسهیل شده و جایگاه ویژه ای پیدا کرده است. به صورت خاص در مقوله آنالیز تصاویر، بحث شناسایی موقعیت سر و چشم‌ها یک موضوع مهم در مباحث بینایی ماشین است. همین طور لازم است نحوه حرکت وجا به جایی سر و چشم‌ها در فریم‌های متوالی یک ویدیو ردیابی و رصد شود. روش‌های متعددی در حوزه شناسایی و ردیابی ارائه شده اند که در این مقاله به اختصار مرور شد. همچنین در حوزه کاربردهای تحقیقاتی و صنعتی نیز بحث مطروحه کاربرد داشته و مروری اجمالی در معرفی آنها صورت گرفت.

منابع:

[1] Z. Zhu and Q. Ji, "Robust real-time eye detection and tracking under variable lighting conditions and various face orientations," Computer Vision and Image Understanding, vol. 98, pp. 124-154, 2005.

[2] G. Hotchkiss, S. Alston, and G. Edwards, "Eye tracking study," Research white paper, Enquiro Search Solutions Inc, 2005.

[3] A. Al-Rahayfeh and M. Faezipour, "Eye tracking and head movement detection: A state-of-art survey," IEEE journal of translational engineering in health and medicine, vol. 1, pp. 2100212-2100212, 2013.

[4] J. Gips, P. DiMattia, F. X. Curran, and P. Olivieri, "Using EagleEyes—an electrodes based device for controlling the computer with your eyes—to help people with special needs," in Proceedings of the 5th International conference on Computers helping people with special needs. Part I, 1996, pp. 77-83.

[5] C. Topal, Ö. N. Gerek, and A. Doğan, "A head-mounted sensor-based eye tracking device: eye touch system," in Proceedings of the 2008 symposium on Eye tracking research & applications, 2008, pp. 87-90.

[6] A. K. Jain, Y. Zhong, and S. Lakshmanan, "Object matching using deformable templates," IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 18, pp. 267-278, 1996.

[7] R. N. Aslin and B. McMurray, "Automated corneal-reflection eye tracking in infancy: Methodological developments and applications to cognition," Infancy, vol. 6, pp. 155-163, 2004.

[8] P. Viola and M. J. Jones, "Robust real-time face detection," International journal of computer vision, vol. 57, pp. 137-154, 2004.

[9] K. Liu, Y. Luo, T. Gyomei, and S. Yang, "Attention recognition of drivers based on head pose estimation," in Vehicle Power and Propulsion Conference, 2008. VPPC'08. IEEE, 2008, pp. 1-5.

[10] A. Sasou, "Acoustic head orientation estimation applied to powered wheelchair control," in Robot Communication and Coordination, 2009. ROBOCOMM'09. Second International Conference on, 2009, pp. 1-6.

[11] M. Betke, J. Gips, and P. Fleming, "The camera mouse: visual tracking of body features to provide computer access for people with severe disabilities," IEEE Transactions on neural systems and Rehabilitation Engineering, vol. 10, pp. 1-10, 2002.

[12] T. Kocejko, A. Bujnowski, and J. Wtorek, "Eye mouse for disabled," in Human System Interactions, 2008 Conference on, 2008, pp. 199-202.

[13] V. Raudonis, R. Simutis, and G. Narvydas, "Discrete eye tracking for medical applications," in Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies, 2009. ISABEL 2009. 2nd International Symposium on, 2009, pp. 1-6.

[14] C. Calvi, M. Porta, and D. Sacchi, "e5Learning, an e-learning environment based on eye tracking," in Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT'08. Eighth IEEE International Conference on, 2008, pp. 376-380.

[15] M. Porta, S. Ricotti, and C. J. Perez, "Emotional e-learning through eye tracking," in Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012 IEEE, 2012, pp. 1-6.

[16] E. Eyes, "Opportunity Foundation of America," URL: http://www. bc. edu/eagleeyes.

[17] T. Technology, "AB, Tobii 1750 eye tracker," 2006.

[18] S. Instruments, "Begaze Version 3.2 Manual," SensoMotoric Instruments, 2012.

معرفی فناوری‌های مورد استفاده در نسل پنجم تلفن همراه

تهیه و تنظیم: امیرمسعود ثقفی، سجاد کرمی زاده‌زواره، مرکز اصفهان

چکیده: در نسل پنجم فناوری تلفن همراه نیاز به تغییرات احساس می شود. این تغییرات عمدتا به علت وجود تراکم دستگاه ها اعمال خواهد شد که شامل فرکانس های حامل بسیار بالا با پهنای باندهای عظیم، ایستگاه های پایه قوی و تراکم دستگاه ها و تعداد بی شمار آنتن هاست. برای ارائه پوشش جهانی با سرعت بالا اتصال هر رابط کاری به 5G جدید همراه با Wi-Fi و LTE مفروض است. همچنین برای سازگاری با 5G احتیاج به انعطاف پذیری و هوشمندی وسیع در بستر شبکه است.

مواردی همچون تنظیم طیف فرکانسی، بازدهی بیشتر و صرفه جویی در انرژی و هزینه ها باید مورد بازنگری قرار گیرد. در این مقاله به بررسی این موضوعات خواهیم پرداخت؛ همچنین چالش های مهم برای تحقیقات فرآیند استانداردسازی 5G را در آینده مورد بحث قرار خواهیم داد.

در 5G سرعت اتصال اینترنت از سمت اپراتور به میزان ۲۰ گیگابیت افزایش می یابد و در شلوغ ترین حالت ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه برای هر کاربر در نظر گرفته می شود. همچنین باید برای ذخیره انرژی دستگاه ها و اپراتورها در ساعات کم مصرف به حالت صرفه جویی در انرژی وارد شوند و قابلیت فعال سازی سریع داشته باشند. همچنین در 5G گسترش ارتباطات IOT با هزینه پایین تر مطرح می شود.

۱. معرفی

امروزه طبیعی است که محققان در مورد تکامل سیستم LTE و آینده آن نگران باشند. LTE درحال گسترش و تکامل است و فقط می‌توان به پیشرفت‌هایی اندک در پهنای باند و مقادیر کم از طیف فرکانس جدید دلخوش بود [۱].

براساس گزارش‌های ترافیک که سیسکو درسال ۲۰۱۶ منتشر کرده VNI Global Fixed and Mobile Internet Traffic Forecasts by Cisco Systems انفجار ترافیک که عمدتا جریان‌های ویدیویی است روندی رو به رشد با شیبی زیاد خواهد داشت. وجود گوشی‌های هوشمند و

تبلت‌ها و همچنین ارتباطات ماشین به ماشین مبتنی بر فناوری IOT نشان می‌دهد که رویکرد افزایشی برای پاسخگویی به خواسته‌های شبکه‌هایی که تا سال ۲۰۲۱ برپا خواهند شد اولویت اول است.

علاوه بر گسترش حجم داده‌ها، تعداد دستگاه‌ها و نرخ داده‌ها هم رشد چشمگیری خواهند داشت. در نتیجه تعداد دستگاه‌ها می‌تواند به ده‌ها میلیارد برسد و براساس داده‌های VNI تا سال ۲۰۲۱ هر نفر۳/۵ دستگاه متصل به اینترنت خواهد داشت. یکی از دلایل آن ظهور برنامه‌های کاربردی جدید و ارتباطات بین اشخاص است [۲].

علاوه بر تقاضای قابل توجه برای ظرفیت بیشتر شبکه عوامل دیگری در 5G وجود دارد که قابل توجه است از جمله حرکت به سمت طیف موج میلیمتری (mm wave) که به طور بالقوه می‌تواند مخرب نیز باشد. همچنین روش‌های جدید تخصیص پهنای باند و مجازی سازی عمده در شبکه اصلی در حال انجام است که به تدریج از هسته به لبه شبکه گسترش می‌یابد و میلیاردها دستگاه را به اینترنت متصل می‌کند. همچنین سلول‌های نسل گذشته و جاری و استانداردهای Wi-Fi در هم ادغام می‌شوند تا در تمام سطوح سرعت بالا و تاخیر کم برای کاربران شبکه فراهم گردد.

در این مقاله به بررسی برخی از فناوری‌های 5G همچون الزامات فنی برای 5G تراکم بسیاربالا، تلفیق RAT چندگانه و پشتیبانی از تحرک خواهیم پرداخت.

