

تولید نرم افزار مدیریت طیف فرکانسی و واگذاری بهینه فرکانس شبکه های بیسیم متعارفی باند V/UHF

بیان مسئله

با توجه به حساسیت شبکه های رادیویی ناجا و نقش حیاتی این شبکه ها در تامین نظم و امنیت کشور و همچنین محدودیت منابع فرکانسی اختصاص یافته به ناجا بایستی این منابع فرکانسی با حداکثر بهره وری واگذار و در عین حال از هرگونه تداخل احتمالی پیشگیری به عمل آید. از طرفی با توجه به اینکه منابع فرکانس ناجا از نظر کمی و در مقایسه با دیگران قابل توجه است اما در شهرهای بزرگ به شدت با کمبود فرکانس مواجه هستیم که نه تنها امکان افزایش شبکه ها و ایجاد سیستمهای جدید وجود ندارد، بلکه الگوهای ارتباطات سازمانی مصوب و مورد نیاز نیز به طور کامل تحقق نیافته است و با توجه به اینکه در شرایط فعلی اختصاص فرکانس برای شبکه های بیسیم متعارفی، ذخیره نمودن فرکانسهای واگذاری، بروزرسانی، گزارشگیری و مدیریت دیتابیس فرکانسی ناجا پس از واگذاری فرکانس، مرتبا به شیوه دستی و در دوره های زمانی مشخص انجام می شود، این فرایند، بسیار وقتگیر، انرژی بر و مشکل بوده و با توجه به حجم بسیار بالای شبکه های موجود در ناجا پیچیدگی کار را مضاعف نموده است. در حال حاضر حدودا تعداد ۱۷۰۰ فقره فرکانس در باند V/UHF و در باند فرکانسی ۳۹-۴۲ مگاهرتز (VHF-LB) ۱۳۷-۱۷۴ مگاهرتز (VHF-HB) و باند فرکانسی ۳۸۵-۴۲۵ مگاهرتز (UHF) در ناجا موجود است که با احتساب میزان تکرار فرکانسها در شبکه های موجود و فرکانسهایی که بهره برداری نشده اند حدودا ۴۰۰۰ شبکه فعال در سراسر کشور وجود دارد. ضمنا با توجه به تجهیزات موجود در ناجا، فاصله کانالی تجهیزات رادیویی در ناجا بین ۲۵ و ۱۲.۵ کیلوهرتز قابل برنامه ریزی می باشد. با این وجود به منظور تامین فرکانس مورد نیاز هر فقره فرکانس در کل کشور چندین بار تکرار شده است و هر فقره فرکانس بخصوص در باند VHF حدودا ۵ مرتبه در کشور تکرار شده است که در حال حاضر با توجه به نیاز روزافزون یگانهای عملیاتی به شبکه های جدید، به شدت با کمبود منابع فرکانسی بخصوص در باند VHF مواجه و پس از گذشت سالها نیاز به نرم افزاری که بتواند به صورت خودکار فرایند تخصیص فرکانس را به صورت بهینه و با رعایت استاندارد های علمی در جهت رفع نیازمندیهای پوششی کاربران و در عین حال پرهیز از پوشش بی مورد و استفاده مکرر از فرکانس انجام دهد، به شدت احساس

می شود ضمناً این نرم افزار می تواند علاوه بر افزایش بهره وری از طیف فرکانسی در ناجا و رعایت استانداردهای مدیریت طیف فرکانسی، از صرف هزینه و وقت در این زمینه جلوگیری بعمل آورد. ضمناً طی بررسی های اولیه انجام شده نرم افزارهای مشابهی از طرف سازمانهای مرجع مانند ITU در این زمینه وجود دارد که جدول مشخصات بعضی از آنها به پیوست موجود می باشد.

