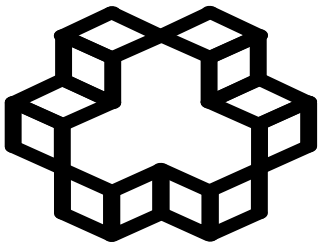


تأسیس ۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی برق

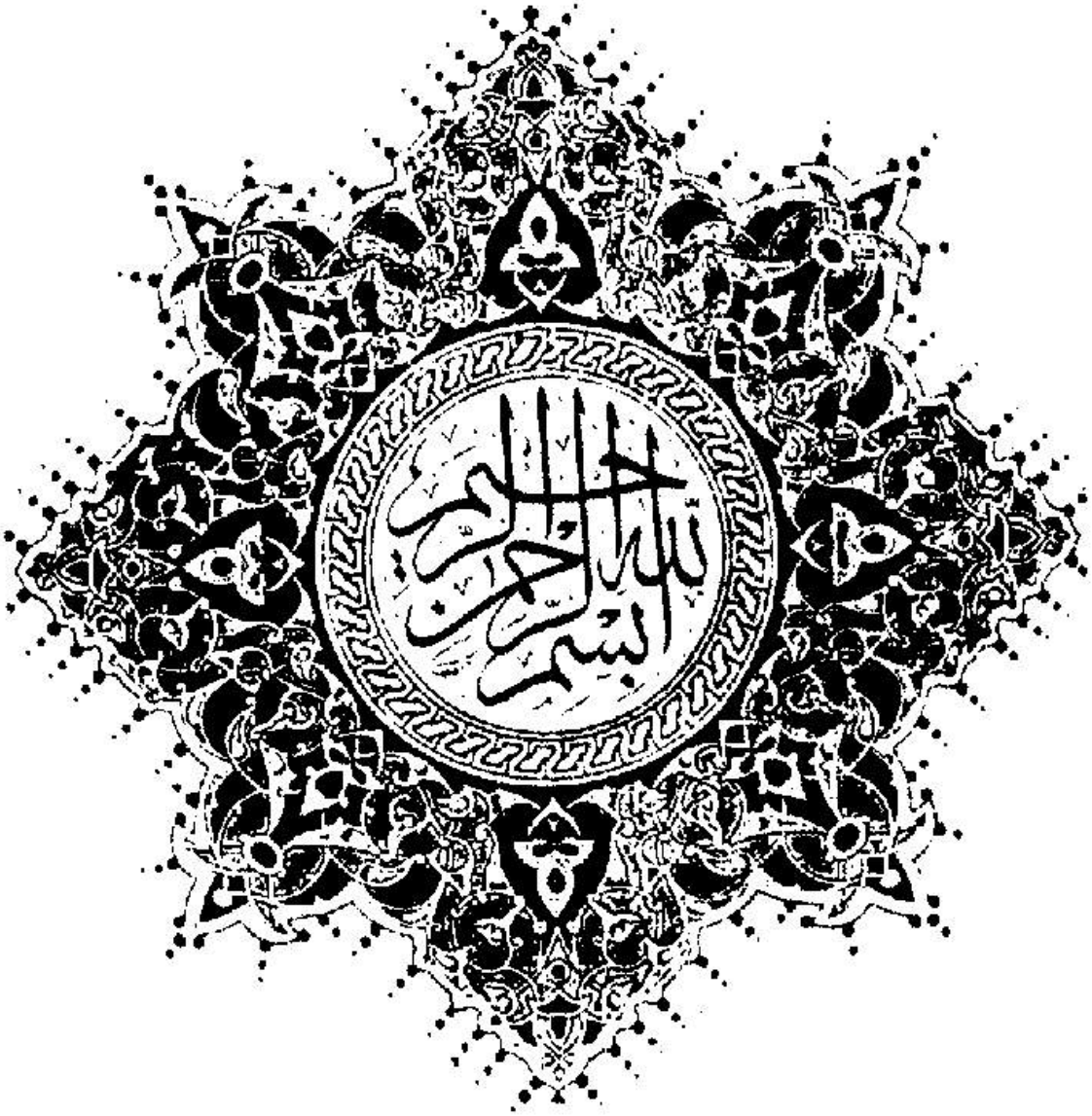
پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق – مخابرات سیستم