۲.الزامات فنی برای 5G

موارد زیر در هر بعد کلیدی است، اما تاکید بر این است که نیازی به تامین تمامی آنها به بهترین شکل ممکن نیست، برای مثال برنامه‌های کاربردی شامل جریان‌های ویدیو که انفجار ترافیک را در پی دارند ممکن است تاخیر و قابلیت اطمینان کمتری داشته باشند ولی از طرف دیگر تاخیر و قابلیت اطمینان مثلا در برنامه‌های امنیتی یا ایمنی اتومبیل‌های بدون راننده قابل قبول نیست ولی نرخ داده پایین قابل تحمل است.

۲-۱. سرعت داده

در 5G دستگاه‌های متصل باید قابلیت پشتیبانی از انفجار ترافیک داده را داشته باشند. نرخ داده‌ها را با روش‌های مختلف می‌توان اندازه گیری کرد.ظرفیت منطقه به میزان کل داده ای که شبکه می‌تواند سرویس دهد در واحد bit/s در سطح است. از 5G انتظار می‌رود که این مقدار به هزار برابر نسبت به 4G افزایش یابد.

نرخ لبه بدترین نرخ داده‌ای است که کاربر ، زمانی که در محدوده شبکه است می‌تواند انتظار داشته باشد.

هدف ما در شبکه 5G، ۱۰۰ مگابیت در ثانیه است. حتی با پیشرفت‌های جدید در حوزه فناوری دستیابی به 100 Mbps برای ۹۵ درصد کاربران چالشی مهم است.

نرخ اوج (Peak Rate) بهترین نرخ داده‌ای است که کاربر می‌تواند انتظار داشته باشد. این نرخ در هر پیکربندی از شبکه به دست می‌آید که احتمالا ده‌ها گیگابیت در ثانیه است.

۲-۲. تاخیر

در حال حاضر میزان تأخیر در نسل چهارم به طور میانگین حدود ۱۵ میلی ثانیه است. ممکن است این میزان تأخیر برای بیشتر سرویس‌ها کافی باشد ولی در عملکرد بسیاری از سرویس‌ها از جمله بازی‌های مبتنی بر رایانش ابری، واقعیت‌های مجازی و سایر دستگاه‌ها و گجت‌های پوشیدنی در 5G تاثیر بدی دارد. بهترین جمع بندی در 5G، تأخیر در حدود یک میلی ثانیه مورد انتظار است.

۲-۳. انرژی و هزینه

هدف ما در 5G کاهش هزینه‌ها و انرژی است. از طرفی چون سرعت ما تا صد برابر افزایش می‌یابد در نتیجه انتظار این است که مصرف انرژی هم افزایش یابد. از آنجایی که هدف ما کاهش انرژی و هزینه است انرژی (ژول) مصرفی به ازای هر بیت باید حداقل ۱۰۰ برابر افت کند. عمدتا با ارائه راه حل‌های فناورانه به هدفی معقول خواهیم رسید. مثلا سلول‌های ما به جهت تراکم کوچکتر خواهند شد. پس باید این سلول‌ها ۱۰ تا ۱۰۰ برابر ارزان‌تر و با قدرت بیشتری نسبت به سلول‌های بزرگ‌تر باشند.

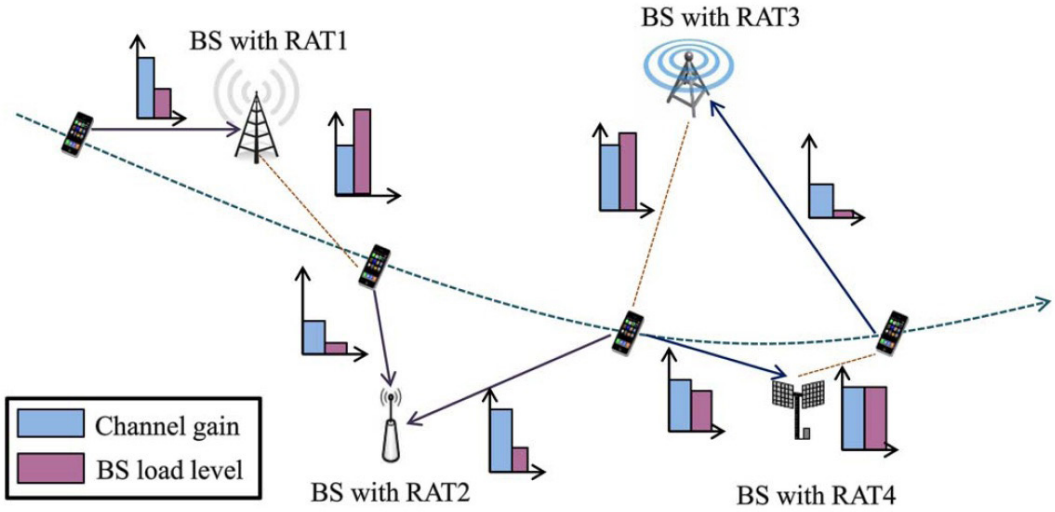
۳. فناوری‌های کلیدی برای به دست آوردن نرخ ۱۰۰۰ برابر

فناوری‌های کلیدی برای به دست آوردن ۱۰۰۰ برابر نرخ داده‌ها از الزامات مندرج در بخش ۲، قطعا یکی از مواردی است که بیشترین توجه را به خود جلب می‌کند و نیاز به نرخ‌های بالاتر داده در طول مدیریت دارد. نظر ما این است که ۱۰۰۰ برابر موردنیاز ، از طریق ترکیب سود در سه دسته زیر به دست می‌آید:

الف) تراکم و بارگیری شدید برای بهبود کارایی طیفی منطقه، که به طور متفاوتی گره‌های فعال تر در سطح هرتز دارد.

ب) افزایش پهنای باند، عمدتا با حرکت به سمت طیف امواج میلیمتری با استفاده بهتر از طیف بدون مجوز Wi-Fi در گروه ۵ گیگاهرتزی، در کل بیشتر از هرتز است.

ج) افزایش بهره وری طیفی، عمدتا از طریق پیشرفت در MIMO برای حمایت بیشتر (هرتز/ ثانیه/ بیت) در هر گره ترکیبی از گره‌های بیشتر در واحد سطح و هرتز است.



شکل (۱): اتصال کاربر دریک شبکه RAT چندگانه روی بسیاری از باندهای فرکانسی پیچیده است. دراین موضوع ساده،یک کاربرتلفن همراه به نوبه خود با BSهای مختلف بر اساس تبادل بین افزایش ظرفیت کانال BS و بار ترافیکی (بارگیری) اتصال برقرار می‌کند.

۳-۱.تراکم و تخلیه شدید

یک روش ساده اما بسیار موثر برای افزایش ظرفیت شبکه، کوچک کردن سلول‌هاست. این رویکرد در نسل‌های پیشین شبکه‌های سلولی هم نشان داده شده است[۳]. در اوایل دهه ۸۰ میلادی و نخستین نسل، اندازه سلول‌ها داشت به صدها کیلومتر مربع می‌رسید. از آن به بعد، این اندازه‌ها به تدریج کاهش یافت و در حال حاضر اغلب آنها به قطر یک کیلومتر در مناطق شهری هستند. برای مثال، در ژاپن فاصله بین BS (Base Station)ها می‌تواند به اندازه دویست متر باشد، در حالی که منطقه تحت پوشش یک دهم کیلومتر مربع است. شبکه‌ها به سرعت در حال تکامل اند؛ این تکامل شامل سلول‌های کوچک توخالی، مانند Picocellها (در محدوده زیر ۱۰۰ متر) و Femtocellها (در محدوده دامنه Wi-Fi) و نیز سیستم‌های آنتن توزیع شده اند که به طور کارا مشابه Picocellها از دیدگاه گنجایش و پوشش هستند، اما تمام پردازش خط پایه خود را در یک مکان مرکزی و به صورت اشتراک گذاری شناسه سلول (ID) انجام می‌دهند.

کاهش تعداد سلول‌ها دارای مزایای فراوانی است، مهم تر از آن استفاده مجدد از طیف در یک منطقه جغرافیایی و کاهش تعداد کاربران در رقابت برای منابع در هر BS است.برخلاف اعتقاد عموم، تا زمانی که مدل‌های power-law pathloss ضریب سیگنال به مداخله SIR(Signal-to-Interference Ratio) را حفظ می‌کند، به عنوان تضعیف شبکه محسوب می‌شود[۴].

