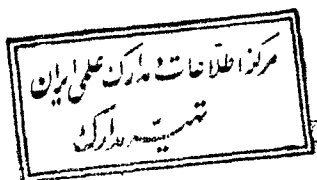


بنام خدا



جنگ الکترونیک

و

بکارگیری الگوریتم RLS برای حذف اختلال

رویا دوست نژاد

پایان نامه تحصیلی برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته

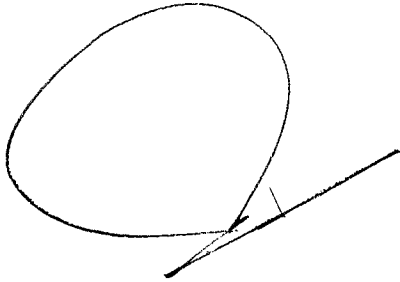
مهندسی مخابرات



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده برق و کامپیوتر

آبان ماه ۱۳۷۰

کیفیت و ارزش گزارش حاضر بعنوان پایان نامه کارشناسی ارشد مورد تأیید است .



دکتر حسین علوی (استاد راهنمای تحقیق)

کیفیت و ارزش گزارش حاضر بعنوان پایان نامه کارشناسی ارشد مورد تأیید است .



دکتر علی محمد دوست حسینی (استاد مشاور تحقیق)

بایادوسپاس از :

پدرم که اولین معلم من در زندگی بود.

و تقدیم به :

مادرم که هر آن چه دارم از یرتو وجودا وست .

* قدردانی *

برخود لازم می‌دانم از آقای دکتر حسین علوی که در طول انجام پروژه و نیز تحریر رساله حاضر از راهنمایی‌های ارزنده ایشان بهره‌برده‌ام، صمیمانه تشکر نمایم.

همچنین از آقای دکتر علی محمد دوست حسینی که در مدت تحصیل و نیز تدوین پایان نامه مرا از کمک‌ها و راهنمایی‌های ارزشمند خود برخوردار ساختند کمال تشکر را می‌نمایم.

از آقای مهندس سید مسعود سیدی به جهت حضور در سمینار و دیگر اعضاء هیئت علمی دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه صنعتی اصفهان، آقایان دکتر محمد رضا عارف، دکتر ولی... طحانی، مهندس سعید صدری و... که در مدت تحصیل از محضرشان کسب فیض کرده‌ام، بسیار سپاسگزارم.

در ضمن از مسئولین دفتر فنی اصفهان *I.B.M* و خانم زرگری که تایپ این پایان نامه را با دقت و حوصله فراوان انجام دادند، تشکر می‌نمایم.

رؤیاد دوست نژاد

پائیز ۱۳۷۵

✱ فهرست مطالب ✱

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	فصل اول : مقدمه
۶	فصل دوم : عملیات حمایت الکترونیکی
۱۱	فصل سوم : عملیات مختل سازی الکترونیکی
۱۲	۱-۳ اختلال اکتیو
۱۳	۱-۱-۳ اختلال نویزی
۱۷	۱-۱-۳ الف) اختلال نویزی پیوسته
۲۶	۱-۱-۳ ب) پالسهای تصادفی
۲۷	۱-۱-۳ ج) اختلال با انبوهی از پالسهای معین
۲۹	۲-۱-۳ اختلال فعال فریبنده
۳۱	۳-۱-۳ اختلال نویزی هوشمند
۳۳	۲-۳ انواع روشهای ECM که در هوا بکار گرفته می شوند
۳۳	۳-۳ اختلال پسیو
۳۷	فصل چهارم : عملیات مصون سازی الکترونیکی
۳۸	۱-۴ تبیین تئوری مصونیت در قبال اختلال یک سیستم
۴۲	۲-۴ تکنیکهای ECCM در رادار
۴۳	۱-۲-۴ ECCM در فرستنده
۴۷	۲-۲-۴ ECCM در آنتن
۶۲	۳-۲-۴ ECCM در گیرنده
۷۴	۳-۴ روش اندازه گیری میزان کارآیی یک روش ECCM

