بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

خانم عاطفه حاجی جمالی آرانی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان **مقابله همزمان با تداخل چند کاربره و بین سمبلی در سیستم های CDMA** در تاریخ ۱۳۹۱/۶/۲۷ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده، پذیرش آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مخابرات پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر پاییز عزمی	استاد	
استاد ناظر	دکتر حمید سعیدی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر محمد صنیعی آباده	استادیار	
استاد ناظر	دکتر حسین صمیمی	استادیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر حمید سعیدی	استادیار	

دانشگاه تربیت مدرّس

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی برق–مخابرات

مقابله‌ی همزمان با تداخل چندکاربره و بین سمبلی در سیستم‌های CDMA

نگارش:

عاطفه حاجی جمالی آرانی

استاد راهنما:

دکتر پائیز عزمی

شهریور ۱۳۹۱

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته مخابرات/ سیستم است که در سال۱۳۹۱ در دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر پائیز عزمی از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب عاطفه حاجی جمالی آرانی دانشجوی رشته مخابرات / سیستم مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: عاطفه حاجی جمالی آرانی

تاریخ و امضا: ۱۳۹۱/۶/۲۷

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب عاطفه حاجی جمالی آرانی دانشجوی رشته مخابرات/ سیستم ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۹ مقطع کارشناسی ارشد دانشکده برق و کامپیوتر متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا:

تاریخ ۱۳۹۰/۶/۲۷

این پایان نامه با حمایت و پشتیبانی مرکز تحقیقات مخابرات ایران انجام شده است.

حمد و سپاس یگانه‌ی ربوبی را که بر وجود ناتوان انسان لباس هستی پوشاند و با دمیدن روح الهیش بر قامت انسان نام و تاج گرانسنگ اشرف مخلوقات را نهاد و با قسم و قداستش به قلم نشئه‌ی قلم را برانگیخت تا زبان واگویه‌ی روح مسکوت بشر گردد.

تقدیم به مرز بانان هستی‌ام،

گرانقدر فرشتگان مرسل زمینی‌ام،

پدر و مادرم، که نگاهشان طراوت روح، تبسمشان شکوفایی گل‌های اقبال، دعایشان اجابت مرغان سحر و سایه آنها ابر رحمت بی‌نهایت خلقت است.

با تقدیر از طلایه داران نور، مبشران علم و آگاهی

استاد عزیزم **جناب آقای دکتر عزمی**

که در نهایت رافت و دلسوزی مشعل شب شکاف علم و آگاهی و سرمایه ی ذی قیمت درایت و دانایی علمیشان را برایم در طبق اخلاص نهادند که اگر نبود رهنمودهای خالصانه و خاضعانه ی ایشان امروز این پروژه را پیش رو نداشتم.

چکیده

در سیستم‌های طیف گسترده دنباله مستقیم (DS/CDMA[1])، کاربران بطور همزمان از طیف فرکانسی یکسان برای ارسال سیگنال‌های خود استفاده می‌نمایند. در این روش به کاربران مختلف کدهای متمایزی اختصاص داده می‌شود. در کانال‌های چند مسیره، سیگنال دریافتی در گیرنده حاصل ترکیب نسخه‌های تاخیر یافته‌ی سیگنال اصلی است که منجر به تداخل بین سمبلی (ISI[2]) می‌شود. مسئله‌ی آشکارسازی بهینه برای مقابله با تداخل دسترسی چندگانه (MAI[3]) و بین سمبلی در این سیستم‌ها، یک مسئله‌ی NP-hard[4] است که پیچیدگی محاسباتی بالایی دارد که بطور نمایی با تعداد کاربران افزایش می‌یابد. بنابراین تلاشها در جهت توسعه‌ی آشکارسازهای زیر بهینه با پیچیدگی کمتر می‌باشد.