بنابراین، در اصل سلول‌ها می‌توانند به طور نامحدود، بدون یک قربانی در SIR، تا زمانی که هر BS، یک کاربر تک (یا بیکار) را سرویس می‌دهد، به طور نامحدود، کوچک شوند. این به BS اجازه می‌دهد تا منابع خود را (همچون اتصال به Backhaul) به تعداد کمتری از کاربران اختصاص دهد.

با بالا رفتن شدت تراکم، برخی چالش‌ها به وجود می‌آید:

– صرفه‌جویی در تقسیم سلولی مورد انتظار در هر BS، به خصوص در گره‌های کم قدرت، با بارگذاری راحت تری انجام می‌شود.

– تعیین ارتباط مناسب بین کاربران و BS در سراسر فناوری RAT دستیابی رادیویی چندگانه RAT (Radio Access Technologies)، برای بهینه‌سازی نرخ لبه، ضروری است.

– پشتیبانی از تحرک (Mobility) از طریق چندین شبکه بسیار ناهمگن.

– افزایش هزینه‌های نصب، تعمیر و نگهداری و بازپرداخت

در ادامه به طور خلاصه درباره این چالش‌ها صحبت خواهیم کرد.

۳-۱-۱. تلفیق RAT چندگانه

در حالی که ما به سمت 5G حرکت می‌کنیم، شبکه‌ها به طور فزاینده ای ناهمگن می‌شوند. یک ویژگی کلیدی زیاد آن، این است که یکپارچگی بین RATهای مختلف را افزایش خواهد داد به طوری که یک دستگاه نوع 5G، قدرت پشتیبانی نه فقط استاندارد 5G جدید (مثلا در فرکانس‌های موج میلیمتری)، بلکه 3G و LTE 4G، انواع مختلفی از Wi-Fi و شاید ارتباط مستقیم دستگاه به دستگاه D2D (Device To Device) را، در سراسر بسیاری از باندهای طیفی زیاد داشته باشد.از این رو، تعیین اینکه کدام استانداردها و طیف و کدام (BS)ها یا کاربران برای ارتباط با آن استفاده شود، یک وظیفه واقعا پیچیده برای شبکه خواهد بود. (به شکل (۱) نگاه کنید)

تعیین توافق کاربر مطلوب، برای توابع عمومی، یک مشکل بهینه‌سازی ترکیبی است که بستگی به SINR از هر کاربر به BS، بار لحظه‌ای در هر BS، انتخاب دیگر کاربران در شبکه و احتمالا محدودیت‌های دیگر به عنوان الزام استفاده از همان BS و استانداردرا در هر دو uplink و Downlink دارد.

بنابراین، رویه‌های ساده ای باید تصویب شود که نمونه ای از آن در این موضوع خاص به نظر می‌رسد [۵]. استفاده از روش‌های ساده کلیدی عبارتند از: بایاس کردن (Biasing)و خالی کردن یا خاموش کردن (Blanking) ماکروسل بایاس کردن اشاره دارد به همکاری با یک سلول کوچک، حتی اگر آن SINR پایین تر از ماکروسل فراهم کند و برای هل دادن کاربران از ماکروسل لود شده شدید و بر روی سلول کوچک لود شده کوچک یا سبک، مفید است.

همه برنده هستند؛ کاربران باقی مانده از ماکروسل، بیشتر منابع را دریافت می‌کنند، در حالی که کاربران بایاس شده دارای بازده SINR/ طیفی پایین تر هستند، اما می‌توانند تعداد زیادی از بلوک‌های منابع را در سلول کوچک، به کار برند. در نهایت دستیابی به نرخ داده، بالاتر می‌شود. Blanking اشاره به خاموش کردن فرستنده‌های ماکروسل است برای کسری از زمان که ترجیحا برای کاربران بایاس شده سلول کوچک ، محصور در خدمت هستند.

تمامی اینها، SINRهای سلول‌های کوچک را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد، تا توجیه کند که حتی به طور واقعی، BSهای ماکروسل پر شده را خاموش می‌کند. در حالی که همچون مکانیسم برای کاربران بایاس شده، برای شنیدن کانال‌های کنترل مشترک است که در غیر این‌صورت به وسیله ماکروسل پوشیده شده است. حتی یک رویکرد ساده و به ظاهر غیر مستقیم مبتنی بر بایاسینگ (حدود ۱۰ تا ۲۰ زیاد، دسی بل، بسته به عوامل مختلف)، نسبت به سلول‌های کوچک و Blanking کردن حدود نیمی از انتقال‌های ماکروسل برای افزایش نرخ لبه تا ۵۰۰ %، نشان داده شده است [۶].

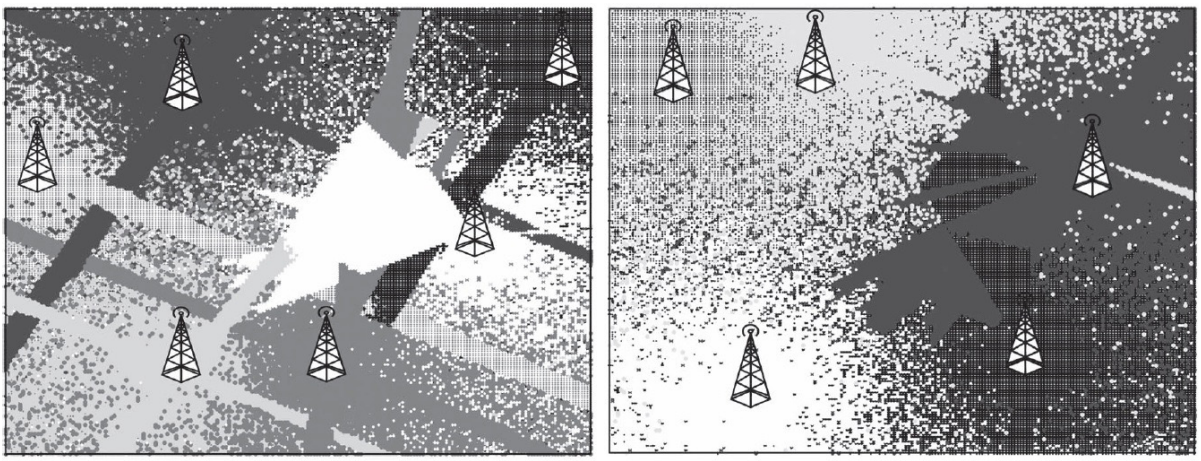
مشکل مشترک ، ارتباط کاربر و تخصیص منابع در شبکه‌های دوتایی ناهمگون (HetNets)، با تنظیم سازگاری از Biasing و Blanking در هر سلول درنظر گرفته شده است [۷]. یک مدل جالب از ترافیک Hotspot در [۸] و [۹]، درنظر گرفته شده است که در آن معیارهای مختلف شبکه، ارتباط سلولی بهینه، توسط نرخ سرعت بایاس نسبت به قدرت بایاس (یا SINR) مشخص شده است.

جالب است که این مدل‌ها را به سناریوهای عمومی تر گسترش خواهیم داد. یک مدل پویا از گسترش محدوده سلولی در [۱۰] درنظر گرفته شده است که ترافیک به عنوان یک فرآیند پوآسون مشخص می‌شودکه در آن زمان نرخ دریافت امکان‌پذیر برای یک سیاست برنامه ریزی در حال ثبات وجود دارد.

پیوند کاربر و توازن بار در شبکه‌های دوتایی ناهمگون با MIMO عظیم در BSها، در نظر گرفته شده است. مشکل تعیین ارتباطات بهینه، هنگامی که RATهای متعدد وجود دارد و در فرکانس‌های مختلف عمل کرده و از پروتکل‌های مختلف استفاده می‌کند، توجه زیادی را به خود جلب نکرده است.با این حال، یک رویکرد نظری بازی جذاب در [۱۱]، مشکل انتخاب RATهای گرفته شده است که در حال همگرایی با تئوری تعادل Nash و بهره‌وری Pareto از این تعادل‌ها، مورد مطالعه قرار گرفته است.

افزودن موج میلیمتری به تصویر، پیچیدگی‌های اضافی قابل توجهی را می‌افزاید، چرا که حتی مفهوم مرز سلولی در فرکانس‌های موج میلیمتری با توجه به تاثیر شدید از انسدادهاست که اغلب باعث می‌شود BSها در نزدیکی به طرف با فاصله بیشتر، که قفل شده‌اند، دور شوند (شکل ۲). در سمت مثبت، تداخل در موج میلیمتری، اهمیت بسیار کمتری داردو در نتیجه نیاز به خالی کردن، کاهش می‌یابد.

