

ردیابی در جستجوگرهای رتیکلی

سید احمد مرتضوی نیر

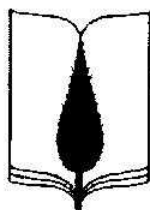
کارشناس ارشد مهندسی الکترواپتیک

دکتر علی محمودی

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر

دکتر محمد رضا عاوان

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر



انتشارات سروشکار

سرشناسه	: مرتضوی نیر، سید احمد، ۱۳۵۸-
عنوان و نام پدیدآور	: ردیابی در جستجوگرهای رتیکلی / سید احمد مرتضوی نیر، علی محمودی، محمدرضا عاروان
مشخصات ناشر	: تهران: سرونگار، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۲۵۰ ص. : مصور، جدول، نمودار
شابک	: ۳-۲۵-۶۳۱۶-۶۰۰-۹۷۸: ۲۰۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیا
موضوع	: شبکه‌ی دوربین نجومی
شناسه نزود	: محمودی، علی، ۱۳۵۰-
شناسه افزوده	: عاروان، محمدرضا، ۱۳۴۷-
رده‌بندی کنگرد	: ۱۳۴۹ م۴ ش / QC۳۷۳
رده‌بندی دیویی	: ۵۳۵/۳۲
شماره کتاب‌شناسی ملی	: ۳۹۲۰۰۱۶

انتشارات سرونگار

www.sarvnegar.com

تلفن ناشر: ۰۹۱۲۳۴۹۱۷۱۵

تلفن پخش: ۱۵ ~ ۶۶۵۶۶۵۱۰-۰۲۱

ردیابی در جستجوگرهای رتیکلی

تألیف: سید احمد مرتضوی نیر، علی محمودی،

محمدرضا عاروان

طراح جلد: محسن محمدخواه

لیتوگرافی و چاپ: آرمانسا

چاپ نخست: تابستان ۱۳۹۴

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

بها: ۲۰۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-6316-25-3

شابک: ۳-۲۵-۶۳۱۶-۶۰۰-۹۷۸

کلیه حقوق چاپ برای مؤلفان محفوظ است.

فهرست

۱ پیش گفتار ۷

۱-۱ تجربی گره های مادون قرمز رتیکلی ۱۱

۱-۱-۱ مقدمه ۱۱

۱-۱-۲ تجربی گره های مادون قرمز ۱۴

۱-۳-۱ ساختار های رتیکل چرخان ۱۹

۱-۴-۱ سامانه های رتیکل (با پوشش رقص محوری) ۲۸

۲ اصول طراحی الگوی رتیکل های چرخان ۳۵

۲-۱-۱ مقدمه ۳۵

۲-۲-۱ طراحی الگوی گذردهی رتیکل های چرخان مدولاسیون دامنه ۳۸

۲-۲-۲-۱ پارامتر دامنه ی گذردهی نوری بر حسب زاویه ی رتیکل ۳۸

۲-۲-۲-۲ پارامتر دامنه ی گذردهی نوری بر حسب شعاع رتیکل ۴۶

۲-۲-۲-۱ وابستگی ذاتی ۴۶

۲-۲-۲-۲ تغییر مقادیر گذردهی ۴۹

۲-۲-۲-۳ تغییر شکل قطاع فازی ۵۰

۲-۲-۳ پارامتر فاز پره های رتیکل ۵۱

۲-۲-۴ ترکیب پارامترها ۵۴

۲-۳ طراحی الگوی گذردهی رتیکل های چرخان مدولاسیون فرکانس ۵۷

۲-۳-۱ پارامتر فرکانس گذردهی نوری رتیکل بر حسب زاویه ۵۸

۲-۳-۲ پارامتر فرکانس گذردهی نوری بر حسب شعاع رتیکل ۶۲

۲-۳-۳ پارامتر فاز پره های رتیکل ۶۷

۲-۳-۴ ترکیب پارامترها ۶۷

۲-۴ ترکیب پارامترهای رتیکل های مدولاسیون دامنه و فرکانس ۷۰

- ۵-۲- بررسی یک نمونه‌ی خاص از سامانه‌های رتیکل چرخان ۷۲
- ۵-۲-۱- تحلیل الگوی گذردهی نوری رتیکل ۷۲
- ۵-۲-۲- دمدولاسیون سیگنال حاصل از رتیکل چرخان نمونه ۷۴
- ۵-۲-۱- استخراج موقعیت شعاعی هدف ۷۵
- ۵-۲-۲- استخراج موقعیت زاویه‌ای هدف ۸۵