فصل پنجم : فیلترهای افقی	۸۳
(۱-۵) معیار انتخاب وزن بهینه	۸۶
(۱-۱-۵) معیار حداقل متوسط مجذورخطا	۸۶
(۲-۱-۵) معیار حداکثر نمودن نسبت انرژی سیگنال به نویز	۹۳
(۳-۱-۵) معیار حداقل نمودن توان خروجی	۹۷
(۴-۱-۵) معیار حداقل نمودن تابع وزن دهی شده زمجذورخطا	۹۹
(۲-۵) حذف افقی اختلالهای لوب فرعی در رادار	۱۰۱
(۱-۲-۵) مفهوم حذف نویز افقی	۱۰۱
(۲-۲-۵) بررسی عمیقتر حذف کننده تداخل لوب فرعی	۱۰۴
(۳-۵) انواع الگوریتمهای افقی	۱۱۴
(۱-۳-۵) فیلتر ترا نسورسال افقی با استفاده از روش تخمین بردار	
گرایان	۱۱۵
(۱-۳-۵ الف) الگوریتم افقی <i>LMS</i>	۱۲۰
(۱-۳-۵ ب) الگوریتم افقی هارولز-اپل بام	۱۲۶
(۱-۳-۵ ج) الگوریتم افقی فراست	۱۳۰
(۱-۳-۵ د) الگوریتم معکوس سازی توان	۱۳۳
(۲-۳-۵) فیلتر ترا نسورسال افقی با روش کاش نیوتن	۱۳۴
(۲-۳-۵ الف) الگوریتم افقی حداقل میانگین مربعات/نیوتن	۱۳۶
(۲-۳-۵ ب) الگوریتم <i>SER</i>	۱۳۷
(۳-۳-۵) پیش پردازنده گرام اشمیت	۱۴۳
(۴-۳-۵) الگوریتمهای نوسانی	۱۴۵
(۵-۳-۵) فیلتر افقی بر اساس تئوری کالمن	۱۴۶

۱۴۷	..... ۵-۳-۶) روش حداقل مجذورخطا
۱۴۹	..... فصل ششم : الگوریتمهای وفقی کالمن و آر ال اس
۱۵۰	..... ۶-۱) تئوری فیلترکالمن و کاربرد آن در فیلترهای ترانسورسال وفقی ..
۱۵۳	..... ۶-۱-۱) پیشگویی یک مرحله‌ای حالت با استفاده از فرآیند نوآوری ..
۱۵۷	..... ۶-۱-۲) فیلترکردن
	..... ۶-۱-۳) الگوریتم کالمن در ارتباط با فیلترهای ترانسورسال وفقی با
۱۶۵	..... و رودیهای ایستان
	..... ۶-۱-۴) الگوریتم کالمن در ارتباط با فیلترهای ترانسورسال وفقی با
۱۶۸	..... و رودیهای غیرایستان
۱۷۲	..... ۶-۲) روش حداقل مجذورخطا
	..... ۶-۳) فیلترهای ترانسورسال وفقی با استفاده از الگوریتم برگشتی حداقل
۱۸۲	..... مجذورخطا
۱۹۹	..... ۶-۴) تئوری الگوریتمهای سریع
۲۲۵	..... فصل هفتم : طرح وفقی یک فیلتر <i>SLC</i> و نتایج شبیه‌سازی آن
۲۲۷	..... ۷-۱-۱) مدلسازی
۲۲۷	..... ۷-۱-۱) مدلسازی سیگنال کلاتر
۲۳۲	..... ۷-۱-۲) مدلسازی نویز
۲۳۴	..... ۷-۱-۳) مدلسازی سیگنال اختلال
۲۳۶	..... ۷-۱-۴) مدلسازی اثرگیرنده رادار بر سیگنالهای دریافتی
۲۳۸	..... ۷-۱-۵) مدلسازی <i>SLC</i> با الگوریتم وفقی <i>RLS</i>
۲۴۶	..... ۷-۲) نتایج شبیه‌سازی کامپیوتری
۲۴۶	..... ۷-۲-۱) منحنی یادگیری

۲۴۸	..... ۷-۲-۱ الف) منحنی یا دگیری در آشکار سازی همفا ز
۲۶۳	..... ۷-۲-۱ ب) منحنی خطای خروجی در آشکار سازی دامنه
۲۶۵	..... ۷-۲-۲) ضریب بهبود.....
۲۶۵	..... ۷-۲-۲ الف) ضریب بهبود در آشکار سازی همفا ز
۲۷۲	..... ۷-۲-۲ ب) ضریب بهبود در آشکار سازی دامنه
۲۷۴	..... ۷-۲-۳) احتمال آشکار سازی و آثری رغلط
۲۷۵	..... ۷-۲-۳ الف) احتمال آشکار سازی و آثری رغلط در عدم حضور اختلال
	..... ۷-۲-۳ ب) احتمال آشکار سازی و آثری رغلط در حضور اختلال بدون
۲۷۶	..... استفاده از SLC
	..... ۷-۲-۳ ج) احتمال آشکار سازی و آثری رغلط در حضور اختلال و با
۲۷۸	..... بکارگیری SLC
۲۸۹	..... ۷-۳-) مقایسه عملکرد الگوریتمهای RLS و LMS
۲۹۳	..... فصل هشتم : نتیجه گیری و پیشنهادات
۲۹۶	..... ضمیمه
۳۰۶	..... فهرست مراجع