به طور خلاصه، محدوده وسیع زیادی برای مدل سازی، تجزیه و تحلیل و بهینه سازی مجموعه‌های کاربران BS، در 5G وجود دارد.



شکل(۲):محاسبه پیوند BS BSW بامکان‌های واقعی ساختمان.مناطق سایه داربه ارتباط با BS در آن قسمت متصل شده است.

۳-۱-۲. پشتیبانی از تحرک

واضح است که تداوم شبکه و افزایش ناهمگونی، چالش‌هایی را برای حمایت از تحرک ایجاد می‌کند. اگرچه سهم قابل توجهی از داده‌ها به کاربران داخلی منتقل و به اشتراک گذاشته می‌شود، حمایت از تحرک و اتصال، مسلما یکی از مهم ترین ویژگی‌های قابل بحث از شبکه‌های تلفن همراه نسبت به Wi-Fi است، زیرا مدل سازی و تجزیه و تحلیل اثر جابجایی در عملکرد شبکه، متفاوت و دشوار است. اما انتظار می‌رود تا راه حل‌های خاصی همچون LTE-REL، ارائه شود که در آن سلول‌های مجازی حاصل از کاربر می‌تواند برای تعریف سلول فیزیکی از یک منطقه وسیع‌تر، بدون نیاز به انتقال دستی، در ارتباط با هر BS یا زیر مجموعه BSها در آن منطقه، یا در موج میلیمتری (mm wave)، محدود کردن کاربران تلفن همراه به ماکروسل و فرکانس‌های ماکروویو، به کار رود، بنابراین آنها را مجبور به نرخ تحمل پایین‌تر می‌کند.

Hand off یا خاموش کردن‌ها به خصوص در فرکانس‌های موج میلیمتری به طور ویژه به چالش کشیده می‌شود، زیرا انتقال و دریافت طیف باید برای برقراری ارتباط، تراز شود.

در واقع، کل پارادایم یک Hand off، آغاز شده و در لایه ۳ شبکه توسط شبکه اصلی مدیریت می‌شود که احتمالا در 5G وجود ندارد، در عوض، Hand off ممکن است فرصتی برای تنظیم پرتو (mm wave) یا غیرقابل تشخیص از تداخل لایه مک/ فیزیکی PHY/MAC و روش‌های مدیریتی آن شود که به موجب آن، کاربران با BSهای مختلف هماهنگ شده و ارتباط برقرار می‌کنند، همان‌طور که در این موضوع ویژه به آن اشاره شده است.

٤.نتیجه‌گیری

در این دوره هیجان‌انگیز در صنعت مخابرات، تحقیقات در حوزه شبکه‌های بی‌سیم، در مقیاس بزرگی در جریان است. تحقیقات جدید مورد نیاز برای 5G در حال حاضر، موجب برانگیختن تفکر خلاق و احساس فوری و هیجانی در فناوری‌های نوین جدید، در جهان واقعی می‌شود.

حتی فقط دو سال پیش، یک سیستم سلولی mmwave، تصوری انتزاعی و فانتزی بود که در حال حاضر تقریباً به عنوان واقعیتی اجتناب‌ناپذیر، در نظر گرفته شده است.

همان‌طور که در این مقاله برجسته است، این یک مسیر طولانی برای شبکهٔ 5G و به واقع درهم گسیخته است. بسیاری از چالش‌های فنی، اجرایی و پیاده‌سازی در لایه‌ها و پروتکل‌های مربوط به آنها باقی مانده، و نیز بسیاری از تضادهای مقرراتی، سیاست‌ها و ملاحظات مجازی باید تدوین شوند

■

منابع:

[1] B. Clerckx, A. Lozano, S. Sesia, C. van Rensburg, and C. B. Papadias,
"3GPP LTE and LTE-Advanced," EURASIP J. Wireless Commun.Netw.,
vol. 2009, no. 1, p. 472 124, Sep. 2009.

[2] Cisco, Visual Networking Index, Feb. 2014, white paper at Cisco.com.

[3] M. Dohler, R. W. Heath, A. Lozano, C. B. Papadias, and R. A. Valenzuela,
"Is the PHY layer dead?" IEEE Commun. Mag., vol. 49, no. 4, pp. 159–165, Apr. 2011.

[4] H. S. Dhillon, R. K. Ganti, F. Baccelli, and J. G. Andrews, "Modeling
and analysis of K-tier downlink heterogeneous cellular networks," IEEE
J. Sel. Areas Commun., vol. 30, no. 3, pp. 550–560, Apr. 2012.

[5] K. Shen and W. Yu, "Distributed pricing-based user association for
downlink heterogeneous cellular networks," IEEE J. Sel. Areas Commun.,
vol. 32, no. 6, Jun. 2014.

[6] Q. Ye,M. Shalash, C. Caramanis, and J. G. Andrews, "On/off macrocells
and load balancing in heterogeneous cellular networks," in Proc. IEEE
GLOBECOM, Atlanta, GA, USA, 2013, pp. 3814–3819.

[7] D. Fooladivanda and C. Rosenberg, "Joint resource allocation and user
association for heterogeneous wireless cellular networks," IEEE Trans.
Commun., vol. 12, no. 1, pp. 248–257, Jan. 2013.

[8] A. Bedekar and R. Agrawal, "Optimal muting and load balancing for
eICIC," in Proc. Int. Symp. Modeling Optim. Mobile, Ad Hoc WiOpt,
May 2013, pp. 280–287.

[9] S. Borst, S. Hanly, and P. Whiting, "Optimal resource allocation in
HetNets," in Proc. IEEE Int. Conf. Commun., Jun. 2013, pp. 5437–5441.

[10] S. Hanly and P. Whiting, "On the capacity of HetNets," in Proc. ITA,
Feb. 2014, pp. 1–9.

[11] E. Aryafar, M.W. A. Keshavarz-Haddad, andM. Chiang, "RAT selection
games in HetNets," in Proc. IEEE INFOCOM, Apr. 2013, pp. 998–1006.

نگاهی بر سمینارهای آموزشی بهار ۱۳۹۷

روش مدیریت تاخیرات پروژه‌ها و ادعا

تاریخ برگزاری سمینار: ۹۷/۰۲/۱۶

ارائه دهنده: مریم رضاپور

پروژه‌ها در طی چرخه‌ی حیات خود تحت تأثیر عوامل متعددی هستند که می‌توانند موجب تغییر در مهم‌ترین معیارهای ارزیابی موفقیت یک پروژه، یعنی محدوده، زمان، هزینه و کیفیت شوند. بسته به توافق یا عدم توافق طرفین قرارداد، رسیدگی به رویداد حاصل از طریق مدیریت تغییر (توافق طرفین قرارداد روی موضوع تغییر) و مدیریت ادعا (عدم‌توافق طرفین قرارداد روی موضوع تغییر) انجام خواهد شد. در این سمینار، ضمن معرفی مبانی مدیریت تغییرات و مدیریت ادعا، مهم‌ترین عامل تغییر در پروژه‌ها، تغییرات زمانی نیز در قالب مدیریت تأخیر بررسی شده است.

بررسی ابزارهای تحلیل شبکه‌های اجتماعی

تاریخ برگزاری سمینار: ۹۷/۰۲/۰۲

ارائه دهنده: زهرا عندلیب

ابزارهای تحلیل رسانه‌های اجتماعی، شامل طیف گسترده‌ای از تکنیک‌هایی است که برای تشخیص دانش مفید از مجموعه داده‌های وسیع موجود در شبکه‌های اجتماعی استفاده می‌شوند. به همین منظور تعدادی از این ابزارها بررسی شده‌اند تا بتوان علاوه بر دستیابی به دید مناسب در مورد تحلیل رفتار کاربران فضای مجازی، با مفاهیم پایه در این حوزه نیز آشنا شد. این ابزارها از بین ابزارهای برتر در این زمینه انتخاب شده‌اند و ابزار SocialBakers به عنوان یکی از کامل‌ترین نمونه‌ها با جزئیات بیشتر توضیح داده شده است. لازم به ذکر است در این بررسی، شبکه‌های اجتماعی مدنظر هستند که عضویت در آن‌ها با حساب کاربری انجام می‌شود و صاحب پروفایل امکان ارسال پست در پلتفرم این شبکه‌های اجتماعی را داشته و می‌تواند بازخورد مخاطبان را دریافت کند.