شبیه سازی و تحلیل تکنیک BSS در جداسازی سیگنال جمر از سیگنال طیف گسترده

استاد راهنما: دکترمهرداد اردبیلی پور

نگارش: محمد منظم

بهمن ۱۳۸۸


بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

که بی‌چشمداشت توانایی جبران تلاش‌های بی‌دریغشان را نخواهم داشت

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
تاسیس ۱۳۰۷

تأییدیه هیأت داوران

شماره:
تاریخ:

هیأت داوران پس از مطالعه پایان‌نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان‌نامه تهیه شده تحت عنوان :

شبیه سازی و تحلیل کلاسیک BSS در جداسازی سیگنال چهره از سیگنال ظرف گسترده

توسط آقای / خانم حمید منظم ، صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق - مخابرات گرایش سیستم در تاریخ ۱۳۸۸/۱۲/۱۵ مورد تأیید قرار می‌هند.

۱- استاد راهنمای اول	جناب آقای / ~~سرکار خانم~~ دکتر مهرداد اردبیلی پور	امضاء
۲- استاد راهنمای دوم	جناب آقای / سرکار خانم دکتر	امضاء
۳- استاد مشاور	جناب آقای / سرکار خانم دکتر	امضاء
۴- ممتحن داخلی	جناب آقای / ~~سرکار خانم~~ دکتر سالاری	امضاء
۵- ممتحن خارجی	جناب آقای / ~~سرکار خانم~~ دکتر ابوالحسن	امضاء
۶- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده	جناب آقای / سرکار خانم دکتر	امضاء

تاسیس ۱۳۰۷ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	**اظهارنامه دانشجو**	شماره: تاریخ:

اینجانب محمد منظم دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته مهندسی برق - مخابرات

گرایش سیستم دانشکده برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در پایان‌نامه با عنوان

شبیه سازی و تحلیل تکنیک BSS در جداسازی سیگنال چهره از سیگنال طیف گسترده

با راهنمایی استاد محترم جناب آقای / ~~سرکار خانم~~ دکتر مهرداد اردبیلی پور، توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت واصالت مطالب نگارش شده در این پایان‌نامه مورد تأیید می‌باشد، و در مورد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. بعلاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان نامه تا کنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه چارچوب (فرمت) مصوب دانشگاه را بطور کامل رعایت کرده‌ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ: ۸۸/۱۲/۱۸

بسمه تعالی

تاسیس ۱۳۰۷ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	**حق طبع و نشر و مالکیت نتایج**	**شماره:** **تاریخ:**

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان‌نامه متعلق به نویسنده آن می‌باشد. هرگونه کپی برداری بصورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده ..... دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می‌باشد.

ضمناً متن این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می‌باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.

همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مراجع مجاز نمی‌باشد.

*** توجه:**

این فرم می‌بایست پس از تکمیل، در نسخ تکثیر شده قرار داده شود.

با تشکر از همکاری استاد ارجمند

دکتر مهرداد اردبیلی پور

و **مرکز تحقیقات مخابرات ایران**، که این پروژه را طی قرارداد ۱۹۳۳۵/۵۰۰ تحت حمایت مالی قرار داد.

بسمه تعالی

چکیده

حذف جمینگ یا تداخل عمدی در سیستم های ارتباطی طیف گسترده از اهمیت زیادی برخوردار است. این موضوع بخصوص در سیستم های طیف گسترده پرش فرکانس که در مخابرات نظامی کاربرد زیادی دارند مهمتر است. علت کاربرد سیگنال های پرش فرکانس در ارتباطات نظامی کاهش احتمال شنود و استراق سمع، مقابله با تداخلات عمدی و یا غیر عمدی و بطور کلی افزایش امنیت ارسال اطلاعات نسبت به سایر سیستم های ارتباطی می باشد.

الگوریتم های جداسازی کور منابع از سالیان گذشته در حوزه پردازش سیگنال بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. کور بودن این الگوریتم ها بمعنی عدم دسترسی و یا دسترسی محدود به خصوصیات منابعی است که با یکدیگر ترکیب شده اند. این الگوریتم ها تاکنون بیشتر برای جداسازی سیگنال های مورد استفاده در رشته پزشکی، بهبود کیفیت سیگنال صوت و همچنین در جداسازی تصاویر مورد استفاده قرار گرفته اند. در سال های اخیر تحقیقات گسترده ای برای بکارگیری این الگوریتم ها در مخابرات نظامی و همچنین در سیستم های ارتباطی طیف گسترده انجام شده است.