* فهرست جداول *

<u>شماره جدول</u>	<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
(۱-۴) :	روشهای $ECM/ECCM$ در رادار جستجوگر	۸۲
(۱-۶) :	روند عمل فیلتر کالمن	۱۵۹
(۲-۶) :	ارتباط فیلتر کالمن و فیلتر ترانسورسال بهینه	۱۶۱
(۳-۶) :	روند آگوریتم کالمن برای فیلترهای ترانسورسال و فقی	۱۶۳
(۴-۶) :	روند آگوریتم RLS	۱۸۸
(۵-۶) :	آگوریتم RLS سریع	۲۰۸
(۶-۶) :	آگوریتم FTF	۲۱۵
(۷-۶) :	راه اندازی دقیق آگوریتم FTF	۲۲۲
(۸-۶) :	پیچیدگی محاسباتی در آگوریتمهای LMS ، RLS ، RLS سریع	۲۲۴

* فهرست اشکال *

صفحه	عنوان	شماره شکل
۴	ارتباط بخشهای مختلف <i>EW</i>	(۱-۱)
۱۳	وضعیت نمایشگر <i>CRT</i> را دارجستجوگر	(۱-۳)
۲۰	مشخصه محدودکننده	(۲-۳)
۲۰	چگالی احتمال خروجی محدودکننده	(۳-۳)
۲۱	خروجی گیرنده درحضور اختلال نویزی مستقیم	(۴-۳)
۲۲	چگالی طیف نویزمدولاسیون و موج مدوله شده	(۵-۳)
۲۳	رابطه دامنه امواج فرکانس بالا برحسب ولتاژمدولاسیون	(۶-۳)
۲۴	رابطه ثابت کیفیت اختلال η با ضریب <i>me</i>	(۷-۳)
۲۵	تابع چگالی و طیف توان موج مدوله شده فرکانس	(۸-۳)
۲۶	پاسخ فرکانسی و خروجی یک گیرنده که روی اختلال نویزی بامدولاسیون فرکانس عمل کرده است	(۹-۳)
۳۶	تقسیم بندی انواع اختلال	(۱۰-۳)
۴۴	روش تغییر فرکانس با استفاده از <i>VCO</i>	(۱-۴)
۴۵	روش تغییر فرکانس با استفاده از سوئیچ با کنترل تصادفی	(۲-۴)
۴۸	یک فرم کلی از رشته وفقی	(۳-۴)
۵۱	یک رشته وفقی با دو المان	(۴-۴)
۵۷	روند عمل <i>SLB</i>	(۵-۴)
۵۷	نمایش دادن یک جهت و همه جهت	(۶-۴)