معرفی سامانه میراث جام جم

تاریخ برگزاری سمینار: ۹۷/۰۲/۱۷

ارائه دهنده: سعید انبارلویی

در این سمینار به معرفی سامانه میراث جام‌جم، معرفی سامانه اتوماسیون جامع آرشیوهای سازمان با نام سامانه میراث جام‌جم، معرفی معماری rest ful API در سامانه میراث جام‌جم برای برقراری ارتباط با سایر سامانه‌های سازمان، معرفی سرویس‌های ارائه شده به حوزه معاونت فضای مجازی و بازار محتوا توسط سامانه میراث جام‌جم پرداخته شد.

زیرساخت کلید عمومی

تاریخ برگزاری سمینار: ۹۷/۰۲/۱۱

ارائه دهنده: شرکت پندار کوشک

در این سمینار در حوزه مفاهیم رمزنگاری نامتقارن و زیرساخت کلید عمومی و کاربردهای آن صحبت شد. همچنین در حوزه امضای دیجیتالی، روش‌ها و کاربردها و پایه‌های حقوقی و قانونی آن بررسی شده و در مورد مقایسه بین کاربردهای امضاء در دنیای الکترونیک به تفصیل صحبت شد. همچنین در این سمینار به ضرورت بکارگیری امکانات زیرساخت کلید عمومی در خدمات الکترونیک پرداخته شد و روش‌های فنی حقوقی پیاده‌سازی آن بیان شد.

سیستم های انتقال رادیویی گیگا بایتی

تاریخ برگزاری سمینار: ۹۷/۰۲/۲۳

ارائه دهنده: کیومرث پورنورعلی

لینک‌های موج میلیمتری و نوری می‌توانند اطلاعاتی با حجم 2.5Gbit به بالا را در فاصله کمتر از ۷ کیلومتر انتقال دهند که این موضوع در محیط‌های شهری به‌خصوص شهرهای بزرگ دنیا از جمله تهران، کاربرد روزافزونی دارد ارتباطات بین بانکی و نسل پنجم تلفن همراه 5G از آن جمله است). ضمناً از این لینک‌ها در مواردی مانند زلزله یا جنگ برای پهنای باند بالا و نصب سریع در بازسازی زیرساخت‌های مخابراتی استفاده می‌شود.

چرخه کاری اتوماسیون تلویزیونی شرکت آپاسای

تاریخ برگزاری سمینار: ۹۷/۰۲/۲۵

ارائه دهنده: شرکت آپاسای داده سیستم

در این سمینار ابتدا تاریخچه‌ای از فعالیت‌های شرکت آپاسای و همچنین پروژه‌های فعلی و آتی شرکت ارائه شد و سپس Trendهای روز دنیا در زمینه اتوماسیون‌های صدا و تصویر از جمله استفاده از یادگیری‌های هوش مصنوعی در عملیات مربوط به متادیتا، رعایت استاندارد FIMS مبتنی بر SOA در ارائه سرویس‌ها، اتمیزه کردن ماژول‌ها و توابع سیستمی و ... معرفی شد. در ادامه نسخه‌ای نمایشی از اتوماسیون شرکت با تاکید بر ماژول‌های جدید از جمله ماژول پلی‌اوت چند کاناله تحت وب و نسخه جدید کنداکتورهای پخش و تامین ارائه شد.

تحلیل رویدادها و رخدادهای امنیتی از طریق Splunk SIEM و استفاده از روش‌های Machine Learning

تاریخ برگزاری سمینار: ۹۷/۰۱/۲۸

ارائه دهنده: شرکت پایه‌ریزان فناوری هوشمند

از زمان تاسیس تا کنون، اسپلانک شرکت‌های کوچک و استارآپ‌های بسیاری را خریداری و به مجموعه خود الحاق کرده است که این امر روز به روز اسپلانک را جامع‌تر و قدرتمند ساخته است. محصول اصلی تولیدی این شرکت با نام Splunk Enterprise شناخته می‌شود و تمامی محصولات دیگر این شرکت، مکمل و زیر مجموعه آن است. این محصول هسته هوشمند و قدرتمند شرکت اسپلانک برای Big Data و SIEM است که با نصب و افزودن چند صدافزونه رایگان و مختلف موجود، بسیار کارآمدتر و کاربردی‌تر می‌شود. این نرم افزار را می‌توان مشابه موتور جستجوی Google برای LogFileهای تولیدی در یک شبکه از تجهیزات رایانه‌ای و الکترونیکی دانست که هیچ‌گونه وابستگی به نوع و فرمت این Logها وجود ندارد و صرف متنی بودن آنها کفایت می‌کند تا بتوان آنها را به Splunk Enterprise وارد کرد.

معرفی ذخیره سازهای Infotrend

تاریخ برگزاری سمینار: ۹۷/۰۲/۱۸

ارائه دهنده: شرکت ساعت

شرکت اینفورترند در سال ۱۹۹۳ در حوزه تخصصی Raid Controllerها در کشور تایوان تاسیس شد و به تدریج در زمینه NAS Storage و SAN Storage گسترش پیدا کرد و از معدود کمپانی‌های تایوانی هست که در تمام بخش‌ها توسط خود شرکت طراحی و ساخته می‌شود. همچنین در سال ۲۰۱۵ به نمودار گارتنر اضافه شد و برنده جوایز متعددی در بخش استوریج شده است.

بررسی فناوری های نوین در شبکه LTE

تاریخ برگزاری سمینار: ۹۷/۰۲/۰۴

ارائه دهندگان: مریم مصطفی نظری، وحید یوسفی، آرمین محمدجانی

از ملزومات ارائه‌دهنده‌های محتوا، تحویل محتوای مورد درخواست کاربران با تضمین QoS و QoE است. شبکه‌های LTE برآورده کننده هدف مذکور هستند. به منظور پشتیبانی از تنوع فناوری در این زمینه نیاز به SDR است. معماری ارتباطات داخلی و متحد CDNها در معماری شبکه‌های LTE با هدف تحقق تضمین QoS مهمترین مسئله چالش برانگیز در دستیابی به این هدف است. سرویس LTE broadcast در این بستر پخش محتوا برای کاربران بی‌شمار را فراهم می‌کند.

هوش تجاری و تاثیر آن بر رسانه

تاریخ برگزاری سمینار: ۹۷/۰۲/۰۹

ارائه دهندگان: غلامحسن کشاورز افشاری، حامد احمدی

با توجه به رشد سازمان‌ها و افزایش پیچیدگی محیط رقابتی و همچنین توقعات و امکانات تعاملی مخاطبان، سازمان‌ها و خصوصا برودکسترها نیازمند تحلیل به هنگام و دقیق و همه جانبه محیط داخلی و خارجی خود و خصوصا رفتار مخاطبان هستند. این سمینار مجموعه‌ای شامل ابزارها، زیرساخت‌ها، برنامه‌های کاربردی و عملیاتی در قالب سامانه هوش تجاری، دسترسی و تحلیل اطلاعات برای ارتقاء و بهینه‌سازی تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و ارائه گزارش‌ها و داشبوردها برای سطوح مختلف تصمیم گیری را ارائه می‌کند. با توجه به ماهیت کار رسانه‌ها استقرار سامانه هوش تجاری در این کسب و کار تاثیرات بسیار مهمی بر بهبود عملکرد و تعامل با مخاطبان و رقبا دارد.

جدول تخصصی ۸۰

طراح: مهدی علی‌آبادی

جدول ، برگرفته از نشریه موج ، شماره ۷۹ است. همکاران محترم سازمان، بدون توجه به عنوان شغلی و محل خدمتشان، می توانند در این مسابقه شرکت کنند.

روش شرکت در مسابقه :

۱. نشریه موج شماره قبل (شماره ۷۹) را به دقت مطالعه کنید.

۲. پاسخ های درست را در جدول قرار دهید.

۳. با وصل کردن حروف خانه های مشخص شده در جدول، رمز ۱۳ حرفی را به دست آورید.

٤. پاسخ مسابقه (جدول و رمز آن) را حداکثر تا یک ماه پس از دریافت نشریه، همراه شماره تلفن ، شماره کارمندی و نشانی محل خدمت خود به دفتر نشریه ارسال کنید.

به دو نفر از کسانی که پاسخ درست داده باشند به قید قرعه جوایزی اهدا خواهد شد.