بیان اهمیت و ضرورت پروژه

با تغییر سطح فناوری و ایجاد امکان ساخت و استفاده از بی سیم در فرکانس های بالاتر و نیاز متفاوت انواع سامانه های دیجیتالی، سلولار و پهن باند، کارائی و تناسب منابع فرکانسی موجود ناجا برای نیازهای امروز و آینده ی نزدیک زیر سؤال رفته است و به نظر می رسد نیاز به بازنگری در توزیع فرکانس در باندها و مقررات فرکانسی و همچنین آموزه ها، روشها و دستورالعملهای سازمانی وجود داشته باشد. موارد فوق نشانه هائی است از ضعف بهره وری در استفاده از منابع فرکانس که این پروژه در پی بررسی، اثبات و تلاش برای رفع آن و ارائه به آموزه ها و ضرورت های نوین در مدیریت استاندارد فرکانس، طرح ریزی سناریوی عملیاتی مربوط به این کار، بررسی نیازها و پیشنهاد یک نرم افزار مدیریت طیف فرکانسی به عنوان ابزار مدیریت فرکانسهای ناجا مطرح گردیده است. همچنین با توجه به حساسیت و اهمیت شبکه های ناجا و همچنین محدودیت باندهای فرکانسی واگذار شده به ناجا از منابع بالادستی (ستاد کل ن.م و سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی) و افزایش روز افزون یگانهای عملیاتی، شبکه های مورد نیاز یگانهای عملیاتی در ناجا بایستی حداکثر میزان بهره برداری از باندهای فرکانسی موجود صورت گیرد تا کمبود منابع فرکانسی موجود جبران شده و از طرفی با توجه به اینکه فرایند واگذاری فرکانس در حال حاضر به صورت دستی و انسانی انجام می گیرد ممکن است به بهره برداری حداکثری از طیف فرکانس منجر نگردد و همچنین احتمال وجود خطای انسانی وجود داشته که در نتیجه باعث بروز تداخل در شبکه ها می گردد. با تولید نرم افزار مذکور علاوه بر رعایت استانداردها، جلوگیری از بروز خطای انسانی، راندمان بهره برداری از طیف فرکانسی نیز افزایش و از بروز تداخلات فرکانسی اجتناب خواهد شد

اهداف کلی

- ۱- تولید نرم افزار مدیریت طیف فرکانسی و تخصیص بهینه فرکانس.
- ۲- آشنائی علمی و فنی با اصول توزیع فرکانسی در باندها و مقررات فرکانسی و استاندارد های آن.
- ۳- بررسی وضعیت توزیع فرکانسی در ناجا و تفاوت آن با استانداردهای علمی موجود.

۴- دستیابی به طرح های مناسب برای رعایت اصول پدافند غیرعامل در مدیریت فرکانس در مواقع بحران و مقابله یا کاهش اثرات جمینگ و...

۵- اندازه گیری میزان تداخل فرکانسی و شناسایی عوامل تعیین کننده آن و همچنین ارائه پیشنهادهای عملی و کاربردی برای بهینه سازی راهبردهای فرکانسی ناجا.

اهداف جزئی

- ۱- دستیابی به یک نرم افزار برای مکانیزه کردن کلیه فرایندهای تخصیص و مدیریت فرکانس.
- ۲- قابلیت مدیریت دیتابیس فرکانسی مربوطه و اخذ گزارشات نوبه ای از دیتابیس.
- ۳- قابلیت مشاهده وضعیت پوشش بر روی نقشه و میزان شعاع انتشار و وضعیت همپوشانی و دیگر موارد مربوط به پوشش.
- ۴- قابلیت نمایش نقشه جغرافیایی کامل به همراه جزئیات مربوطه شامل عوارض زمین، ارائه طول و عرض جغرافیایی، قابلیت حرکت بر روی نقشه، بزرگنمایی، جستجو و نمایش یک یا چند ایستگاه بر روی نقشه و ...
- ۵- تخمین میزان تداخلات احتمالی و محاسبات مربوط به اینترمدولاسیون.
- ۶- ارزیابی و برآورد میزان بهره وری ناجا در استفاده از منابع فرکانس موجود.
- ۷- طراحی و ارایه ی نقشه ی راه به صورت عملی برای تحول فرکانسی و استفاده بهینه از منابع فرکانس ناجا بویژه برای سامانه های جدید رادیویی و انجام موفق تحول فرکانسی لازم در ناجا مطابق با توصیه های ITU.
- ۸- کمک به دستیابی طرح عملی برای استانداردسازی و ارتقای کیفی باند فرکانسی ناجا.

فرضیات پروژه

- ۱- در حال حاضر میزان بهره وری از فرکانسهای ناجا پایین است.
- ۲- اصول پدافند غیرعامل در مدیریت طیف فرکانسی ناجا رعایت نشده، اطمینان لازم در مدیریتی و پشتیبانی مدیریت طیف فرکانسی ناجا و بالطبع در ماندگاری شبکه های بی سیم ناجا وجود ندارد.
- ۳- وجود سامانه ها و تکرارکننده های متعدد و مستقل از هم در خیلی از سایت های ناجا باعث تداخل متقابل و کاهش حساسیت دستگاهها شده است و شبکه های رادیویی ناجا به دلیل این اوضاع کارائی لازم را ندارند.

۴- طراحی و راه اندازی هر شبکه‌ی بی‌سیم جدید یا تغییر فرکانس یک شبکه باعث ایجاد تداخلات و مزاحمت‌های کنترل نشده روی سایر شبکه‌های خودی و برون سازمانی می‌شود.

۵- فرکانس‌های موجود از نظر تعداد و توزیع در باندها، مطابق اصول فنی و نیازهای سیستمی امروز نیست.