در این پایان نامه، ابتدا کارایی آشکارسازهای سنتی و ناهمبسته‌ساز در سیستم‌های DS/CDMA در کانال AWGN بررسی می‌شوند سپس با استفاده از الگوریتم PSO دودویی یک آشکارساز زیر بهینه ارائه شده که از آشکارساز سنتی یا ناهمبسته‌ساز بعنوان مقداردهی اولیه‌ی این آشکارساز استفاده می‌گردد. در ادامه از الگوریتم PSO در حالت پیوسته استفاده می‌شود که منجر به کاهش تعداد محاسبات می‌شود. همچنین با ترکیب آشکارسازی چند کاربره و الگوریتم HS یک آشکارساز زیر بهینه‌ی دیگر معرفی می‌گردد. نتایج شبیه‌سازی حاکی از آن است که آشکارسازی چندکاربره با الگوریتم‌های PSO و HS نسبت به آشکارسازهای سنتی و ناهمبسته‌ساز کارایی بهتری دارند. سپس کارایی گیرنده RAKE در سیستم‌های DS/CDMA در کانال‌های چند مسیره‌ی محوشونده بررسی می‌گردد و برای کاهش پیچیدگی محاسباتی از الگوریتم PSO برای آشکارسازی چند کاربره در این کانال نیز استفاده می‌شود. در این حالت برای افزایش کارایی الگوریتم PSO از آشکارساز RAKE بعنوان مقداردهی اولیه‌ی الگوریتم استفاده شده و ضرایب شتاب در این الگوریتم بصورت متغیر با زمان تعریف می‌گردد. نتایج شبیه‌سازی نشان دهنده‌ی کارایی بهتر این آشکارساز در مقایسه با آشکارساز RAKE می‌باشد. علاوه بر این استفاده از این الگوریتم‌ها در آشکارسازی چندکاربره پیچیدگی محاسباتی را از حالت نمایی به خطی کاهش می‌دهد.

کلید واژه: دسترسی چندگانه با تقسیم کد، آشکارسازی چند کاربره، تداخل دسترسی چندکاربره، تداخل بین سمبلی، الگوریتم PSO ، جستجوی هارمونی، گیرنده RAKE.

---

[1] Direct Sequence Code-Division Multiple-Access
[2] Inter-symbol interference
[3] Multiple access interference
[4] Non-deterministic Polynomial-time hard

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست اختصارات ..... ج
فهرست جدول‌ها ..... ه
فهرست شکل‌ها ..... و

فصل ۱- مقدمه ۱
۱-۱- پیشگفتار ۲
۱-۲- تاریخچه ۳
۱-۳- ساختار پایان نامه ۶

فصل ۲- سیستم‌های طیف گسترده ۸
۲-۱- مقدمه ۹
۲-۲- روش‌های دسترسی چندگانه ۱۰
۲-۳- سیستم‌های مخابرات طیف گسترده ۱۱
۲-۳-۱- مزایای طیف گسترده ۱۲
۲-۳-۲- سیستم‌های سلولی ۱۵
۲-۳-۳- مزایای سیستم‌های سلولی DS/CDMA ۱۸
۲-۳-۴- بهره پردازش ۱۹
۲-۳-۵- دنباله‌ها و سیگنال‌های شبه تصادفی ۱۹
۲-۳-۶- دنباله‌های دستیابی چندگانه طیف گسترده ۲۱
۲-۴- مدل سیستم DS/CDMA در کانال AWGN ۲۲
۲-۵- آشکارساز بهینه در حالت تک کاربره ۲۴
۲-۶- آشکارساز سنتی در حالت چندکاربره ۲۵
۲-۷- نمایش زمان گسسته سیستم همزمان CDMA ۲۶
۲-۸- کاهش تداخل چندکاربره ۲۷
۲-۹- آشکارسازی چندکاربره (MUD) ۲۸
۲-۹-۱- آشکارساز چندکاربره حداکثر تشابه برای سیستم همزمان CDMA ۲۸
۲-۹-۲- آشکارسازهای چندکاربره زیر بهینه ۳۰
۲-۹-۲-۱- آشکارساز ناهمبسته‌ساز (De-correlating) ۳۰
۲-۹-۲-۲- آشکارساز حداقل متوسط مجذور خطا(MMSE) ۳۱
۲-۹-۲-۳- حذف تداخل تفریقی ۳۲
۲-۱۰- آشکارسازی سیگنال‌های DS/CDMA در کانال‌های محوشونده چند مسیره ۳۶