<u>شماره شکل</u>	<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
(۷-۴)	: کاهش حساسیت در اثر <i>SLB</i>	۵۹
(۸-۴)	: عملکرد <i>SLC</i> در یک حالت کلی	۶۰
(۹-۴)	: منحنی تغییرات احتمال آژیر غلط نسبت به چگالی نوبیز با سطح آستانه ثابت ۶۵	۶۵
(۱۰-۴)	: <i>CFAR</i> با روش متوسط گیری روی سلولها	۶۶
(۱۱-۴)	: تقویت کننده ^۶ دیک فیکس	۶۸
(۱۲-۴)	: فیلتر منطبق برای رسیدن به حداکثر انرژی سیگنال به نویز	۶۹
(۱۳-۴)	: انتگرا تورویدئو	۷۰
(۱۴-۴)	: جدا سازی تداخل از سیگنال مفید با استفاده از پنای پالس	۷۱
(۱۵-۴)	: جدا سازی تداخل از سیگنال مفید توسط پریودتکرا	۷۳
(۱۶-۴)	: پاسخ فرکانسی گیرنده ^۶ کمکی	۷۳
(۱-۵)	: نمای کلی فیلتر فوقی	۸۵
(۲-۵)	: سطح مشخصه ^۶ خطا در حالت دوبعدی	۸۸
(۳-۵)	: فیلتر ترا نسور سال	۹۰
(۴-۵)	: سیستم حذف نویز فوقی	۱۰۱
(۵-۵)	: حذف کننده ^۶ لوب فرعی	۱۰۵
(۶-۵)	: ساختار دیجیتال حذف کننده ^۶ لوب فرعی	۱۱۳
(۷-۵)	: تقریب اکسیوناسیل سری هندسی بردار وزن	۱۱۸
(۸-۵)	: پیاده سازی دیجیتال الگوریتم هاولز-اپل بام	۱۲۸
(۹-۵)	: پیاده سازی آنالوگ الگوریتم هاولز-اپل بام	۱۲۸
(۱۰-۵)	: روش کاهش نیوتن	۱۳۴
(۱۱-۵)	: پیش پردازنده ^۶ گرام اشمیت در رشته ^۶ آنتن با ۴ المان	۱۴۴
(۱-۶)	: فلوگراف الگوریتم کالمن در یک فیلتر ترا نسور سال در محیط ایستان	۱۶۲

<u>شماره شکل</u>	<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
(۲-۶)	: مدل برگشت پذیر خطی چندگانه	۱۷۳
(۳-۶)	: بیان هندسی اصل تعامد	۱۷۶
(۴-۶)	: فلوگراف آگوریتم <i>RLS</i>	۱۸۷
(۵-۶)	: انحراف تنظیم آگوریتم <i>RLS</i> در محیط غیرایستاد	۱۹۷
(۶-۶)	: محاسبه متغیرهای آگوریتم <i>FTF</i>	۲۱۲
(۱-۷)	: بلوک دیاگرام حذف و فقی اختلال در رادار	۲۲۵
(۲-۷)	: روندنمای برنامه حذف کننده و فقی تداخل لوب فرعی	۲۴۳
(۳-۷)	: رفتار آگوریتم <i>RLS</i> در حذف اختلال فریبنده ساده در حالت ورودیهای غیرمتعامد	۲۴۸
(۴-۷)	: منحنی یا دگیری آگوریتم <i>RLS</i> در حذف اختلال فریبنده ساده با ورودیهای متعامد	۲۴۹
(۵-۷)	: رفتار آگوریتم <i>RLS</i> در حذف اختلال فریبنده ساده با سیگنال مفید	۲۵۰
(۶-۷)	: اثر افزایش نویز بر عملکرد آگوریتم <i>RLS</i> در حذف اختلال فریبنده ساده	۲۵۱
(۷-۷)	: اثر خطای کوانتیزاسیون و زنها بر عملکرد آگوریتم <i>RLS</i> در حذف اختلال فریبنده ساده	۲۵۴
(۸-۷)	: تفاوت عملکرد آگوریتم <i>RLS</i> در حذف اختلال فریبنده در دو حالت استفاده از یک وزن و دو وزن برای اختلاف فازهای متفاوت	۲۵۵
(۹-۷)	: عملکرد آگوریتم <i>RLS</i> در حذف اختلال با مدولاسیون فرکانس و ورودیهای غیرمتعامد	۲۵۷
(۱۰-۷)	: عملکرد آگوریتم <i>RLS</i> در حذف اختلال با مدولاسیون فرکانس و ورودیهای متعامد	۲۵۸

