

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
برق - مخابرات

بهبود کیفیت سرویس در ارتباطات بی سیم بوسیله آنتن های هوشمند

استاد راهنما: دکتر عباسعلی حیدری
استاد مشاور: دکتر حمیدرضا ابوطالبی
پژوهش و نگارش: کوبک کجیاف زاده

اسفند ۸۸

این پایان نامه بر اساس قرارداد شماره ۵۰۰/۱۳۸۰/ت با حمایت مرکز تحقیقات مخابرات ایران انجام شده است.

تقدیم به

همسر مهربانم
که همواره یاریگرم بود

و

پدر و مادر دلسوزم
که در تمام طول تحصیل مشوقم بودند

تقدیر و تشکر

وظیفه خود می‌دانم که از استاد راهنمای گرامی‌ام جناب آقای دکتر حیدری به خاطر راهنمایی‌های راهگشایشان و سعه صدرشان تشکر کنم. همچنین از استاد مشاور گرامی‌ام جناب آقای دکتر ابوطالبی که همواره با روی گشاده پاسخگوی سئوالات من بودند سپاسگزارم.

و دیگر دوستانی که در این مدت با محبت و یاریشان مرا مدیون خود ساختند.

چکیده

در این پایان‌نامه آنتن هوشمند به عنوان وسیله‌ای در جهت بهبود کیفیت سیستم‌های مخابرات بی‌سیم مورد بررسی قرار گرفته است. ابتدا به معرفی انواع آنتن‌های هوشمند پرداخته و نحوه‌ی عملکرد آنها شرح داده شده است. از آنجایی که آنتن‌های وفقی گروه مهمی از آنتن‌های هوشمند هستند و امروزه بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته‌اند در ابتدا چند الگوریتم وفقی متداول معرفی شده و سپس با انجام شبیه‌سازی، سه الگوریتم کاربردی در زمینه آنتن هوشمند مورد مقایسه قرار داده و مشاهده شده است که الگوریتم LMS از دو الگوریتم RLS و DMI کندتر است و حجم محاسبات کمتری دارد و در عوض بسیار ساده‌تر است. الگوریتم RLS سریعتر از الگوریتم LMS همگرا می‌شود و الگوریتم DMI از دو الگوریتم دیگر سریعتر عمل می‌کند ولی به دلیل نیاز به محاسبه ماتریس معکوس در هر مرحله، نیاز به پردازشگر قوی دارد. همچنین عملکرد الگوریتم DMI به ازای بلوکهای مختلف تخمین ماتریس همبستگی مورد بررسی و شبیه‌سازی قرار گرفته است. در نهایت با مقایسه بهبود نرخ خطای بیت در گیرنده با استفاده از هر کدام از الگوریتم‌ها، مشاهده شده است که بهبود نرخ خطای بیت با استفاده از الگوریتم DMI بیشتر است. در ادامه به کمک الگوریتم ژنتیک چند آرایه دایره‌ای هم‌مرکز به گونه‌ای بهینه‌سازی شده است که سطح پرتوهای کناری تا حد امکان کوچک شود. با انجام این کار به دلیل کاهش سیگنال‌های تداخل در سیستم مخابرات بی‌سیم، نرخ خطای بیت کاهش یافته و ظرفیت سیستم افزایش می‌یابد. به عنوان نمونه برای آرایه دایره‌ای هم‌مرکز که در دایره داخلی ۵ المان و در دایره خارجی ۷ المان دارد، سطح پرتوی کناری با استفاده از الگوریتم ژنتیک نسبت به آرایه با فاصله بین المانی نصف طول موج، حدود ۴/۴ دسی بل کاهش یافته است. در انتها، روشی برای محاسبه ظرفیت یک سلول ایزوله با استفاده از آنتن هوشمند در مقایسه با آنتن همه‌جهته ارائه شده و از طریق شبیه‌سازی الگوی تابش آرایه خطی یکنواخت و آرایه دایره‌ای یکنواخت، بهبود ظرفیت سیستم برای این دو آرایه مورد ارزیابی قرار گرفته است.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱	فصل اول: مقدمه.....
۲	۱-۱ تاریخچه.....
۵	۲-۱ تعریف موضوع.....
۷	فصل دوم: معرفی آنتن‌های هوشمند.....
۸	۱-۲ مقدمه.....
۹	۲-۲ انواع آنتن هوشمند.....
۱۶	فصل سوم: روش‌های شکل‌دهی پرتو و الگوریتم‌های افقی.....
۱۷	۱-۳ مقدمه.....
۱۸	۲-۳ هدایت کردن پرتو.....
۱۹	۳-۳ هدایت کردن صفر.....
۲۰	۴-۳ الگوریتم‌های شکل‌دهی پرتو.....
۲۱	۱-۴-۳ روش حل وینر.....
۲۳	۲-۴-۳ روش شیب کاهشی.....
۲۴	۳-۴-۳ الگوریتم LMS.....
۲۵	۴-۴-۳ الگوریتم NLMS.....
۲۶	۵-۴-۳ الگوریتم RLS.....
۲۷	۶-۴-۳ الگوریتم DMI.....
۲۸	۷-۴-۳ الگوریتم DMI-NLMS.....
۲۹	۵-۳ شبیه‌سازی چند الگوریتم افقی و بررسی نتایج.....
۲۹	۱-۵-۳ شکل‌دهی پرتو به روش هدایت کردن صفر.....
۳۰	۲-۵-۳ شکل‌دهی پرتو به روش هدایت پرتوی اصلی.....