۲-۱۰-۱ کانال‌های محوشونده چند مسیره ۳۶
۲-۱۰-۲- مدل سیستم DS/CDMA در کانال محوشونده ۳۷
۲-۱۰-۳- آشکارساز RAKE ۴۰
۲-۱۰-۴- آشکارساز سنتی ۴۰
۲-۱۰-۵- آشکارساز چندکاربره بهینه ۴۰
۲-۱۰-۶- آشکارسازی چندکاربره با استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی فراابتکاری ۴۱
۲-۱۱- نتایج شبیه‌سازی ۴۲
۲-۱۲- جمع بندی ۴۷
فصل ۳- آشکارسازی چند کاربره با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری ۴۸
۳-۱- مقدمه ۴۹
۳-۲- انواع مسائل بهینه‌سازی ۵۰
۳-۳- مسائل NP ۵۲
۳-۴- روش‌های فراابتکاری ۵۳
۳-۵- الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات (PSO) ۵۳
۳-۵-۱- وزن اینرسی ۵۷
۳-۵-۲- ضریب انقباض ۵۸
۳-۵-۳- الگوریتم PSO دودویی (BPSO) ۵۹
۳-۵-۴- نسخه‌ی جدیدی از الگوریتم PSO دودویی ۶۱
۳-۵-۵- تفاوت الگوریتم PSO با روش‌های مرسوم ۶۳
۳-۶- آشکارسازی در کانال AWGN با استفاده از الگوریتم PSO ۶۳
۳-۷- آشکارسازی در کانال‌های محو شونده چند مسیره با استفاده از الگوریتم PSO ۶۵
۳-۷-۱- آنالیز پیچیدگی محاسباتی الگوریتم PSO ۶۸
۳-۸- الگوریتم جستجوی هارمونی (HS) ۶۸
۳-۸-۱- الگوریتم جستجوی هارمونی اصلاح شده (IHS) ۷۱
۳-۸-۲- الگوریتم جستجوی هارمونی و ترکیب با الگوریتم PSO ۷۲
۳-۹- آشکارسازی در کانال AWGN با استفاده از الگوریتم GHS ۷۲
۳-۹-۱- آنالیز پیچیدگی محاسباتی الگوریتم HS ۷۳
۳-۱۰- نتایج شبیه‌سازی ۷۴
۳-۱۱- جمع‌بندی ۸۶
فصل ۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۸۷
۴-۱- نتیجه‌گیری ۸۸
۴-۲- پیشنهادات آینده ۹۰
فهرست مراجع ۹۱

فهرست اختصارات

AMPS	Advanced Mobile Phone Services
AWGN	Additive White Gaussian Noise
BER	Bit Error Rate
BPSK	Binary Phase Shift Keying
BPSO	Binary PSO
BS	Base Station
BTS	Base Transmision Station
CD	Conventional Detector
CDMA	Code Division Multiple Access
CFA	Constriction Factor Approach
Dec	De-correlator
DECT	Digital European Cordless Telecommunication
DS	Direct Sequence
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FFH	Fast Frequency Hopping
FH	Frequency Hopping
FM	Frequency Modulation
FSK	Frequency Shift Keying
gbest	Global best
GHS	Global-best Harmony Search
GSM	Global System for Mobile Communication
HMCR	Harmony Memory Considering Rate
HMS	Harmony Memory Size
HS	Harmony Search
IHS	Improved Harmony Search
ISI	Inter-symbol Intereference
MAI	Multiple Access Intereference
MLSE	Maximum Likelihood Sequence Estimator
MMSE	Minimum Mean Squre Error
MRC	Maximum Ratio Combining
MS	Mobile Station
m-sequences	Maximal-length sequences
MUD	Multiuser Dtection
NOMAC	Noise Modulation And Correlation
NP	Nondeterministic polynomial time
OMD	Optimum Multiuser Dtection
PAR	Pitch Adjusting Rate
pbest	Particle best
PG	Processing Gain
PHS	Personal Handyphone System
PIC	Parallel Interference Cancellation
PN	Pseudo Noise
PSO	Particle Swarm Optimization
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RTMS	Radio Telephone Mobile System
SFH	Slow Frequency Hopping