<u>شماره شکل</u>	<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
(۷-۱۱)	اثر اختلاف فاصله زبین موه لفه های اختلال دو آنتن بر عملکرد آگوریتم	
۲۵۹	RLS با ورودیهای غیرمتعامد در حذف اختلال با مدولاسیون فرکانس	
(۷-۱۲)	اثر افزایش پهنای باند اختلال بر کارایی آگوریتم RLS در دو حالت	
۲۶۱	ورودیهای غیرمتعامد و متعامد فیلتر و فیلتر فوقی	
(۷-۱۳)	منحنی یادگیری آگوریتم RLS در حذف اختلال نویزی	
(۷-۱۴)	رفتار آگوریتم RLS در حذف اختلال فریبنده و نویزی در آشکارسازی	
۲۶۴	دامنه	
(۷-۱۵)	ضریب بهبود آگوریتم RLS در حذف اختلال فریبنده ساده	
(۷-۱۶)	ضریب بهبود آگوریتم RLS در حذف اختلال فریبنده ساده با سیگنال	
۲۶۸	مفید با باند محدود	
(۷-۱۷)	اثر افزایش نویز بر ضریب بهبود آگوریتم RLS در حذف اختلال	
۲۶۸	فریبنده ساده در آشکارسازی همفاصله	
(۷-۱۸)	ضریب بهبود حذف اختلال فریبنده ساده با آگوریتم فوقی RLS با	
۲۶۹	یک وزن بر حسب اختلاف فاصله زبین موه لفه های اختلال دریا فتی از دو آنتن	
(۷-۱۹)	ضریب بهبود آگوریتم RLS در حذف اختلال با مدولاسیون فرکانس ..	
۲۷۳	ضریب بهبود آگوریتم RLS در حذف اختلال نویزی	
(۷-۲۱)	ضریب بهبود آگوریتم RLS در حذف اختلال فریبنده و نویزی در	
۲۷۴	آشکارسازی دامنه	
(۷-۲۲)	احتمال آشکارسازی بر حسب انرژی سیگنال به نویز و احتمال آژیر	
۲۷۶	غلط در محیط بدون اختلال	
(۷-۲۳)	احتمال آشکارسازی بر حسب انرژی سیگنال به اختلال بدون استفاده	
۲۷۸	از SLC و برای سیگنال به نویز، (16.4 dB)	
(۷-۲۴)	احتمال آشکارسازی در خروجی SLC برای اختلال فریبنده ساده ...	
۲۸۰		

<u>شماره شکل</u>	<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
(۲۵-۷)	احتمال آژیر غلط بر حسب زمان در حضور اختلال فریبنده با استفاده از SLC	۲۸۲
(۲۶-۷)	احتمال آشکار سازی در خروجی SLC برای اختلال با مدولاسیون فرکانس	۲۸۴
(۲۷-۷)	احتمال آشکار سازی در خروجی SLC برای اختلال نویزی	۲۸۶
(۲۸-۷)	احتمال آشکار سازی در خروجی SLC برای اختلال پالسی بر حسب دوره زمانی	۲۸۸
(۲۹-۷)	مقایسه منحنی یادگیری دو الگوریتم RLS و LMS در حذف اختلال فریبنده	۲۹۰

* چکیده *

مقابله با سیگنال‌های اختلال در سیستم‌های انتقال مشتمل بر فرستنده، گیرنده و آنتن با استفاده از طیف الکترومغناطیسی در موارد مختلف مطرح است. این سیگنال‌ها در ورودی گیرنده با سیگنال مورد نظر ترکیب و موجب مختل شدن عمل گیرنده می‌شوند. بطور خاص این مسئله در رادار با خطای عمده، بدین صورت است که دشمن برای گمراه نمودن رادار، اقدام به ارسال سیگنال اختلال می‌نماید. این امر موجب کاهش احتمال آشکارسازی سیگنال اصلی و دقت گیرنده و افزایش احتمال آژیر غلط می‌شود. بنا بر این رادار باید مجهز به سیستم تصفیه سیگنال هدف از اختلال باشد. از میان روش‌های گوناگون نیل به این هدف، حذف افقی اختلال از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و الگوریتم‌های افقی مختلفی پیشنهاد شده است. با توجه به محدودیت زمان پردازش و مقادیر مطلوب احتمال آشکارسازی و آژیر غلط در رادار، سرعت همگرایی الگوریتم و میزان خطای ماندگار در خروجی فیلتر افقی مورد توجه خاص قرار می‌گیرد. با توجه به دو پارامتر فوق و همچنین پیچیدگی و هزینه قابل تحمل برای سیستم، الگوریتم افقی مناسب انتخاب می‌شود. در این رساله، انواع مختلف جمرکه در رادار مطرح هستند و روش‌های مقابله با هر کدام بیان می‌شوند. و بطور عمده بر حذف افقی اختلال در رادار توسط الگوریتم سریع بازگشتی حداقل مجذور خطا تأکید می‌گردد. این الگوریتم نوع خاصی از الگوریتم کالمن بوده و علی‌رغم پیچیدگی زیادتر، از سرعت همگرایی و دقت بسیار بالاتری نسبت به الگوریتم‌های ساده نظیر حداقل متوسط مجذور خطا برخوردار است. الگوریتم از نظر تئوری بررسی و کارآئی آن از طریق شبیه‌سازی سیگنال‌های رادار، شامل سیگنال هدف و انواع اختلال‌ها بحث شده است.