عوامل تخریب سیگنال های طیف گسترده اعم از عمدی و یا غیر عمدی انواع مختلفی دارند که از آن جمله می توان به تداخل سیگنال های باند باریک، تداخل سیگنال های موجود در یک باند فرکانسی اما با پترن

های پرش فرکانس متفاوت و مهمترین آنها جمر دنبال کننده اشاره نمود. جمر دنبال کننده در حقیقت از طریق شنود سیگنال طیف گسترده ارسالی در سیستم ارتباطی خودی، فرکانس حامل هر پرش را تخمین می زند و سیگنالی با همان فرکانس حامل به سمت گیرنده ارسال می کند که باعث افت شدید نسبت سیگنال به تداخل می شود. در این پروژه چگونگی حذف انواع جمرها از سیگنال های طیف گسترده پرش فرکانس مورد بررسی قرار می گیرد.

الگوریتم هایی که برای جداسازی در این پروژه مورد استفاده قرار گرفته اند عبارتند از الگوریتم گرادیان و الگوریتم FastICA که از کاربردی ترین الگوریتم ها در حوزه جداسازی کور منابع هستند. برای انجام عمل جداسازی تعداد منابع و سنسورها با هم برابر و برابر ۲ در نظر گرفته می شوند. در نهایت مقایسه ای بین دو الگوریتم ذکر شده از لحاظ همگرایی، دقت و سرعت جداسازی انجام شده است.

حذف سیگنال جمر از سیگنال طیف گسترده پرش فرکانس با استفاده از تکنیک های جداسازی کور منابع موضوع جدیدی است که در این پروژه به آن پرداخته شده است. حذف جمر برای بدترین حالت جمر یعنی جمر دنبال کننده و درحالتیکه جمر دنبال کننده سیگنال تخریب کننده خود را در کل پهنای باند یک کانال فرکانسی ارسال می کند انجام شده است. درصورتیکه اثرات جمر حذف نشود امکان بازیابی اطلاعات در گیرنده وجود ندارد. با حذف این نوع جمر با استفاده از الگوریتم FastICA در گیرنده به احتمال خطای بیت 5×10^{-5} در حالتیکه نسبت سیگنال به نویز برابر 10 dB است دست یافته ایم. احتمال خطای بیت با استفاده از الگوریتم گرادیان در همین نسبت سیگنال به نویز در حدود 10^{-4} است.

نوآوری این پروژه در حقیقت بکارگیری الگوریتم های جداسازی کور منابع برای جداسازی سیگنال های طیف گسترده پرش فرکانس است. حذف سیگنال جمر دنبال کننده از سیگنال مطلوب در سیستم ارتباطی پرش فرکانسی با استفاده از الگوریتم های جداسازی کور منابع نیز بطور خاص در این پروژه مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی

جداسازی کور منابع، سیستم طیف گسترده پرش فرکانسی، الگوریتم گرادیان، الگوریتم FastICA ، جمر دنبال کننده.