SIC	Successive Interference Cancellation
SNR	Signal to Noise Ratio
SS	Spread Spectrum
SSMA	Spread Spectrum Multiple Access
TACS	Total Access Communication System
TDMA	Time Division Multiple Access
TH	Time Hopping
TH	Time Hopping
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱ دنباله‌های گلد تولید شده توسط زوج مرجح $g_1(x) = x3 + x2 + 1$ و $g_2(x) = x3 +$ $x + 1$ ۴۴
جدول ۲-۲ دنباله‌های کازامی تولید شده با استفاده از چندجمله‌ای بنیادین $x^4 + x + 1$ ۴۴
جدول ۳-۱ پارامترهای الگوریتم PSO استفاده شده در شکل ۳-۷. ..... ۷۴
جدول ۳-۲ پارامترهای الگوریتم PSO استفاده شده در شکل ۳-۸. ..... ۷۶
جدول ۳-۳ پارامترهای الگوریتم PSO استفاده شده در شکل ۳-۱۰. ..... ۷۷
جدول ۳-۴ پارامترهای الگوریتم PSO استفاده شده در شکل ۳-۱۱. ..... ۷۹
جدول ۳-۵ پارامترهای مربوط به الگوریتم PSO استفاده شده در شکل ۳-۱۲. ..... ۷۹
جدول ۳-۶ پارامترهای مربوط به الگوریتم PSO استفاده شده در شکل ۳-۱۳. ..... ۸۱
جدول ۳-۷ پارامترهای مربوط به الگوریتم PSO استفاده شده در شکل ۳-۱۶. ..... ۸۴
جدول ۳-۸ پارامترهای مربوط به الگوریتم GHS استفاده شده در شکل ۳-۱۷. ..... ۸۵

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ طیف سیگنال قبل و بعد از گسترش..... ۲
شکل ۲-۱ روش‌های دسترسی چندگانه..... ۱۱
شکل ۲-۲ مثالی از یک الگوی پرش فرکانسی..... ۱۵
شکل ۲-۳ شمای بلوکی یک سیستم CDMA..... ۲۳
شکل ۲-۴ شمای بلوکی آشکارساز سنتی..... ۲۵
شکل ۲-۵ شمای بلوکی آشکارساز ناهمبسته‌ساز..... ۳۱
شکل ۲-۶ شمای بلوکی آشکارساز MMSE..... ۳۲
شکل ۲-۷ شمای بلوکی یک آشکارساز SIC..... ۳۳
شکل ۲-۸ یک بخش از آشکارساز PIC برای K عدد کاربر..... ۳۵
شکل ۲-۹ مدار شیفت رجیستری معادل برای تابع مولد $g(D) = D5 + D4 + D2 + D + 1$..... ۴۲
شکل ۲-۱۰ دنباله‌ی تولید شده‌ی متناظر با تابع مولد $g(D) = D5 + D4 + D2 + D + 1$..... ۴۳
شکل ۲-۱۱ تابع خود همبستگی یک دنباله‌ی m بطول..... ۴۳
شکل ۲-۱۲ نمودار BER بر حسب SNR برای آشکارسازهای سنتی و ناهمبسته‌ساز در کانال AWGN با ۶ کاربر. ۴۵
شکل ۲-۱۳ نمودار BER بر حسب SNR برای کاربر اول با استفاده از آشکارساز RAKE در کانال دو مسیره با دو کاربر فعال..... ۴۶
شکل ۳-۱ یک گروه از ماهی‌ها که خطر یک شکارچی را پشت سر می‌گذارد..... ۵۳
شکل ۳-۲ نمایش مسیر حرکت ذرات در الگوریتم PSO..... ۵۵
شکل ۳-۳ فلوچارت الگوریتم PSO..... ۶۰
شکل ۳-۴ تابع Sigmoid..... ۶۱
شکل ۳-۵ مدل سیستم برای آشکارسازی چند کاربره با استفاده از الگوریتم PSO در کانال AWGN..... ۶۴
شکل ۳-۶ مدل سیستم CDMA در کانال محوشونده‌ی چند مسیره و آشکارسازی با الگوریتم PSO..... ۶۶
شکل ۳-۷ نمودار SNR-BER در کانال AWGN با ۶ کاربر..... ۷۴
شکل ۳-۸ کارایی آشکارسازهای سنتی و ناهمبسته‌ساز و آشکارسازی با الگوریتم PSO با مقدار اولیه‌های مختلف در کانال AWGN با ۶ کاربر..... ۷۶
شکل ۳-۹ نمودار BER برای آشکارسازهای سنتی و ناهمبسته‌ساز و آشکارسازی با الگوریتم PSO در حالت پیوسته..... ۷۷
شکل ۳-۱۰ نمودار BER برای V_{max} های مختلف..... ۷۸
شکل ۳-۱۱ نمودار BER بر حسب انرژی کاربران تداخلی نسبت به کاربر مطلوب در کانال AWGN با ۴ کاربر. ۷۹
شکل ۳-۱۲ نمودار SNR-BERدر کانال ۲ مسیره‌ی محو شونده برای آشکارساز سنتی و آشکارسازی با الگوریتم PSO در حالت‌هایی که ضرایب شتاب ثابت و متغیر با زمان هستند..... ۸۱
شکل ۳-۱۳ کارایی الگوریتم PSO در کانال ۲ مسیره‌ی محو شونده برای اندازه‌های مختلف جمعیت ذره‌ها..... ۸۲