سؤال (۱) : در مبحث پسیو اینترمدولاسیون در آنتن ها، پسیو اینترمدولاسیون (PIM) وقتی پدید می آید که دو یا چند کریر یا سیگنال RF در کنار هم از یک سیستم و یا دستگاه پسیو ..... عبور کنند.

سؤال (۲) : نام یک اپراتور ماهواره ای با بیش از ۴۰ سال تجربه در ارتباطات ماهواره ای و ۳۹ ماهواره در پوشش جهانی که نقشی کلیدی در صنعت فضایی جهان به عهده دارد. این اپراتور با بیش از ۶۰۳۰ کانال ماهواره و ۱۱۴۰ کانال HD ، حدود یک میلیارد بیننده را در جهان پوشش می دهد.

سؤال (۳) : به حجم زیادی از داده ها اطلاق می شود که پردازش آنها به وسیله ی پایگاه داده های سنتی و ابزارهای پردازش و تحلیل سنتی امکان پذیر نیست و ارزش بالقوه نهفته در آن آنقدر بالاست که در دهه ی آتی می توان آن را به مثابه چاه جدید نفتی کشف شده دانست.

سؤال (٤) : در مبحث راهکارهای امنیت سیگنال رسانی با نگاه پدافند غیرعامل سازمان صدا و سیما، یکی از سطح بندی های اقدامات پدافند غیرعامل است.

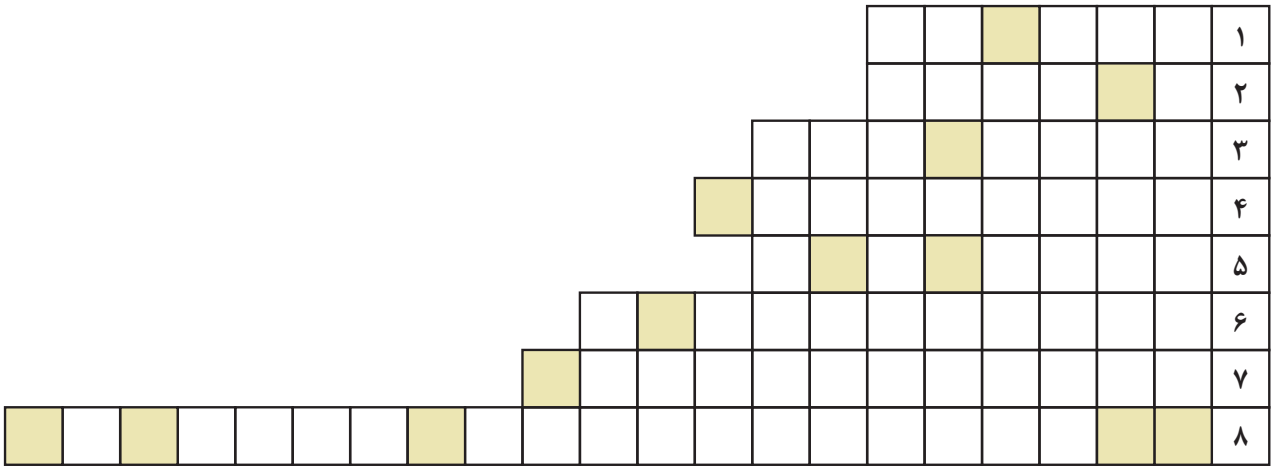
سؤال (۵) : ماهواره های نسل سوم، ماهواره های مبتنی بر ..... هستند که از طریق کاربر ، قابل پیکربندی هستند. هر چند ساخت چنین ماهواره ای با ساختارهای متداول به علت وزن زیاد و پیچیدگی مدارات غیرممکن است اما در سال های اخیر ، ابتکار به کارگیری مدارات مایکروویو فوتونیک در ماهواره، ساخت این نسل از ماهواره ها را ممکن ساخته است.

سؤال (٦) : در دهه اخیر ، با شتاب روز افزون توسعه فناوری ، در حال گذار از عصر فناوری اطلاعات به این عصر هستیم که در برخی موارد از آن با عنوان "انقلاب صنعتی چهارم" یاد می شود.

این تغییر بسیاری از مفاهیم کلیدی در حوزه‌های اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی ، امنیت و حریم خصوصی را دگرگون می سازد.

سؤال (۷) : معماری سبز یا معماری ..... تعاملی معنادار بین محیط و انسان به شمار می رود که با توجه به فواید و مزایای آن ، نیازمند توجه و گسترش است.

سؤال (۸) : شعار چهاردهمین اجلاس سراسری فناوری رسانه


۱
۲
۳
۴
۵
۶
۷
۸

پرسش و پاسخ HD

شماره ۳۵

طراح: مهدی علی‌آبادی

تجربه نشان داده است که روش پرسش و پاسخ، چه به صورت تشریحی، چه به صورت چهارگزینه‌ای، روش خوبی برای آموزش فناوری است.

در این مجموعه سؤال، هدف ، خودآموزی سیستم **HD** مبتنی بر بهره گیری از روش پرسش و پاسخ است.

مرجع پرسش و پاسخ این شماره ، فصلنامه موج ، سال شانزدهم ، شماره ٦٦ و ٦٧ ویژه نامه پاییز و زمستان ۹۳ است .

برای دسترسی به مرجع سؤالات می‌توانید به سایت نشریه به نشانی **Prtech.irib.ir** مراجعه فرمایید.

به دو نفر از کسانی که پاسخ درست داده باشند؛ به قید قرعه جوایزی اهدا می شود.

۱. کدام شبکه انتقال در تقسیم‌بندی شبکه‌های مبتنی بر راه گزینه‌ای بسته‌ای (Packet Switching Network) قرار می‌گیرد؟

الف) ارتباط تلفنی، مالتی پلکس با تسهیم زمانی (TDM)

ب) تسهیم فرکانسی، (FDM) یا طول موجی (WDM)

ج) سلسله مراتب دیجیتال شبه همزمان (PDH) یا سلسله مراتب دیجیتال همزمان (SDH)

د) همه ی موارد

۲. در مبحث سیگنال رسانی HD ، کدام گزینه درست است؟

الف) در صورتی که سیگنال محتوا جزء سیگنال های PDH نباشد، ابتدا بایستی به وسیله ی سیستم تطبیق گر شبکه به سیگنال PHD تبدیل شود و سپس توسط سیستم PHD مالتی پلکس شود.

ب) سیگنال‌های ایجاد شده براساس SDH تحت

استاندارد اروپایی عبارتند از: E1(2Mbps)، E3(34Mbps) و E4(140Mbps)

ج) سیگنال‌های ایجاد شده براساس PDH عبارتند از :

STM – 0 (52Mbit/s)

STM – 1 (155.5 Mbit/s)

STM – 4 (622.08 Mbit/s)

STM – 16 (2.48 Gbit/s)

د) شبکه‌های راه‌گزینی بسته‌ای قابلیت ویژه‌ای برای انتقال محتوا دارند و هیچ‌گونه محدودیتی برای آن در بخش‌های مرکزی شبکه‌ها وجود ندارد و نیازی به استفاده از راه‌گزینی مداری در بخش‌های مرکزی شبکه ها نیست.

۳. در سیگنال رسانی زمینی، پروتکل انتخابی سازمان صدا و سیما به منظور انتقال صدا، تصویر و دیتا DTM (Dynamic Synchronous Transfer Mode) است. تحت این پروتکل ، ابتدا محتوا تبدیل به بسته هایی با نرخ بیت ۵۱۲ کیلو بیت بر ثانیه می شود، سپس طبق موازین استاندارد، قابل قرارگیری در فریم های ..... است.

الف) SDH ب) PHD ج) Ethernet د) همه ی موارد

٤. کدام گزینه جزء ویژگی های سیستم مبتنی بر DTM (Dynamic Synchronous Transfer Mode) است؟

الف) سیستم DTM، ترکیب کننده‌ی مزایای طرح های همزمان و غیرهمزمان دسترسی به رسانه است.

ب) سیستم DTM، دارای واسط های Access مختلف برای سرویس‌های Ethernet و AES/EBU و DVB – ASI,HD/SD- SDI و STM-1 و E1 است.

ج) سیستم DTM، دارای واسطهای Trunk مختلف STM-16 و STM-64 و GBE و 10GBE و STM-4 و STM-1 و DS3/E3 است.