۳۱	..... شکل دهی پرتو با الگوریتم LMS
۳۳	..... شکل دهی پرتو با الگوریتم RLS
۳۶	..... شکل دهی پرتو با الگوریتم DMI
۴۴	فصل چهارم: بررسی ساختار آرایه‌های آنتن و بهینه‌سازی آنها
۴۵	..... ۱-۴ مقدمه
۴۶	..... ۲-۴ فاکتور آرایه
۴۸	..... ۳-۴ آرایه‌های مختلف آنتن
۴۹	..... ۱-۳-۴ آرایه دایره‌ای یکنواخت
۵۳	..... ۲-۳-۴ آرایه شش ضلعی یکنواخت
۵۳	..... ۴-۴ کاربرد الگوریتم ژنتیک در آنتن‌های هوشمند
۵۴	..... ۵-۴ شبیه‌سازی آرایه‌های مختلف و مقایسه‌ی آنها
۵۴	..... ۱-۵-۴ آرایه دایره‌ای یکنواخت
۵۶	..... ۲-۵-۴ آرایه add-sign
۵۷	..... ۳-۵-۴ آرایه دایره‌ای با یک المان در مرکز
۵۸	..... ۴-۵-۴ آرایه دوار هم مرکز $۸+۴$ المانی
۵۹	..... ۵-۵-۴ آرایه مربعی
۶۰	..... ۶-۵-۴ مقایسه شکل دهی پرتو با الگوریتم LMS برای آرایه دایره‌ای و آرایه خطی
۶۳	..... ۶-۴ بهینه‌سازی آرایه دوار هم مرکز با استفاده از الگوریتم ژنتیک
	فصل پنجم: شبیه‌سازی و مقایسه عملکرد آنتن هوشمند با آنتن همه جهت در
۷۲	یک سلول ایزوله
۷۳	..... ۱-۵ مقدمه
۷۵	..... ۲-۵ ایستگاه پایه مجهز به آنتن همه جهت
۷۷	..... ۳-۵ ایستگاه پایه مجهز به آرایه افقی
۷۹	..... ۴-۵ شبیه‌سازی بهبود ظرفیت سیستم بی‌سیم با استفاده از آرایه خطی

۵-۵	مقایسه عملکرد آرایه خطی با دایره‌ای از لحاظ بهبود ظرفیت سیستم.....	۸۴
	فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها.....	۸۹
۶-۱	نتیجه‌گیری.....	۹۰
۶-۲	پیشنهادها.....	۹۱
	مراجع.....	۹۲