فهرست مطالب

بند	عنوان مطالب	صفحه
	فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱	هدف پایان نامه	۶
۱-۲	ساختار پایان نامه	
	فصل دوم: آشنایی با تئوری تجزیه به مؤلفه های مستقل (ICA)	۹
۲-۱	مقدمه	۱۰
۲-۲	تجزیه به مؤلفه های مستقل (ICA)	۱۳
۲-۲-۱	تعریف ICA	۱۳
۲-۲-۲	ابهامات موجود در ICA	۱۶
۲-۲-۳	تشریح ICA	۱۷
۲-۳	استقلال چیست؟	۱۹
۲-۳-۱	تعاریف و خصوصیات اولیه	۱۹
۲-۳-۲	متغیرهای ناهمبسته همیشه مستقل نیستند	۲۰
۲-۳-۳	چرا اجزاء مستقل اصلی نباید توزیع نرمال داشته باشند؟	۲۰
۲-۴	اصول تخمین ICA	۲۱
۲-۴-۱	غیر گوسی مستقل است	۲۱
۲-۴-۲	معیار غیر گوسی بودن	۲۳
۲-۴-۲-۱	کشیدگی	۲۳
۲-۴-۲-۲	آنتروپی منفی	۲۷
۲-۴-۲-۳	تقریب های آنتروپی منفی	۲۸
۲-۴-۳	حداقل کردن اطلاعات متقابل	۳۰
۲-۴-۳-۱	اطلاعات متقابل	۳۰
۲-۴-۳-۲	تعریف ICA با اطلاعات متقابل	۳۱
۲-۴-۴	تخمین Maximum Likelihood	۳۲
۲-۴-۴-۱	درست نمایی	۳۲
۲-۴-۴-۲	ارتباط بین درست نمایی حداکثر و اطلاعات متقابل	۳۲
۲-۵	پردازش های اولیه برای ICA	۳۳
۲-۵-۱	تمرکز	۳۴
۲-۵-۲	سفید کردن	۳۴

۲-۵-۳	سایر پردازش های اولیه	۳۶
۲-۶	الگوریتم FastICA	۳۷
۲-۶-۱	الگوریتم FastICA برای یک جزء	۳۷
۲-۶-۲	الگوریتم FastICA برای چندین جزء	۴۰
۲-۶-۳	الگوریتم FastICA و الگوریتم حداکثر درست نمایی	۴۱
۲-۶-۲	خصوصیات الگوریتم FastICA	۴۲
۲-۷	کاربردهای ICA	۴۳
۲-۷-۱	کاهش نویز در تصاویر طبیعی	۴۳
۲-۷-۲	مخابرات	۴۵
	فصل سوم: آشنایی با سیستم های طیف گسترده	۴۸
۳-۱	مقدمه	۴۸
۳-۲	سیستم های طیف گسترده دنباله مستقیم (DSSS)	۴۹
۳-۳	سیستم های طیف گسترده پرش فرکانس (FHSS)	۵۳
۳-۴	آشنایی با جمر دنبال کننده	۶۰
۳-۴-۱	تعریف جمر دنبال کننده	۶۰
۳-۴-۱-۱	پیکربندی جمر دنبال کننده و حفاظت هندسی در برابر آن	۶۲
۳-۴-۱-۲	شکل موج در نظر گرفته شده برای تحلیل مخابراتی جمر دنبال کننده	۶۳
۳-۴-۱-۳	چگونگی محاسبه فرکانس هر hop توسط جمر	۶۴
۳-۴-۱-۴	آنالیز ریاضی	۶۶
۳-۴-۱-۵	بهره وری در ایجاد خطا در سیستم های پرش فرکانس سریع	۶۹
۳-۴-۱-۶	بهره وری در ایجاد خطا در سیستم های پرش فرکانس کند	۷۰
۳-۴-۲-۶	طراحی یک سیستم برای مقابله با جمر دنبال کننده	۷۱
	فصل چهارم: الگوریتم های استفاده شده برای جداسازی و حذف جمر	۷۳
۴-۱	اصول الگوریتم گرادیان	۷۴
۴-۱-۱	تحلیل حداقل کردن اطلاعات متقابل در الگوریتم گرادیان	۷۶
۴-۱-۲	بدست آوردن الگوریتم یادگیری در الگوریتم گرادیان	۷۸
۴-۲	الگوریتم FastICA	۸۲
۴-۲-۱	استخراج الگوریتم FastICA برای تخمین سیگنال منابع	۸۲
	فصل پنجم: ارزیابی الگوریتم های جداسازی سیگنال جمر از سیگنال مطلوب به کمک شبیه سازی	۸۶

۵-۱ جداسازی سیگنال های پرش فرکانس مستقل از لحاظ باند فرکانسی ۸۸
۵-۲ جداسازی سیگنال های پرش فرکانس مستقل از لحاظ پترن پرش فرکانسی ۹۰
۵-۳ حذف جمر دنبال کننده از سیگنال پرش فرکانس ۹۲
۵-۴ بررسی اثر نوع سیگنال نامطلوب بر الگوریتم های جداسازی استفاده شده ۹۴
۵-۵ بررسی میزان اثر پهنای باند بر الگوریتم های جداسازی استفاده شده ۹۶
۵-۶ بررسی اثر میزان نرخ پرش بر الگوریتم های جداسازی استفاده شده ۹۸
فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۰۰
۶-۱ نتیجه گیری ۱۰۱
۶-۲ پیشنهادات
مراجع ۱۰۲