د) همه‌ی موارد

۵. در مبحث سیگنال رسانی HD ، کدام گزینه در خصوص سیستم مبتنی بر DTM درست است؟

الف) دارای قابلیت Multicast سرویس‌ها به نقاط مختلف است.

ب) قابل اعمال به شبکه‌های نوری CWDM (corse WDM) و WDM است.

ج) قابل اعمال به شبکه‌های نوری DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) است.

د) همه‌ی موارد

مسئله شماره ۳۰

ثابت کنید که سطح یک مثلث غیر مشخص و غیر متساوی الاضلاع را می‌توان به‌طور کامل و با دو مثلث متشابه با آن و کوچک‌تر از آن پوشاند. (این پوشش لزوماً قالب مثلث نخواهد بود).

طراح: محمد علیپور

پاسخ مسئله شماره ۲۹

مسئله به محاسبه نیاز ندارد. واضح است که هر میزان چای از فنجان کم شود به همان اندازه شیر به آن اضافه می‌شود. پس همیشه مقدار چای در فنجان شیر، به همان اندازه مقدار شیر در فنجان چای است و این امر هیچ‌گونه بستگی به تعداد جابه‌جا کردن یا نوع به هم زدن ندارد.

برندگان مسئله شماره ۲۹
محمدرضا پاکی، مرکز اصفهان
مهدی علی‌آبادی، اداره کل فرستنده‌های تلویزیونی و رادیویی افام

رمز جدول تخصصی ۷۹
حوزه هوش مصنوعی

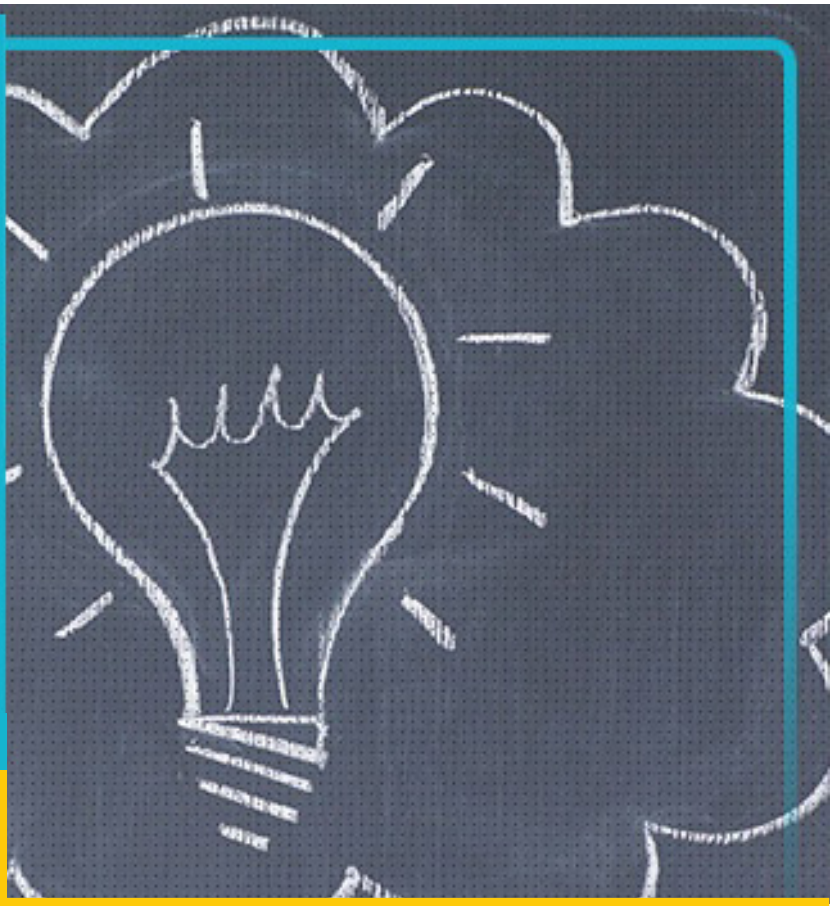
۱	م	ح	ت	و	ا				
۲	ا	ر	ا	ی	هـ	ف	ا	ز	ی
۳	هـ	س	ت	هـ	ا	ی			
۴	هـ	و	ش	م	ص	ن	و	ع	ی
۵	ش	ب	ک	هـ	ت	ص	ا	د	ف	ی
۶	ک	م	هـ	ز	ی	ن	هـ	ب	و	د	ن
۷	ت	ع	ا	م	ل	ی	ب	و	د	ن	

برندگان جدول

مریم مرشدی، اداره کل ارتباطات فناوری فضایی و ماهواره‌ای

محمدرضا محمدی فتیده، مرکز گیلان

پاسخ مسابقه شماره: ۳۴



توضیح : منظور از فصلنامه ، فصلنامه موج ، سال شانزدهم ، شماره ۶۶ و ۶۷ ویژه نامه پاییز و زمستان ۹۳ است.

پاسخ سؤال (۱) الف

در شبکه توزیع، سیگنال فشرده‌سازی می‌گردد. در شبکه انتقال بین مراکز تولید جابه‌جا می‌شود. به صفحه‌ی ۲۵ "فصلنامه" مراجعه شود.

پاسخ سؤال (۲) (الف)

در حوزه‌ی انتشار، فقط با یک نوع و یک سطح از کیفیت مواجه هستیم.
به صفحه‌ی ۲۵ " فصلنامه" مراجعه شود.

پاسخ سؤال (۳) (ب)

به صفحه‌ی ۲۶ "فصلنامه" مراجعه شود.

پاسخ سؤال (٤) (ج)

به صفحه‌ی ۳۲ "فصلنامه" مراجعه شود.

پاسخ سؤال (۵) (د)

به صفحات ۳۰ تا ۳۳ "فصلنامه" مراجعه شود.

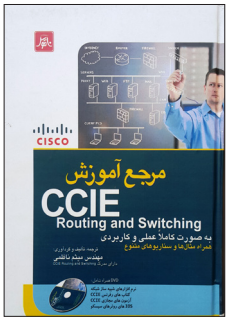
برندگان مسابقه ۳۴

سجاد کرمی‌زاده‌زواره، مرکز اصفهان

سید جواد حسینی، مرکز اراک

مرجع آموزش CCIE Routing and Switching به صورت کاملا عملی و کاربردی همراه با مثال ها و سناریوهای متنوع

پدیدآورنده	میثم ناظمی
موضوع	آموزش و استاندارد CCIE
مشخصات ظاهری	۱۳۸۲ص.: مصور، جدول
ناشر	ناقوس، ۱۳۹۶



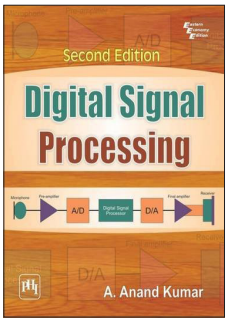
CCIE بالاترین مدرک شبکه شرکت سیسکو است که با توجه به مقبولیت آن در تمامی کشورها و اعتبار و ارزش آن در بین مدارک مربوط به شبکه به شما این امکان را می‌دهد که در حرفه خود ارتقای زیادی پیدا کنید. طبق آخرین آمار از مجله Forbes و موسسه بین‌المللی Global Knowledge حدود ۲۹۰۰۰ نفر در سراسر جهان این مدرک را از شرکت سیسکو دریافت کرده‌اند.

این کتاب شامل مفاهیم تئوری و عملی لازم برای کار در زمینه بالاترین مدرک و سطح دوره های شبکه شرکت سیسکو در گرایش Routing و Switching است و شامل سرفصل‌های دوره CCIE و مروری کامل به سرفصل‌های دوره‌های CCNP Route و CCNP Switch است.

بنابراین، مطالعه این کتاب در کنار کتاب‌های رسمی شرکت سیسکو نظیر CCIE Routing and Switching Certification Guide 4th ed. به علاقه‌مندان این حوزه پیشنهاد می‌شود و نویسنده با ذکر سناریوها و مثال های واضح از مفاهیم و سرفصل‌های کلیدی، تا حد ممکن به درک بهتر مخاطبین و افرادی که قصد گذراندن این دوره را دارند کمک کرده است. مفاهیم، فصول و سرفصل های کتاب بر اساس سرفصل های Blueprint همراه با پیوستگی و انسجام مطالب برای آزمون CCIE مرتب و چینش شده است. این کتاب در شانزده فصل به همراه ضمائم و معرفی منابع ارزشمند در دسترس علاقه‌مندان و مهندسین این حوزه قرار گرفته است.