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول (۱-۴) مقایسه سطح پرتوی کناری آرایه ۸+۴ المانی با استفاده از الگوریتم ژنتیک با آرایه با فاصله بین المانی نصف طول موج.....	۶۴
جدول (۲-۴) مقایسه سطح پرتوی کناری آرایه ۸+۴ المانی بهینه شده با آرایه با فاصله بین المانی نصف طول موج.....	۶۵
جدول (۳-۴) مقایسه سطح پرتوی کناری آرایه ۷+۵ المانی با الگوریتم ژنتیک با آرایه با فاصله بین المانی نصف طول موج در شرایطی که سیگنال مطلوب در زاویه ۰ درجه باشد.....	۶۷
جدول (۴-۴) مقایسه سطح پرتوی کناری آرایه ۷+۵ المانی بهینه شده با آرایه با فاصله بین المانی نصف طول موج در شرایطی که سیگنال مطلوب در زاویه ۰ درجه باشد.....	۶۷
جدول (۵-۴) مقایسه سطح پرتوی کناری آرایه ۷+۵ المانی بهینه شده با آرایه با فاصله بین المانی نصف طول موج در شرایطی که سیگنال مطلوب در زاویه ۱۲۰ درجه باشد.....	۶۸
جدول (۶-۴) مقایسه سطح پرتوی کناری آرایه ۷+۵ المانی بهینه شده با آرایه با فاصله بین المانی نصف طول موج در شرایطی که سیگنال مطلوب در زاویه ۴۵ درجه باشد.....	۶۹
جدول (۷-۴) مقایسه سطح پرتوی کناری آرایه ۹+۳ المانی با الگوریتم ژنتیک با آرایه با فاصله بین المانی نصف طول موج در شرایطی که سیگنال مطلوب در زاویه ۰ درجه باشد.....	۶۹
جدول (۸-۴) مقایسه سطح پرتوی کناری آرایه ۹+۳ المانی بهینه شده با آرایه با فاصله بین المانی نصف طول موج در شرایطی که سیگنال مطلوب در زاویه ۶۰ درجه باشد.....	۷۰
جدول (۹-۴) مقایسه سطح پرتوی کناری آرایه ۹+۳ المانی بهینه شده با آرایه با فاصله بین المانی نصف طول موج در شرایطی که سیگنال مطلوب در زاویه ۴۵ درجه باشد.....	۷۰

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل (۱-۲) اجزاء سیستم آنتن هوشمند.....	۸
شکل (۲-۲) الگوی تابش آنتن پرتوی سوئیچ شده.....	۱۲
شکل (۳-۲) الگوی تابش یک آرایه افقی.....	۱۳
شکل (۴-۲) بلوک دیاگرام یک آرایه افقی.....	۱۴
شکل (۱-۳) یک آرایه خطی یکنواخت N المانی.....	۱۷
شکل (۲-۳) آرایه خطی یکنواخت.....	۲۹
شکل (۳-۳) الگوی تابش آرایه خطی ۸ المانی با روش شکل‌دهی پرتو هدایت صفر.....	۳۰
شکل (۴-۳) الگوی تابش آرایه خطی با روش هدایت پرتوی اصلی.....	۳۱
شکل (۵-۳) الگوی تابش الگوریتم LMS.....	۳۲
شکل (۶-۳) نمودار تغییرات خطای الگوریتم LMS.....	۳۲
شکل (۷-۳) اثر تعداد المانها روی الگوی تابش آرایه با الگوریتم LMS.....	۳۳
شکل (۸-۳) الگوی تابش آرایه خطی یکنواخت با الگوریتم RLS.....	۳۴
شکل (۹-۳) نمودار تغییرات خطای الگوریتم RLS.....	۳۵
شکل (۱۰-۳) نمودار تغییرات وزن المان دوم آرایه خطی با دو الگوریتم LMS و RLS.....	۳۶
شکل (۱۱-۳) الگوی تابش آرایه با الگوریتم DMI با بلوک ۵۰ نمونه‌ای.....	۳۷
شکل (۱۲-۳) الگوی تابش آرایه با الگوریتم DMI با بلوکها ۵۰ و ۱۵۰ و ۲۵۰ نمونه‌ای.....	۳۷
شکل (۱۳-۳) نمودار تغییرات وزن در الگوریتم DMI با بلوکهای مختلف.....	۳۸
شکل (۱۴-۳) الگوی تابش آرایه خطی با هر سه الگوریتم LMS و RLS و DMI.....	۳۹
شکل (۱۵-۳) نمودار تغییرات وزن المان آرایه‌ی خطی با سه الگوریتم LMS و RLS و DMI.....	۳۹
شکل (۱۶-۳) نرخ خطای بیت سیگنال دریافتی در ایستگاه پایه مجهز به آنتن افقی	
با الگوریتم LMS.....	۴۱