۳. اصول طراحی الگوی رتیکل‌های ثابت ۸۹

- ۱-۳- مقدمه ۸۹
- ۲-۳- طراحی الگوی گذردهی رتیکل‌های ثابت مدولاسیون فرکانس ۹۲
- ۳-۳- طراحی الگوی گذردهی رتیکل‌های ثابت مدولاسیون دامنه ۹۸
- ۳-۳-۱- استفاده از الگوهای دارای تغییرات گذردهی نرم ۹۸
- ۳-۳-۲- استفاده از الگوهای شارپجی ۱۰۰
- ۴-۳- تلفیق رتیکل‌های ثابت A.1 و A.2 ۱۰۸
- ۴-۳-۱- تلفیق مبتنی بر رتیکل ثابت F1 ۱۰۹
- ۴-۳-۲- تلفیق مبتنی بر رتیکل ثابت F2 ۱۱۳
- ۴-۳-۱- مزایا و معایب الگوی رتیکل آفتاب گردان و تصحیح آن ۱۱۸
- ۴-۳-۲- دمدولاسیون سیگنال خروجی سامانه‌ی رتیکل ثابت آفتاب گردان ۱۲۲
- ۵-۳- بررسی الگوی یک نمونه‌ی خاص از سامانه‌های رتیکل ثابت ۱۲۴
- ۶-۳- جستجوگرهای پوشش مخروطی بدون رتیکل ۱۲۷

۴. شبیه‌سازی مدولاسیون نوری جستجوگرهای رتیکلی ۱۲۹

- ۱-۴- مقدمه ۱۲۹
- ۲-۴- مدل‌سازی صحنه برای شبیه‌سازی جستجوگرهای رتیکلی ۱۳۱
- ۴-۲-۱- تشعشعات مادون قرمز هدف ۱۳۳
- ۴-۲-۲- تشعشعات مادون قرمز منور ۱۳۸
- ۴-۳- روش‌های شبیه‌سازی مدولاسیون نوری جستجوگرهای رتیکلی ۱۳۸
- ۴-۳-۱- استفاده از روش تحلیل ریاضی ۱۳۸
- ۴-۳-۲- استفاده از سامانه‌های پردازش تصویر ۱۴۰