شکل ۳-۱۴ کارایی آشکارساز RAKE و آشکارسازی با الگوریتم PSO در کانال محو شونده‌ی ۲ مسیره بر حسب انرژی کاربر تداخلی نسبت به کاربر مطلوب..... ۸۲
شکل ۳-۱۵ کارایی آشکارساز RAKE و آشکارسازی با الگوریتم PSO در کانال محو شونده‌ی ۲ مسیره بر حسب تعداد کاربران..... ۸۳
شکل ۳-۱۶ کارایی آشکارسازهای سنتی و ناهمبسته‌ساز و آشکارسازی با نسخه‌ی جدید الگوریتم PSO در کانال AWGN با ۶ کاربر..... ۸۴
شکل ۳-۱۷ کارایی آشکارسازهای سنتی و ناهمبسته‌ساز و آشکارسازی با الگوریتم GHS در کانال AWGN با ۶ کاربر..... ۸۵

فصل ۱- مقدمه

پیشگفتار

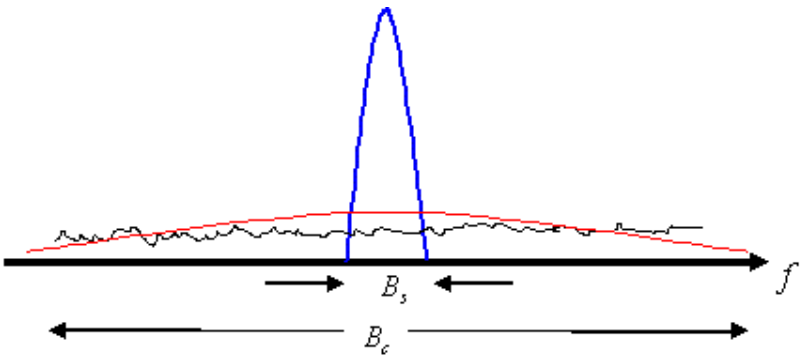
تاریخچه

ساختار پایان نامه

۱-۱- پیشگفتار

طیف فرکانسی رادیویی به عنوان یک منبع ارزشمند در مخابرات محسوب می‌گردد. در هر کاربرد تنها بخشی از باندهای فرکانسی مناسب آن مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما با فراگیر شدن سرویس‌های جدید مخابراتی، تقاضا برای طیف فرکانسی به شدت افزایش یافته است. روش‌هایی که باند فرکانسی را بین کاربران به اشتراک می‌گذارند روش‌های دسترسی چندگانه نامیده می‌شوند. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش دسترسی چندگانه به روش تقسیم کد با استفاده از دنباله مستقیم اشاره نمود. در این سیستم‌ها به هر کاربر کد مشخصی اختصاص داده شده و کاربران مختلف بطور همزمان و در باند فرکانسی یکسان سیگنال خود را ارسال می‌کنند. نحوه اختصاص کد در حوزه زمان بدین صورت است که کد در شکل پالس اطلاعات ضرب می‌شود؛ و عرض باند پالس ارسالی بسیار بیشتر از عرض باند شکل پالس اطلاعات می‌باشد که آن را سیستم طیف گسترده[1] (SS) می‌نامند، بنابراین ایده‌ی اصلی در روش طیف گسترده تبدیل یک سیگنال با عرض باند B_s به سیگنال نویز مانند با عرض خیلی زیادتر B_c است که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. اگر فرض شود که توان ارسالی سیگنال طیف گسترده برابر با توان سیگنال اصلی (P) است آنگاه چگالی طیف توان سیگنال گسترده شده $P(B_s/B_c)$ خواهد بود که B_c/B_s را بهره‌ی پردازش(PG[2]) می‌نامیم. مشاهده می‌شود که انرژی سیگنال در پهنای باندی بزرگتر از نرخ اطلاعات پخش می‌شود.

از روش‌های موجود برای گسترش طیف سیگنال دو روش متداول آن عبارتند از : ۱- دنباله مستقیم (DS[3]) ۲- پرش فرکانسی(FH[4]). در روش دنباله مستقیم، گسترش فرکانسی با ضرب سیگنال اطلاعات در یک رشته‌ی دودویی[5] به دست می‌آید. اما در روش پرش فرکانسی، پهنای باند موجود کانال به تعداد