- شکل (۳-۱۷) نرخ خطای بیت سیگنال دریافتی در ایستگاه پایه مجهز به آنتن افقی
 با الگوریتم RLS ۴۲
- شکل (۳-۱۸) نرخ خطای بیت سیگنال دریافتی در ایستگاه پایه مجهز به آنتن افقی
 با الگوریتم DMI ۴۲
- شکل (۴-۱) آرایه خطی دو المانی روی محور z ۴۶
- شکل (۴-۲) آرایه با فرض میدان دور ۴۷
- شکل (۴-۳) آرایه دایره‌ای یکنواخت ۵۰
- شکل (۴-۴) آرایه دوار هم مرکز ۵۲
- شکل (۴-۵) الگوی تابش آرایه دایره‌ای یکنواخت با الگوریتم LMS ۵۵
- شکل (۴-۶) الگوی تابش آرایه add-sign با الگوریتم LMS ۵۷
- شکل (۴-۷) الگوی تابش آرایه دایره‌ای با یک المان در مرکز با الگوریتم LMS ۵۸
- شکل (۴-۸) الگوی تابش آرایه دوار هم مرکز $۸+۴$ المانی با الگوریتم LMS ۵۹
- شکل (۴-۹) الگوی تابش آرایه مربعی با الگوریتم LMS ۶۰
- شکل (۴-۱۰) نمودار تغییرات خطای الگوریتم LMS با آرایه خطی یکنواخت و $\mu = 0.0009$ ۶۱
- شکل (۴-۱۱) نمودار تغییرات خطای الگوریتم LMS با آرایه دایره‌ای یکنواخت و $\mu = 0.0009$ ۶۱
- شکل (۴-۱۲) نمودار تغییرات خطای الگوریتم LMS با آرایه دایره‌ای یکنواخت و $\mu = 0.009$ ۶۲
- شکل (۴-۱۳) نمودار تغییرات خطای الگوریتم LMS با آرایه خطی یکنواخت و $\mu = 0.009$ ۶۳
- شکل (۴-۱۴) الگوی تابش آرایه دوار هم مرکز $۸+۴$ المانی با شعاع بهینه ۶۵
- شکل (۴-۱۵) الگوی تابش آرایه دوار هم مرکز $۸+۴$ المانی با فاصله بین المانی نصف طول
 موج ۶۶
- شکل (۴-۱۶) الگوی تابش آرایه دوار هم مرکز $۷+۵$ المانی با شعاع بهینه ۶۷
- شکل (۴-۱۷) الگوی تابش آرایه دوار هم مرکز $۷+۵$ المانی با فاصله بین المانی
 نصف طول موج ۶۸
- شکل (۴-۱۸) الگوی تابش آرایه دوار هم مرکز $۹+۳$ المانی با شعاع بهینه ۷۰