۶- با الگوی مصرف موجود تعداد و کیفیت فرکانس‌های موجود برای تأمین ارتباطات روزافزون مورد نیاز ناجا کافی نیست. تأمین بیش از این فرکانس نیز مقدور نیست و به دلیل نیازهای ملی اعمال محدودیت بیشتر از سوی نهادهای بالادستی و دولت بسیار محتمل است.

۷- اصول تخصیص و چینش فرکانس و انتخاب و نصب تجهیزات در سایت‌ها مطابق معیارهای فنی نیست.

سؤالات مربوطه

۱- چه راه حل‌های فنی و تاکتیکی برای افزایش بهره‌وری طیفی سامانه‌های رادیویی ناجا وجود دارد؟

۲- چه راه حل‌های فنی و تاکتیکی برای تخصیص و مدیریت فرکانسهای ناجا توسط نرم افزار وجود دارد؟

۳- چه روش عملی برای نظارت دائمی بر کارائی طیفی و اصلاح مکرر آن توسط نرم افزار وجود دارد؟

۴- معیارهای فنی اصول نحوه‌ی علمی تخصیص و چینش فرکانس برای سامانه‌های چند کانالی و شبکه‌های چند لایه فرکانس توسط نرم افزار چیست؟

۵- عوامل تداخل و تزامم رادیویی در سایت‌های ناجا چیست و سهم هر عامل عمده چقدر است؟

۶- میزان بهره‌وری ناجا در استفاده از منابع فرکانس چقدر است و در مقایسه با استانداردها و معیارهای رایج در چه وضعیتی قرار دارد؟

۷- از فرکانس‌های موجود چگونه می‌توان به صورت اصولی و بهینه برای سامانه‌های جدید رادیویی استفاده کرد؟

۸- ناجا برای سیستم‌های رادیویی فعلی و آینده‌ی نزدیک به چه فرکانس‌های جدیدی نیاز دارد؟

تعیین جامعه آماری و حجم نمونه

در این تحقیق فرماندهی انتظامی شرق تهران که شامل شهرستانهای ورامین، پیشوا، پاکدشت، فیروزکوه، پردیس، دماوند، و شبکه های پلیس راهی و استانی و پلیس های تخصصی شامل یگان ویژه، آگاهی، مواد مخدر، اطلاعات و می باشد در نظر گرفته شده

است. همچنین در حال حاضر در فرماندهی انتظامی مذکور از انواع فرکانسهای VHF-LB ، VHF-HB ، UHF استفاده می شود. ضمناً با توجه به اینکه این معاونت در تأمین تجهیزات آزمایشگاهی و تست دارای محدودیت می باشد اولویت انتخاب مجری پروژه بر اساس تأمین این تجهیزات می باشد.

خروجی ملموس پروژه

- ۱- نرم افزار مدیریت طیف فرکانسی و تخصیص بهینه فرکانس.
- ۲- سند مطالعات نیازسنجی سامانه نرم افزاری مدیریت فرکانس و شبکه ی بیسیمی.
- ۳- طرح سیستمی و اطلاعات برای سامانه نرم افزاری مدیریت فرکانس و شبکه ی بیسیمی.
- ۴- سند مطالعات میدانی چگونگی صرف منابع موجود فرکانس موجود و ارزیابی بهره‌وری طیفی ناجا.
- ۵- سند محتوی استاندارد یا معیارهای بهره‌وری طیفی.
- ۶- سند مطالعات میدانی چگونگی صرف منابع موجود فرکانس موجود و ارزیابی بهره‌وری طیفی ناجا.
- ۷- سند حاوی مطالعات تطبیقی منابع موجود فرکانس و نیازهای فرکانسی جدید ناجا.
- ۸- طرح عملی بهبود کارائی و بهره‌وری طیفی برای ناجا با توجه به سامانه‌های رادیوئی موجود و جدید.
- ۹- الگو (یا فرمول) تخصیص و چینش فرکانس سیستمهای جدید ترانک تترا و بی‌سیمهای حرفه‌ئی بهینه شده مبتنی بر ایستگاههای مجتمع چند کانالی.
- ۱۰- اسناد مطالعات علمی اصول مهندسی سایت‌های رادیوئی و اصول پدافند غیرعامل و ارائه ی یک الگوی عملی.