شکل ۱-۱ طیف سیگنال قبل و بعد از گسترش [۱].

[1] Spread Spectrum
[2] Processing Gain
[3] Direct Sequence
[4] Frequency Hopping
[5] Binary

زیادی شکاف‌های فرکانسی به هم پیوسته تقسیم می‌شود و سیگنال ارسالی در هر بازه‌ی زمانی سیگنال‌دهی یک یا تعداد بیشتری از شکاف‌های فرکانسی موجود را اشغال می‌کند [۲]. توضیحات بیشتر در فصل بعدی ارائه می‌شود.

۱-۲- تاریخچه

ایده‌های اولیه تکنیک طیف گسترده به سال ۱۹۳۵ باز می‌گرددکه دو مهندس آلمانی برای ثبت روشی اقدام کردند تا سیگنال صحبت را از طریق ادغام با سیگنال نویز مانندی که توسط یک مولد چرخشی ایجاد می‌شد، پنهان می‌ساخت. گیرنده نیز شامل مولد چرخشی دیگر بود که با فرستنده هماهنگ بوده و از آن برای بازسازی سیگنال صحبت استفاده می‌شد.

در خلال جنگ جهانی دوم استفاده از امواج رادیویی برای هدایت موشک‌ها فزونی یافت، ولی مشکل اصلی از آنجا ناشی می‌شد که این امواج به سادگی توسط دشمن قابل شناسایی بود و با ایجاد تداخل عمدی، کارایی خود را از دست می‌داد. این مسأله موجب شد که در سال ۱۹۲۴ روشی به ثبت رسد که آن را سیستم مخابرات سری نامیدند. در این سیستم فرکانس حامل بین فرستنده و گیرنده بر طبق یک الگوی تصادفی ولی از پیش تعیین شده تغییر می‌کرد و بنابراین امکان شناسایی و ایجاد تداخل را از دشمن می‌گرفت. در هر حال همزمانی بین فرستنده و گیرنده مشکلات بسیاری ایجاد می‌کرد که سبب شد تا از این روش در طول جنگ استفاده نگردد.

در اوایل دهه شصت بود که نام طیف گسترده به ادبیات سیستم‌های مخابراتی وارد گردید، ولی همچنان آزمایش‌ها و فعالیت‌های تحقیقاتی در این زمینه محرمانه و برای مقاصد و کاربردهای نظامی بود و تنها چند مرکز تحقیقاتی و دانشگاهی در مورد آن فعالیت داشتند. در اواسط دهه هشتاد ارتش امریکا تکنولوژی طیف گسترده را غیر نظامی اعلام کرد و این موجب شد تا استفاده از طیف گسترده در حوزه‌ی تجاری نیز کاربرد پیدا کند.کاربردهای تجاری طیف گسترده مشخصات متفاوتی با کاربردهای نظامی دارد. در کاربرد نظامی بیشتر توجهات به تداخل عمدی معطوف بود ولی در کاربردهای تجاری تکیه بر کارایی فرکانسی، قابلیت اطمینان، پیچیدگی و قیمت سیستم است. سیستم‌های دسترسی چندگانه به روش تقسیم کد با استفاده از دنباله مستقیم (DS/CDMA) متداول‌ترین کاربرد ارتباطات مخابراتی طیف گسترده هستند.