- شکل (۵-۱) توسعه‌ی ناحیه تحت پوشش توسط یک آنتن وفقی ۷۴
- شکل (۵-۲) کاهش تداخل توسط به کارگیری آنتن وفقی: پرتوهای جهت‌دار تداخل کمتری در سلول‌ها ایجاد می‌کنند ۷۵
- شکل (۵-۳) الگوی تابش آرایه‌های خطی یکنواخت ۴ و ۸۰ المانی ۸۰
- شکل (۵-۴) نمودار ظرفیت قطبی سلول بر حسب $\frac{E_b}{N_0}$ در گیرنده ۸۱
- شکل (۵-۵) نمودار تغییرات ظرفیت سلول بر حسب نرخ بیت سیگنال مطلوب برای آنتن همه‌جهته و آنتن هوشمند با تعداد المانهای ۴ و ۶ و ۸ ۸۲
- شکل (۵-۶) نمودار ظرفیت سلول بر حسب تعداد المانهای آرایه با نسبت سیگنال به نویز 10dB ۸۳
- شکل (۵-۷) نمودار $\frac{E_b}{N_0}$ بر حسب تعداد کاربران سلول در شرایط نرخ بیت متفاوت ۸۴
- شکل (۵-۸) نمودار ظرفیت قطبی سلول بر حسب $\frac{E_b}{N_0}$ در گیرنده برای آرایه دایره‌ای و خطی ۸ المانی ۸۶
- شکل (۵-۹) نمودار تغییرات ظرفیت سلول بر حسب نرخ بیت سیگنال مطلوب برای آرایه خطی و دایره‌ای ۸ المانی ۸۶
- شکل (۵-۱۰) نمودار ظرفیت سلول بر حسب تعداد المانهای آرایه برای آرایه دایره‌ای و خطی ۸۷
- شکل (۵-۱۱) نمودار تغییرات ظرفیت بر حسب نسبت سیگنال به نویز برای آرایه خطی و دایره‌ای برای زاویه ورود سیگنال مطلوب صفر درجه ۸۸

فصل اول

مقدمه

۱-۱ تاریخچه

با توسعه مخابرات سیار، کمبود پهنای باند فرکانسی برای کاربران به یک معضل تبدیل شده است که با رشد شدید کاربران شدیدتر هم خواهد شد. برای برخورد با این مشکل دو راه حل در ابتدا به ذهن می‌رسد، یکی افزایش تعداد ایستگاه‌های پایه و سلولها که منجر به افزایش تداخل و افزایش هزینه می‌شود و دیگری افزایش پهنای باند که نیاز به منابع پهنای باند دارد. امروزه تحقیقات وسیعی به منظور حل این مسأله انجام شده است. توسعه‌ی آنتن هوشمند برای مخابرات بی‌سیم به عنوان یک تکنولوژی جهت دستیابی به شبکه‌های با راندمان بالا که موجب افزایش ظرفیت و کیفیت و ناحیه تحت پوشش می‌شوند، مطرح شده است [۱]. راندمان یک سیستم مخابرات بی‌سیم به صورت حداکثر ترافیکی که یک سیستم معین با طیف فرکانسی معین می‌تواند مدیریت کند، تعریف می‌شود.

ظرفیت و راندمان سیستم‌های مخابرات بی‌سیم به دلیل سه عامل اصلی محدود می‌شود [۲]:

- ۱- تضعیف ناشی از محوشدگی چندمسیره.
- ۲- گستردگی تاخیر.
- ۳- تداخل هم کانال.

آنتن هوشمند، قادر است پرتوی اصلی الگوی تابش^۱ خود را در جهت سیگنال مطلوب و صفرهای الگوی تابش خود را در جهت تداخل‌گرها هدایت کند و لذا از طریق تضعیف تداخل و تمرکز بر سیگنال کاربر مطلوب می‌تواند ظرفیت سیستم را افزایش دهد، بنابراین در چندسال اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است [۱]. البته پیشرفت تکنولوژی آنتن هوشمند تا حد زیادی مرهون پیشرفت پردازشگرهای سیگنال دیجیتال می‌باشد.