Digital Signal Processing

پدیدآورنده	Kumar A. Anand
موضوع	Signal processing -- Digital techniques
مشخصات ظاهری	xxii, 984 pages; 24 cm
ناشر	Prentice-Hall of India, 2015



سیگنال ها بخش مهمی از زندگی روزانه ما را تشکیل می دهند و به طور کلی هر چیزی که حامل اطلاعات باشد سیگنال نامیده می شود. سیگنال به عنوان یک کمیت فیزیکی متغیر با زمان، مکان یا هر متغیر مستقل دیگر نیز تعریف شده و ممکن است در حوزه زمان یا حوزه فرکانس نمایش داده شود.

کتاب حاضر که حاصل سی و هشت سال تجربه تدریس آقای آناند کومار است مبانی درس پردازش سیگنال دیجیتال را به طور ساده و روان توضیح داده است. وجود تعداد زیادی مثال پس از طرح هر بخش از مطالب فصل به درک بهتر دانشجو کمک زیادی کرده و آن را به صورت یک خودآموز در آورده است.

کتاب در یازده فصل تنظیم شده که رئوس مهم این کتاب ارزشمند بدین شرح است: انواع مختلف سیگنال ها و سیستم های زمان گسسته به همراه دسته بندی و عملیات مختلف روی آنها، تشریح دو ابزار مهم ریاضی کوریلیشن و کانولوشن، روش های مختلف پیاده‌سازی سیستم‌های زمان گسسته، تبدیل فوریه زمان گسسته (DTFT)، سیستم‌های چند نرخی و ریزپردازنده های تخصصی برای اجرای الگوریتم های پردازش سیگنال که با نام پردازشگرهای سیگنال دیجیتال قابل برنامه ریزی (P-DSP) شناخته می شوند.

این منبع می تواند به عنوان مرجعی برای درس پردازش سیگنال دیجیتال برای دانشجویان مختلف مهندسی برق در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد مورد استفاده قرار گیرد.

مخاطبان گرامی، لطفاً در مورد هر یک از مطالب این شماره *فصلنامه موج* نظر و پیشنهاد خود را با ما در میان بگذارید.

پست الکترونیکی: mouj@irib.ir

سایت معاونت توسعه و فناوری رسانه: tech.irib.ir/mouj

پیام‌رسان سروش فناوری رسانه: @cafe_titr

تلفن: ۲۲۱۶۵۷۳۰ / **پیامک:** ۰۹۱۰۸۹۲۰۶۲۲

صداوسیمای جمهوری اسلامی ایران
معاونت توسعه و فناوری رسانه

فراخوان مقاله

توانمندی ایرانی رسانه جهانی

آبان ماه ۱۳۹۷

پانزدهمین اجلاس سراسری فناوری رسانه

15th Iran Media Technology Exhibition & Conference

محور اول

- فناوری تولید محتوا و سرویس های محتوا محور
- زیرساخت های نوین توزیع و انتشار محتوا
- کاربرد های هوش مصنوعی در صنعت رسانه
- مراکز داده و زیر ساخت های ابری امن
- معماری رسانه های آینده

محور دوم

- رادیو و تلویزیون دیجیتال: پخش زمینی،ماهواره ای و زیرساخت های مبتنی بر باند وسیع
- 5G: کاربرد ها و کارکردهای رسانه
- تبلیغات هدفمند در صنعت برودکست (TA)
- تلویزیون ترکیبی باند وسیع و برودکست (HbbTv)
- رسانه اجتماعی در صنعت رسانه
- تولید، توزیع و انتشار محتوای UHD
- ابزارهای تحلیل مخاطب و محتوا
- کیفیت سرویس (QoS) و کیفیت تجربه کاربری (QoE)
- اینترنت اشیاء: کاربردها و کارکردهای رسانه ای
- تولید، توزیع و انتشار صدای نسل بعد (NGA)
- تولید و مدیریت دارایی های محتوایی در فضای ابری

کمیته علمی اجلاس:

دکتر رضا علیدادی
پروفسور محمد قنبری
دکتر حسین صامتی
دکتر محمدمهدی همایون پور
دکتر مهدی اخائی
دکترفرخ حجت کاشانی
دکتر علی اصغر بهنام‌نیا
دکتر احسان کیان خواه
دکتر حسین اسدی
دکتر محمد عسگری
دکتر حمید بهروزی
دکتر حسن زارعیان
دکتر راحیل مهدیان
دکتر محمد شریف خانی
مهندس محمدفهمی حشیانی

مهلت ارسال مقالات: ۲۵ مهرماه ۱۳۹۷

جهت کسب اطلاعات بیشتر، ارسال و پیگیری مقالات به سایت اجلاس مراجعه نمایید.
Fani.irib.ir

به مقالات پذیرفته شده گواهینامه رسمی اعطا شده و این مقالات در کتابچه مقالات اجلاس و فصلنامه علمی، تخصصی موج سازمان صداوسیما چاپ خواهند شد.

دبیرخانه

تلفن: ۰۲۱-۲۲۱۶۵۶۶۶ دورنگار: ۰۲۱-۲۲۱۶۵۶۰۱ پست الکترونیکی: Fani@irib.ir کدپستی: ۱۹۵۴۷۳۴۳۸۳

آدرس: تهران، خیابان ولیعصر(عج)، سازمان صدا و سیما، ساختمان شماره یک معاونت توسعه وفناوری رسانه، طبقه سوم، مرکز فناوری فضای مجازی

وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات
پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات (مرکز تحقیقات مخابرات ایران) ITRC

Asia-Pacific Broadcasting Union

محورهای طرح ها و ایده ها:

- مدل کسب وکار رسانه های آینده
- بهینه سازی فرایندها، چرخه های کاری، مصرف انرژی و ...
- کاربردهای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در صنعت رسانه
- صداوتصویر: افزایش کیفیت، پردازش و فناوری های نوین
- انتقال، انتشار و پایش سیگنال صداوتصویر
- امنیت: زیرساخت ها، فضای مجازی و حقوق انتشار محتوا
- ارائه خدمات ارزش افزوده در رسانه های تعاملی
- کاربردهای فناوری اطلاعات در صنعت رسانه

(IoT ، کلان داده، خدمات ابری، پردازش بلادرنگ،شبکه های گسترده و ...)

طرحها و ایده های خلاقانه می بایست کاربردی در حوزه های ذیل باشد:

- **استودیویی**
  صدا وتصویر، آرشیو، اتوماسیون، تجهیزات نوری و حرکتی
- **سیگنال رسانی**
  ارتباطات زمینی و ماهواره ای
- **رسانه‌های نوین**
  IPTV. OTT. CDN، شبکه های اجتماعی
- **فرستنده‌های رادیویی و تلویزیونی**
  رادیو و تلویزیون دیجیتال، طراحی شبکه، توسعه و نگهداری
- **سامانه‌های مانیتورینگ**
  مانیتورینگ جامع دیداری و شنیداری سیگنال ها و سیستم ها
- **فناوری اطلاعات و ارتباطات**
  نرم افزارهای کاربردی، مراکز داده، زیرساخت فضای سایبر
- **مدیریت و برنامه ریزی**
  کنترل پروژه، ساختار سازمانی، سامانه های اطلاعاتی، مدیریت منابع انسانی، برنامه ریزی استراتژیک
- **تأسیسات**
  مصرف انرژی، نگهداری و تعمیرات، تجهیزات حرارتی و برودتی، برق اضطراری

جهت کسب اطلاعات بیشتر به سایت اجلاس مراجعه نمایید.

Fani.irib.ir

مهلت ارسال طرح ها و ایده های خلاقانه: ۱۳۹۷/۰۶/۰۱

تلفن دبیرخانه : ۰۲۱-۲۲۱۶۴۱۸۹ دورنگار: ۰۲۱-۲۲۱۶۴۱۸۱ پست الکترونیکی: Fani@irib.ir **وب سایت:** Fani.irib.ir

آدرس: تهران، خیابان ولیعصر(عج)، سازمان صدا و سیما، ساختمان مرکزی، طبقه همکف شرقی، صندوق پستی: ۳۸۹۵-۱۹۳۹۵

اولین گردهمایی نمایندگان اداره کل نظارت و ارزیابی فنی در مراکز استانها

تهران ۲۴ و ۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۷

MOU

NO. 80 - SPRING 2018
IRIB DEPUTY OF MEDIA TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT
QUARTERLY MAGAZINE