در سیستم‌های مخابرات سیار پدیده محوشوندگی چند مسیره[1] که ناشی از وجود اثر محوشوندگی در مسیرهای مختلف بین فرستنده و گیرنده متحرک است یک محدودیت اساسی را در عملکرد سیستم

[1] Multipath fading

بوجود می‌آورد. سیستم DS/CDMA روش موثری برای مقابله با این اثر است. از دیگر مزایای این سیستم، داشتن امنیت ذاتی و ظرفیت بالاتر نسبت به سیستم‌های TDMA و FDMA می‌باشد.
آشکارساز سنتی برای سیستم‌های DS/CDMA در کانال AWGN[1]، آشکارساز تک کاربره[2] است که شامل فیلترهای منطبق با کد گسترده کننده کاربران است. در این گیرنده از اطلاعات کاربران دیگر برای آشکارسازی کاربر مطلوب استفاده نمی‌شود.

در کانال محوشونده چند مسیره نیز آشکارساز RAKE به کار می‌رود که در آن خروجی فیلترهای منطبق بر تاخیر یافته کدهای کاربران که ناشی از مسیرهای مختلف می‌باشند به روش MRC باهم ترکیب می‌شوند. این گیرنده‌ها در حالتی که تنها یک کاربر وجود داشته باشد بهینه هستند.
در این سیستم‌ها به دلیل مشکلات طراحی و تاخیرهای متفاوت بین گیرنده و فرستنده که ناشی از مسیرهای مختلف است، خاصیت تعامد کدها به صورت ایده‌آل عملا امکان‌پذیر نیست. بعبارت دیگر نمی‌توان کدهایی را بدست آورد که به ازای تمام تاخیرها بر هم عمود باشند. بنابراین دو اشکال عمده در آشکارسازی سنتی وجود داردکه ناشی از عدم تعامد کدهای کاربران است و باعث کاهش کارایی سیستم می‌شود:

- تداخل ناشی از کاربران دیگر[3](MAI) که با افزایش تعداد کاربران فعال کارایی سیستم را پایین می‌آورد.
- اثر دور- نزدیک[4] که حتی اگر تعداد کاربران کم باشد ولی قدرت‌های دریافتی از کاربران دیگر زیاد باشد باز کارایی سیستم را پایین می‌آورد [۳].

برای مقابله با این دو مشکل، آشکارسازی چند کاربره[5] پیشنهاد شده است. در این روش از اطلاعات کاربران دیگر نیز برای کاهش اثر تداخل استفاده می‌کنند. در آشکارساز چندکاربره بهینه از تابع شباهت[6] استفاده می‌شود در این آشکارساز با داشتن سیگنال دریافتی دنباله ارسالی را طوری تخمین می‌زنند که بیشترین شباهت را به دنباله‌ی ارسالی داشته باشد. آشکارساز بهینه عمل جستجو را بر روی تمام ترکیبات ممکن دنباله‌های ارسالی انجام می‌دهد بنابراین پیچیدگی آن متناسب با تعداد کاربران بصورت نمایی می‌باشد که برای کاربران با تعداد زیاد مقرون به صرفه نیست و بنابراین استفاده از آن در سیستم‌های عملی امکان‌پذیر نمی‌باشد. به همین دلیل آشکارسازهای زیر بهینه متعددی پیشنهاد شده‌اند که پیچیدگی کمتری نسبت به آشکارساز بهینه دارند.

[1] Additive White Gaussian Noise
[2] Single user
[3] Multiple Access Interference
[4] Near-Far
[5] Multiuser detection
[6] Likelihood