^۱ pattern

آنتن هوشمند نه تنها می‌تواند کارایی سیستم سلولی TDMA¹ را افزایش دهد بلکه در سیستم‌های CDMA² نیز بهبود ایجاد می‌کند. آنتن هوشمند از نوع پرتوی سوئیچ شده، در سیستم‌های سلولی به عنوان یک راهکار خوب در جهت افزایش نسبت سیگنال به نویز مطرح شده است. این نوع آنتن، از لحاظ سادگی و هزینه‌ی اجرا بهتر از آرایه‌ی وفقی ارزیابی شده است [۳]. آنتن‌های هوشمند از بعد فضا برای کاهش تداخل استفاده می‌کنند. به این نوع دسترسی، SDMA³ گویند [۴]. این تکنیک به معنی تفکیک کردن سیگنالها در بعد فضا می‌باشد که کلید اصلی موفقیت آنتن هوشمند است. همین تکنیک موجب می‌شود که آنتن هوشمند بتواند دو سیگنال هم کانال را در یک سلول جدا کند و این مشروط به دریافت سیگنالها از دو زاویه‌ی متفاوت است.

آنتن هوشمند در سیستم‌های W-CDMA نیز بهبود ایجاد می‌کند و در واقع پیشرفت تکنولوژی آنتن به عنوان پاسخی به نیاز سیستم‌های نسل سوم مطرح شده است [۵]. افزایش کیفیت سیگنال دریافتی، موقعیت یابی کاربر در تماسهای ضروری، توسعه‌ی ناحیه تحت پوشش ایستگاه پایه و افزایش ظرفیت سلول از جمله مزایای به کارگیری آنتن هوشمند در سیستم‌های WCDMA است [۵]. در مرجع [۶] نیز مزایای آنتن هوشمند به واسطه‌ی قابلیت تفکیک‌دهی فضایی شمرده شده است. سیر تکاملی آنتن هوشمند به صورت سه مرحله در نظر گرفته شده است. مرحله اول: استفاده از آنها تنها در ارتباط معکوس (موبایل با ایستگاه پایه). مرحله دوم: به کارگیری آنتن هوشمند هم در ارتباط مستقیم (ایستگاه پایه با موبایل) و هم در ارتباط معکوس. مرحله سوم: دستیابی به تکنیک SDMA و امکان برقراری ارتباط چندین کاربر با یک کانال فرکانسی و به طور هم زمان در یک سلول [۷]. چنانچه در مرجع [۷] عنوان شده است، تئوری پس زمینه آنتن هوشمند جدید نیست و مربوط به سالها پیش است و در صنایع الکترونیک جنگی به کار رفته است. در سیستم‌های رادار نظامی در جنگ جهانی دوم، تکنیک مشابهی به کار رفته است.

¹ Time-Division Multiple-Access

² Code -Division Multiple-Access

³ Spatial -Division Multiple-Access

عامل محدوده کننده اصلی در افزایش ظرفیت سیستم‌های CDMA، تداخل می‌باشد [۸]. در مقایسه‌ای که میان بهبود ظرفیت ارتباط مستقیم در سیستم WCDMA با استفاده از آنتن هوشمند و با استفاده از سیستم قطاع‌بندی شده است، بهبود ظرفیت با استفاده از آنتن هوشمند بیشتر ارزیابی شده است [۸]. آنتن هوشمند از نوع پرتوی سوئیچ شده و آرایه وفقی در بهبود ظرفیت مؤثر است و مطالعه انجام شده روی بهبود ظرفیت سیستم TDD^۱-CDMA نشان داده است که آرایه وفقی، بهبود بیشتری نسبت به آنتن پرتوی سوئیچ شده در ظرفیت سیستم ایجاد می‌کند [۹].

آرایه‌های وفقی از الگوریتم‌های وفقی استفاده می‌کنند. در این زمینه مطالعاتی انجام شده است. به عنوان نمونه الگوریتم LMS^۲ و LMS نرمالیزه با یکدیگر مقایسه شده‌اند و الگوریتم LMS نرمالیزه از لحاظ سرعت همگرایی بهتر از الگوریتم LMS ارزیابی شده است [۱۰]. تعداد المان‌های آرایه وفقی در الگوی تابش آنتن و همگرایی الگوریتم‌ها مؤثر است و در مرجع [۱۱] این موضوع بررسی شده است و نشان داده‌است که الگوریتم وفقی برای آرایه با تعداد المان بیشتر، سریعتر همگرا می‌شود.