فهرست شکل ها

شماره شکل	عنوان شکل	صفحه
۱-۱	بلوک دیاگرام سیستم ترکیب کننده و جداساز خطی	۵
۱-۲	بلوک دیاگرام سیستم ترکیب کننده و جداساز کانولوشنی	۵
۲-۱	سیگنال های اصلی	۱۱
۲-۲	ترکیب های دریافتی از سیگنال های مبدأ	۱۲
۲-۳	تخمین سیگنال های اصلی تنها با استفاده از اطلاعات موجود در سیگنال های دریافتی	۱۳
۲-۴	توزیع مشترک اجزاء مستقل s_1 یا s_2 با توزیع های یکنواخت (محور افقی s_1، محور عمودی s_2)	۱۷
۲-۵	توزیع مشترک ترکیب های دریافتی یعنی x_1 و x_2 (محور افقی x_1، محور عمودی x_2)	۱۸
۲-۶	توزیع چند متغیری[۱] دو متغیر تصادفی گوسی مستقل	۲۱
۲-۷	تابع چگالی احتمال برای توزیع لاپلاس (برای مقایسه توزیع گوسی با نمودار خط چین نشان داده شده است)	۲۵
۲-۸	توزیع مشترک ترکیب های سفید شده	۳۶
۲-۹	اجزاء مستقل پنجره های یک تصویر	۴۴
۳-۱	(a) شکل موج نمونه برای مدولاسیون داده، (b) شکل موج گسترش	۵۰
۳-۲	بلوک دیاگرام سیستم طیف گسترده دنباله مستقیم با مدولاسیون PSK: (a) فرستنده، (b) گیرنده [۴۶]	۵۱
۳-۳	طیف سیگنال مطلوب و تداخل: (a) ورودی فیلتر باند وسیع، (b) ورودی دمدولاتور	۵۲
۳-۴	پترن پرش فرکانس	۵۳
۳-۵	شکل کلی یک سیستم پرش فرکانس: (a) فرستنده، (b) گیرنده [۴۶]	۵۵
۳-۶	استفاده از رمزنگاری برای کنترل امن سنتز کننده فرکانس	۵۷
۳-۷	بازه زمانی یک پالس پرش فرکانس	۵۸
۳-۸	نمایش پیکربندی جمر دنبال کننده نسبت به فرستنده و گیرنده اصلی	۶۳
۳-۹	بلوک دیاگرام مدار محاسبه گر فرکانس جمر	۶۵
۳-۱۰	نمودار p_{hc} بعنوان تابعی از N_b	۶۷
۳-۱۱	نمودار سیگنال به نویز دریافتی مورد نیاز برای رسیدن به $p_{hc}=0.5$ بر حسب N_b و برای مقادیر ثابت بهره پردازشی	۶۹

[۱] Multivariate Distribution

۴-۱ بلوک دیاگرام ساده سیستم ترکیب کننده و سیستم جداساز در مسئله تجزیه به مؤلفه های مستقل ۷۵
۴-۲ بلوک دیاگرام یک شبکه عصبی بازگشتی ۸۱
۴-۳ بلوک دیاگرام الگوریتم FastICA ۸۶
۵-۱ مشخصه احتمال خطا بر حسب نسبت سیگنال به نویز برای سیگنال مطلوب ۸۹
۵-۳ مشخصه احتمال خطا بر حسب نسبت سیگنال به نویز برای سیگنال مطلوب ۹۳
۵-۴ مشخصه احتمال خطا بر حسب نسبت سیگنال به نویز برای سیگنال مطلوب در حالت های مختلف جمر (الگوریتم FastICA) ۹۴
۵-۵ مشخصه احتمال خطا بر حسب نسبت سیگنال به نویز برای سیگنال مطلوب در حالت های مختلف جمر (الگوریتم Gradient) ۹۵
۵-۶ مشخصه احتمال خطا بر حسب نسبت سیگنال به نویز برای سیگنال مطلوب برای مقادیر مختلف پهنای باند جمر (الگوریتم FastICA) ۹۶
۵-۷ مشخصه احتمال خطا بر حسب نسبت سیگنال به نویز برای سیگنال مطلوب برای مقادیر مختلف پهنای باند جمر (الگوریتم Gradient) ۹۷
۵-۸ مشخصه احتمال خطا بر حسب نسبت سیگنال به نویز برای سیگنال مطلوب برای مقادیر مختلف نرخ پرش (الگوریتم FastICA) ۹۸
۵-۹ مشخصه احتمال خطا بر حسب نسبت سیگنال به نویز برای سیگنال مطلوب برای مقادیر مختلف نرخ پرش (الگوریتم Gradient) ۹۹