۴-۴- شبیه‌سازی مدولاسیون نوری سامانه‌های رتیکل چرخان به کمک پردازش تصویر ۱۴۴

۴-۵- شبیه‌سازی مدولاسیون نوری سامانه‌های رتیکل ثابت به کمک پردازش تصویر.... ۱۴۶

۵ مقابله با جستجوگرهای مادون قرمز رتیکلی و اقدامات علیه آن ۱۵۳

۱-۵- مقدمه ۱۵۳

۲-۵- روش‌های مقابله با موشک‌های دارای جستجوگر مادون قرمز ۱۵۴

۱-۲-۵- منور ۱۵۴

۲-۲-۵- تله‌ی حرارتی ۱۵۹

۳-۲-۵- پرت مادون قرمز ۱۶۰

۴-۲-۵- رادار (جمر) ۱۶۱

۵-۲-۵- انجم، انورهای تاکتیکی ۱۶۴

۶-۲-۵- تخریب ۱۶۴

۷-۲-۵- مخفی‌سازی ۱۶۵

۳-۵- ضد اقدامات متقابل مادون قرمز ۱۶۵

۱-۳-۵- ضد اقدام متقابل با استفاده از هم‌بستگی ۱۶۸

۲-۳-۵- استفاده از آرایه‌ی صفحه‌ی کانالی ۱۷۰

۳-۳-۵- روش تخمین فرکانس لحظه‌ای سیگنال مدولاسیون ۱۷۰

۴-۳-۵- ضد اقدامات متقابل مادون قرمز دو کانال ۱۷۱

۱-۴-۳-۵- روش حذف حامل ۱۷۴

۲-۴-۳-۵- الگوریتم حذف دو رنگی ۱۷۵

۳-۴-۳-۵- الگوریتم حذف دو رنگی با استفاده از مقدار آستانه ۱۸۰

۴-۴-۳-۵- استفاده از تفکیک نسبت دو رنگی در نوارهای طیفی باریک ۱۸۴

۵-۴-۳-۵- کاهش اثر منور با تفریق سیگنال‌های وزن‌دار دو کانال ۱۸۸

۶-۴-۳-۵- استفاده از روش جداسازی کور منابع ۱۸۹

۷-۴-۳-۵- آشکارسازی دو رنگی UV-IR ۱۹۱

۵-۳-۵- رتیکل‌های خاص طراحی شده به منظور تسهیل در حذف اثر منور ۱۹۴

۱-۵-۳-۵- سامانه‌ی رتیکل آرایه‌ی صلیبی ۱۹۶

۲-۵-۳-۵- سامانه‌ی رتیکل چرخان پالسی ۱۹۸

کتاب و مقاله‌شناسی ۲۱۱

پیوست الف: نمادها و کمیت‌ها ۲۳۰

پیوست ب: برخی کدهای نوشته شده در محیط MATLAB ۲۳۵

واژه‌نامه ۲۴۵

www.ketab.ir

پیش‌گفتار

بعد از نخستین پرواز موفق انسان در سال‌های آغازین قرن بیستم میلادی، به سرعت صنعت هوانوردی در زمینه‌های مختلف توسعه یافت. یکی از موارد این توسعه در حوزه‌های نظامی مربوط به استفاده از هواپیما به منظور بمباران اهداف زمینی در خاک دشمن بود. در جنگ جهانی اول و دوم هواپیماهای بمب‌افکن نقش زیادی در عملیات نظامی داشته و هزاران سربازی را به ربه منظور بمباران اهداف زمینی از سوی هر یک از طرفین شرکت‌کننده در جنگ مرگ و زورت گرفت. با توجه به خسارات جانی، نظامی، اقتصادی و روانی که یک بمباران هوایی می‌تواند به وجود آورد، مقابله با هواپیماهای متخاصم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است و لذا یکی از ارکان دفاعی هر کشور، پدافند هوایی آن کشور محسوب می‌گردد. پدافند هوایی در لغت به معنای دفاع در برابر هجوم یا تکه هوایی است و شامل اقداماتی می‌شود که منظر انهدام، خشی‌سازی و یا تقلیل اثرات عملیات هواپیماها، بال‌گردها، موشک‌های بالستیک و موشک‌های کروز انجام می‌گیرد.

اولین مرحله از پدافند هوایی، کشف هدف هوایی در ناحیه‌ی پدافندی است. برای این منظور سامانه‌های جستجو و مراقبت راداری و الکترواپتیکی متنوعی در طول پنجاه سال گذشته توسعه یافته است. مرحله‌ی بعد از کشف یک هدف هوایی، ردیابی آن است. سامانه‌ی ردیاب می‌تواند راداری یا الکترواپتیکی باشد. با ردیابی یک هدف هوایی امکان تعیین زوایای سمت و فراز آن فراهم می‌گردد و این اطلاعات، کمینه اطلاعات مورد نیاز جهت حمله به پرنده‌ی متخاصم است. ردیاب‌های الکترواپتیکی اگر چه نسبت به ردیاب‌های راداری بُرد بسیار کمتری دارند، ولی با توجه به ماهیت غیرفعال‌شان دارای اهمیت ویژه‌ای در سامانه‌های پدافند هوایی می‌باشند.

هم‌زمان با توسعه‌ی ردیاب‌های زمین پایه، کاربرد دیگر این فن‌آوری در جستجوگرها توسعه یافت. جستجوگر در واقع یک سامانه ردیاب است که روی یک موشک هدایت‌شونده‌ی آشیانه‌یاب نصب شده است؛ اما برخلاف ردیاب‌های الکترواپتیکی رتیکلی که خیلی زود منسوخ گردیدند، جستجوگرهای الکترواپتیکی که از