| نام نرم افزار | فرکانس کار | شبکه های قابل طراحی | قابلیتهای کاربر | مدلهای انتشار |
|--|-----------------|--|---|--|
| ICS telecom nG | 10kHz – 450GHz | شبکه های موبایل ارتباطات ماهواره ای شبکه های PMR (TETRA) رادارها و DF شبکه های دسترسی بی سیم پهن باند (Wimax و Wifi و PLAN و ...) طراحی شبکه های لینک ماکروویو پخش دیجیتال و آنالوگ (DVB-T و UMT و ...) | فضای کار نقشه کشی سه بعدی قابلیت کار با ابزار نقشه کشی (بردارها، کلاتر، نقشه و ...) آنالیز ترافیک و Handover | مدلهای انتشار ITU-R مدلهای آماری و عددی |
| XG – Planner Multilink Catchit | ---- | GSM 900/1800/1900/TETRA | محاسبه ترافیک با نقشه و کلاتر طراحی تکرارکننده ها | پیشنهادهای ITU-R |
| Cellular expert Modules: (Radiolinks, Professinal,...) | 100MHz – 40GHz | شبکه های موبایل (CDMA2000,NMT,PCS,DCS,GSM) | نقشه های GIS آنالیز آماری GIS رسم سه بعدی آنتن | بر پایه استانداردها و پیشنهادهای ITU-R و ETSI و COST231 پوشش از چند متر تا ۱۵۰ کیلومتر |
| iQ - Link | 150 MHz – 2GHz | DECT ، TETRA ، GSM | کار با نقشه، بردار، کلاتر و دیتابیس: Oracle | پیشنهادهای ITU-R |
| HiPlan | 150 MHz – 2 GHz | DECT ,TETRA ,GSM | بردارها، کلاتر، نقشه، dtm و ... دیتابیس: Oracle | پیشنهادهای ITU-R |
| SMS4DC | ITU range | شبکه های موبایل و ثابت ارتباطات ماهواره ای شبکه های PMR (TETRA) رادارها و DF شبکه های دسترسی بی سیم پهن باند (Wimax و Wifi و PLAN و ...) طراحی شبکه های لینک ماکروویو پخش دیجیتال و آنالوگ (DVB-T و UMT و ...) | فضای کار نقشه کشی سه بعدی قابلیت کار با ابزار نقشه کشی (بردارها، کلاتر، نقشه و ...) پترن آنتن دو بعدی و سه بعدی آنالیز طیف، مونیتورینگ، ترافیک و Handover دیتا بیس: Microsoft access | مدلهای انتشار ITU-R |

| نام نرم افزار | قابلیت طراحی لینک | آنالیز درایو تست | تداخل لینکی | قابلیت چند کاربر | دیگر مشخصات |
|---|---|---|---|--|--|
| ICS telecom nC | ریپیترهای پسیو محاسبه بودجه مسیر انعکاس چند سطحی فضاهای متفاوت آنتن دریافت کننده فرعی | دارد | دارد | دارد | سیستمهای سیمولکست ابزار ایده آل جهت طراحی Wimax سرویسهای چندگانه : data ، voice ، VOIP آنالیز تکنولوژی چندگانه |
| XG – Planner Multilink Catchit | Point-to-Point Point-to-MultiPoint Back-to-Back انعکاسی و پسیو مشخصات لینک تعیین نقاط انعکاسی فیدینگ بارانی و چندمسیری | انجام، ذخیره و نمایش آنالوگ و دیجیتال | دو حالت طولانی و کوتاه | ذکر نشده | سریعترین مدل میکروسل تکنولوژی شبکه کامل (GPRS ، MSC ، BSC ، ایستگاه ماهواره – زمین) |
| Cellular expert Modules: (Radiolinks, Professinal,...) | Point-to-Point آرایش یک راهی یا دوراهی آنتنهای تکرارکننده Back-to-Back یا انعکاسی فیدینگ بارانی | ورود دیتا از : اریکسون – موتورولا یا فرمت اسکی | تخمین میزان تداخل فیلتر شبکه قابل تفکیک آنالیز اینترمدولاسیون | قابلیت ویرایش و نمایش دیتای شبکه | طراحی سلول اسمی آنالیز بودجه توان (BER ، SNR و...) نمایش کیفیت لینک، وجود لینک، خطای لینک آنالیز CDMA 2000 ، UTMS |
| iQ - Link | Point-to-Point Point-to-MultiPoint حالتهای بارانی و چند مسیری خروجی پولاریزاسیون کراس | ذکر نشده | نمایش کانالهای واضح آنالیز اینترمدولاسیون | ذکر نشده | ---- |
| HiPlan | Point-to-Point فیدینگ بارانی و چند مسیری BER و مدولاسیون | c/N BER Frequency hopping | جهت تصحیح مدل انتشار | خیر | ---- |
| SMS4DC | Point-to-Point Point-to-MultiPoint Back-to-Back انعکاسی و پسیو مشخصات لینک تعیین نقاط انعکاسی | ذکر نشده | تخمین میزان تداخل آنالیز اینترمدولاسیون | دارد | آنالیز بودجه توان (BER ، SNR و...) نمایش کیفیت لینک، وجود لینک، خطای لینک، پیش بینی تلفات انتشار در اثر تداخل |
| | فیدینگ بارانی و چندمسیری | | | | |