علائم اختصاری

AWGN	Additive White Gaussian Noise
BER	Bit Error Probability
BPF	Bandpass Filter
BSS	Blind Source Separation
CDMA	Code Division Multiple Access
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
EVD	Eigenvalue Decomposition
FastICA	Fast Independent Component Analysis
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
FJ	Follower Jammer
ICA	Independent Component Analysis
NCFSK	Non Coherent Frequency Shift Keying
PDF	Probability Density Function
SJR	Signal to Jammer Ratio
SNR	Signal to Noise Ratio
ToD	Time of Day

فصل اول

مقدمه

فصل اول

مقدمه

سیستم های ارتباطی طیف گسترده[1] پس از پیدایش بدلیل ویژگی های خاصشان، در کاربردهای مختلف مخابراتی بسیار مورد استفاده قرار گرفته اند. امنیت بالا در ارسال اطلاعات و توانایی مقابله با تداخلات عمدی و غیر عمدی از دلایل رویکرد به این سیستم های ارتباطی است [۱]. مخابرات نظامی یکی از عرصه هایی است که سیستم های طیف گسترده بخصوص سیستم های پرش فرکانس[2] در آن بروز و ظهور فراوانی داشته اند. کاهش احتمال استراق سمع و مخفی بودن سیستم ارتباطی از دید دشمن از جمله ویژگی هایی است که متولیان مخابرات نظامی همواره بدنبال ایجاد آنها در ارسال اطلاعات بوده اند. این ویژگی ها در سیستم های طیف گسترده بدلیل گسترش پهنای باند سیگنال ارسالی بر روی یک باند وسیع و پایین آمدن سطح سیگنال از سطح نویز وجود دارد.

یک مسئله مهم در همه سیستم های ارتباطی مسئله تداخل[3] است زیرا تداخل باعث کاهش کیفیت دریافت اطلاعات می شود. این تداخل می تواند بصورت غیر عمدی و یا عمدی (جمر) باشد. همواره روش هایی برای جلوگیری از بروز تداخل (مخصوصاً در تکنیک های دسترسی چندگانه[4]) و یا مقابله با آن در سیستم های ارتباطی مورد استفاده قرار می گیرد. در مخابرات نظامی برخورد با اثرات تداخل بخصوص جمر اهمیت فراوانی دارد زیرا اطلاعاتی که در سیستم های ارتباطی نظامی رد و بدل می شود بلحاظ کاربرد بسیار مهم هستند و معمولاً در شرایط و مأموریت های بحرانی[5] مورد استفاده قرار می گیرند. اهمیت فراوان این اطلاعات باعث می

[1] Spread Spectrum Communication Systems
[2] Frequency Hop
[3] Interference
[4] Multiple Access Schemes
[5] Mission Critical

شود که دشمن با بکارگیری ابزار و روش های مختلف سعی در ایجاد خلل در شبکه های ارتباطی نظامی داشته باشد.