رتیکل استفاده می کنند، در طول پنجاه سال گذشته توسعه‌ی فراوانی یافته‌اند و موضوع این جستجوگرها یکی از محورهای اصلی پژوهش در زمینه‌های مربوط به موشک‌های پدافند هوایی آشیانه‌یاب الکترواپتیکی محسوب می گردد. نگاهی به مقالات منتشر شده در مجلات معتبر علمی و همایش‌های بین‌المللی بیان‌گر ادامه‌ی تحقیقات در این حوزه به‌خصوص در بیست سال اخیر می باشد. جذابیت و کاربرد فراوان این موشک‌ها، باعث شده که محققین و دانشمندان به دنبال رفع نیاز نیروهای نظامی به ابزارهای مقابله با آن‌ها و به تبع آن، اختراع راه‌های عبور از این تقابل باشند. البته گسترش کاربرد این موشک‌ها توسط گروه‌های تروریستی و استفاده از آن‌ها علیه هواپیماهای مسافربری، ایجاد توانمندی مقابله با این موشک‌ها را در حوزه‌های غیرنظامی نیز اجتناب‌ناپذیر کرده است و این موضوع، بخش دیگری از تحقیقات را به خود اختصاص داده است.

احساس نیاز به یک مرجع مناسب در زمینه مدل‌سازی و تحلیل روش‌های ردیابی در جستجوگرهای رتیکلی، در هر محققی که در این زمینه شروع به پژوهش می نماید، خیلی زود شکل می گیرد. با توجه به کاربرد فزاینده و پدافندی این سامانه‌ها منابع موجود انگلیسی زبان نیز یا خیلی قدیمی بوده و به فنون و روش‌های مورد استفاده در ردیاب‌های الکترواپتیکی زمین پایه پرداخته‌اند و یا در منابع جدید و «روز»، مفاهیم اولیه و پایه‌ای ذکر نشده‌اند و تمرکز بر توسعه‌های جدید صورت گرفته است. ضرورت تدوین مستند و منسجم مطالب این حوزه توسط نگارندگان در قالب یک کتاب مشترک از حدود ۱۰ سال قبل با تعریف سمینار و پروژه‌ی کارشناسی ارشد آقای «سید محمد مرتضوی نیر» شکل گرفت و تحقیق در این حوزه، با کمک ایشان و انجام رساله‌های دانشجویی متعدد تا کنون نیز ادامه یافته و منجر به نگارش مقالات متعددی در این حوزه گردیده است. در سال ۱۳۹۲ تصمیم گرفته شد که نتایج پژوهش‌های مورد اشاره در قالب یک کتاب به زبان فارسی جمع‌آوری شده و به صورت یک منبع مستقل در اختیار جامعه‌ی علمی کشور و پژوهشگران این حوزه قرار گیرد. مراحل نگارش، اصلاح و بازنویسی تا تابستان سال ۱۳۹۴ به طول انجامید و نهایتاً حاصل آن کتاب حاضر است.

این کتاب مرجع جامع و کاملی برای درک و طراحی سامانه‌های رتیکلی برای مهندسين و محققینی که در صنایع نظامی مشغول به کارند و هم چنین دانشجویانی که زمینه‌ی تحقیقاتی‌شان این است، می باشد. هدف این بوده است که با ارائه‌ی توصیفات و

مثال‌های مختلف، یک دید کلی از اصول طراحی و به‌کارگیری از رتیکل به خواننده داده شود. برای نگارش این کتاب از بیش از ۱۰۰ منبع استفاده شده است تا نکات ریز و جزئیات طراحی از قلم نیفتد. علاوه بر این، در انتهای کتاب فهرست دسته‌بندی شده و به‌روز بیش از ۲۰۰ کتاب، مقاله و مستندات ثبت اختراع برای مراجعه و مطالعات آتی خوانندگان گنجانده شده است.

علی‌رغم بازنگری‌های متعدد، این کتاب به‌طور قطع و یقین خالی از اشکال و نقاط بهبود نمی‌باشد؛ بی‌گمان بازخورد این موارد به نگارندگان (از طریق پست الکترونیکی ahmad.mortazavi@gmail.com)، باعث رفع آن‌ها و ارتقاء سطح علمی این کتاب در نگارش‌های بعدی خواهد گردید.

مید احمد مرتضوی نیر، علی محمودی، محمدرضا عاروان

۳۱ شهریور ۱۳۹۴