آرایه خطی یک آرایه‌ی متداول برای استفاده در آنتن هوشمند است ولی به دلیل تشکیل پرتوی اضافی پرفدردت، برای اسکن یک ناحیه افقی ۳۶۰ درجه قابل استفاده نمی‌باشد. بنابراین آرایه دایره‌ای یکنواخت به عنوان یک آرایه‌ی مناسب برای شکل‌دهی پرتوی آنتن هوشمند در پهنای ۳۶۰ درجه‌ی افقی و ۱۸۰ درجه عمودی بررسی و شبیه‌سازی شده است [۱۲].

در سالهای اخیر از الگوریتم‌های تکاملی در زمینه آنتن هوشمند استفاده شده‌است و عملیات شکل‌دهی پرتو به وسیله الگوریتم‌های ژنتیک و PSO^۳ و DE^۴ مورد بررسی قرار گرفته‌است. در مقایسه‌ای میان شکل‌دهی پرتوی آنتن هوشمند توسط این سه الگوریتم انجام شده است، مشاهده

^۱ Time Division Duplex

^۲ Least-Mean-Square

^۳ Particle Swarm Optimization

^۴ Differential evolution Method

شده است که الگوی تابش آنتن هوشمند با استفاده از الگوریتم PSO و DE از لحاظ سطح لوب کناری و سمت گرایی^۱ بهتر از استفاده از الگوریتم ژنتیک است [۱۳].

۲-۱ تعریف موضوع

یکی از ساده‌ترین و ابتدایی‌ترین نوع آنتن‌ها، آنتن همه‌جهته می‌باشد که در تمام جهات افق به یک اندازه تابیده و یا دریافت می‌نماید. در محیط RF ساده که شناخت خاصی از محل کاربران وجود ندارد، این روش نامتمرکز انتشار سیگنال‌ها، تنها در صد کوچکی از کل انرژی انتشار یافته در فضا را به کاربران مطلوب می‌رساند. با توجه به این محدودیت، استراتژی همه‌جهته تلاش می‌کند تا با افزایش سطح توان سیگنال‌های انتشاری، با محیط اطراف خود سازگار شود. برای تعدادی کاربر این موضوع (افزایش توان تابش) شرایط بد را بدتر می‌کند. به این صورت که سیگنال‌هایی که کاربر مورد نظر را یافت نمی‌کنند، با افزایش توان به عامل تداخل برای کاربران دیگر در همان سلول یا سلول‌های دیگر تبدیل می‌شوند. پس از آنتن همه‌جهته، آنتن‌های جهت‌دار مطرح شدند و در سیستم‌های قطاع‌بندی مورد استفاده قرار گرفتند. در این سیستم‌ها عملاً هر قطاع به عنوان یک سلول مستقل رفتار می‌کند و کاربران هر قطاع با آنتن جهت‌دار همان قطاع ارتباط برقرار می‌کنند و بنابراین تداخل کاهش می‌یابد. ولی این سیستم‌ها نیز محدودیت‌هایی دارند. یکی از نقاط ضعف روش قطاع‌بندی این است که در یک قطاع، سیگنال‌ها نمی‌توانند در حوزه‌ی مکان (بصورت فضایی) از هم مجزا شوند. مشکل اساسی دیگری که وجود دارد، عدم تعادل توزیع بار است. ترافیک به صورت نا یکسانی در نواحی مختلف سلول ایجاد می‌گردد و همچنین در این سیستم‌ها نیاز به دست به دست شدن^۲ های متعددی وجود دارد [۲].

این محدودیت‌ها طراحان سیستم و شبکه را مجبور می‌کند تا به طور افزاینده‌ای راهکارهای گران و پیچیده ابداع کنند. در سالهای اخیر محدودیت‌های تکنولوژی آنتن روی کیفیت، ظرفیت و

¹ Directivity

² Hand off

ناحیه‌ی تحت پوشش سیستم‌های بی‌سیم، تحولی در طراحی پایه‌ای و نقش آنتن در سیستم بی‌سیم ایجاد کرده است.