همانطور که اشاره شد سیستم های طیف گسترده بخاطر ویژگی های ذاتیشان درجه ای از امنیت را در انتقال اطلاعات در شبکه های ارتباطی نظامی فراهم می کنند. اما سیستم های جمری وجود دارد که می توانند با استفاده از تکنیک هایی ویژگی های ذکر شده را از بین ببرند و بکلی سیگنال طیف گسترده را تخریب کنند. یکی از این سیستم های جمر، جمر دنبال کننده[1] است[۲] که بر علیه سیستم های طیف گسترده پرش فرکانس مورد استفاده قرار می گیرد. روند کار این جمر به این صورت است که ابتدا سیگنال پرش فرکانس را شنود و فرکانس حامل پرش را تخمین می زند. سپس سیگنال تخریب کننده را با همان فرکانس حامل تخمین زده شده ارسال می کند. البته مسئله مهم اینستکه سیگنال تخریب کننده با این فرکانس حامل در همان زمانی به گیرنده مورد نظر برسد که سیگنال اصلی با فرکانس حامل مشابه به آن می رسد. فرآیند شنود، تخمین و ارسال سیگنال تخریب کننده برای همه پرش ها تکرار می شود در نتیجه شدیداً کیفیت سیگنال دریافتی در گیرنده را کاهش می دهد.

جداسازی کور منابع[2] یکی از زمینه هایی است که در حوزه پردازش سیگنال بسیار مورد توجه قرار گرفته است. این مسئله برای اولین بار در سال های آغازین دهه ۱۹۸۰ میلادی توسط J.Herault ، C.Jutten و B.Ans [۳، ۴، ۵] زمانیکه بر روی سیگنال های بیولوژیکی کار می کردند[۶] معرفی شد. مسئله جداسازی کور منابع در واقع بدنبال بازیابی سیگنال های ترکیب شده از روی سیگنال های دریافتی در یک یا چندین سنسور است. در بیشتر موارد اطلاعات چندانی از نوع سیگنال های ترکیب شده و نیز چگونگی ترکیب آنها وجود ندارد. در نگاه اول ممکن است جداسازی کور منابع یک مسئله سخت و غیر قابل حل بنظر برسد ولی با در نظر گرفتن یکسری فرضیات می توان این مسئله را حل کرد. کاربردهای جداسازی کور منابع متنوع است [۷]. هدف ما در

[1] Follower Jammer
[2] Blind Source Separation

این پروژه بکارگیری این تکنیک ها برای حذف جمر (که در بدترین حالت می تواند از نوع جمر دنبال کننده باشد) از سیگنال طیف گسترده پرش فرکانس است.

یکی از مهمترین و معروفترین تکنیک هایی که برای جداسازی کور منابع مورد استفاده قرار می گیرد، تکنیک تجزیه به مؤلفه های مستقل[1] (ICA) است [۸]. در این تکنیک فرض می شود سیگنال هایی که با هم ترکیب می شوند بلحاظ آماری مستقل هستند. در حقیقت مستقل بودن سیگنال منابع اصل و پایه روش تجزیه به مؤلفه های مستقل است. در این روش غیر گوسی بودن[2] توزیع سیگنال منابع بعنوان شرط استقلال بیان می شود. سپس معیارهایی برای غیر گوسی بودن توزیع سیگنال ها مطرح می شود. الگوریتم های مختلفی بر مبنای معیارهای غیر گوسی بودن برای جداسازی کور منابع وجود دارد که در فصول آینده به شرح آنها می پردازیم. در این پروژه از تکنیک ICA برای حذف جمر استفاده می کنیم.

یکی دیگر از مسائلی که در جداسازی کور منابع اهمیت فراوانی دارد نحوه ترکیب سیگنال منابع است. در عمل نحوه ترکیب سیگنال ها در محیط واقعی برای ما ناشناخته است اما برای بازیابی سیگنال ها لازم است مدل هایی برای ترکیب در نظر بگیریم. تحقیقات زیادی برای اینکه این مدل ها به آنچه در عمل رخ می دهد نزدیک شود صورت می گیرد. می توان مدلهای ترکیب سیگنال ها را به دو دسته اصلی تقسیم بندی کرد؛ مدل های خطی و مدل های غیر خطی [۱۰،۹] . مدل های ترکیب خطی شامل مدل های ترکیب لحظه ای[3] [۱۱] و مدل های ترکیب کانولوشنی[4] [۱۴،۱۳،۱۲] می شوند. در شکل های (۱-۱) و (۲-۱) بترتیب بلوک دیاگرام سیستم ترکیب کننده خطی و کانولوشنی در کنار سیستم جداساز آنها نشان داده شده است.

[1] Independent Component Analysis
[2] Nongaussianity
[3] Instantaneous mixtures
[4] Convolutional mixtures