در این پژوهش می‌خواهیم عملکرد آنتن هوشمند و چگونگی تأثیر آن روی شبکه‌های بی‌سیم را مورد بررسی قرار دهیم. آرایه‌های افقی گروهی از آنتن‌های هوشمند هستند که به سبب استفاده از الگوریتم‌های افقی قابلیت بالایی در دنبال کردن سیگنال کاربر مطلوب دارند. در این پژوهش با بررسی آرایه‌های مختلف قابل استفاده در آنتن‌های هوشمند، سعی در مقایسه‌ی مزایا و معایب هر یک و طرح آرایه‌هایی با عملکرد بهتر داریم. همچنین با وجود الگوریتم‌های مختلف افقی، انتخاب الگوریتم مناسب در شرایط متفاوت امر مهمی است و به منظور این انتخاب، لازم است با نگاه دقیقی به هر الگوریتم از زوایای مختلف، کاربرد آنها در آرایه‌های افقی مورد بررسی قرار گیرد.

در فصل دوم به معرفی انواع آنتن‌های هوشمند پرداخته می‌شود. روش‌های شکل‌دهی پرتو و الگوریتم‌های مختلف افقی در فصل سوم، مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرند. در فصل چهارم، آرایه‌های مختلف آنتن از لحاظ شکل‌دهی پرتو مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند و در انتهای فصل با استفاده از الگوریتم ژنتیک، آرایه‌های با سطح پرتوی کناری کمتر طراحی می‌شوند. در فصل پنجم، با انجام شبیه‌سازی‌های لازم بهبود ظرفیت سیستم بی‌سیم از طریق به‌کارگیری آنتن افقی بررسی شده و دو آرایه از لحاظ بهبود ظرفیت سیستم با یکدیگر مقایسه می‌شوند. در فصل ششم نتایج و پیشنهادها ارائه می‌گردند.

فصل دوم

معرفی آنتن‌های هوشمند

۱-۲ مقدمه

سیستم‌های آنتن هوشمند در حقیقت به واسطه‌ی استفاده از سیستم‌های پردازشگر سیگنال، هوشمند محسوب می‌شوند. براساس اینکه عملکرد واحد پردازشگر آنتن چگونه باشد، انواع مختلف آنتن هوشمند معرفی شده است. به بیان کلی یک سیستم آنتن هوشمند شامل یک آرایه آنتن و یک پردازشگر سیگنال دیجیتال می‌باشد. به طور کلی یک سیستم آنتن هوشمند در گیرنده شامل بخش‌های زیر است [۱]:

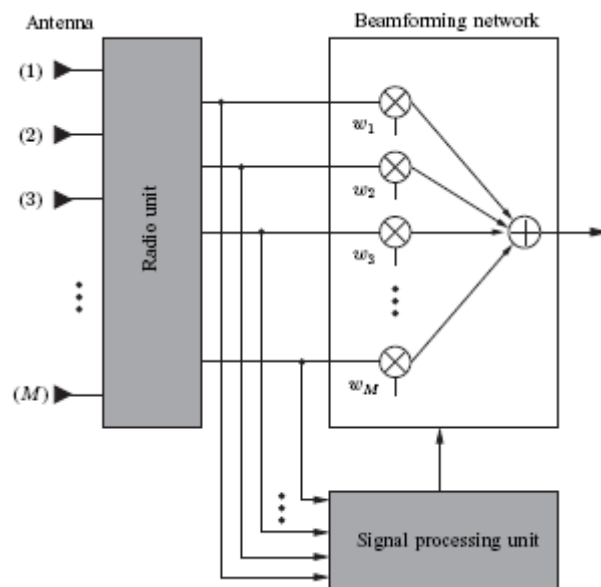
الف- آرایه آنتن

ب- واحد رادیویی

پ- واحد شکل‌دهنده‌ی پرتو

ت- واحد پردازشگر سیگنال

در شکل زیر قسمتهای مختلف یک سیستم آنتن هوشمند مشاهده می‌شود.



شکل (۱-۲) اجزاء سیستم آنتن هوشمند [۱].

اکنون به معرفی قسمتهای مختلف این سیستم می‌پردازیم: