

طراحی و آنالیز سامانه‌های رادار به کمک
نرم افزار MATLAB

ترجمه:

مهندس آرش زارع



انتشارات سروشکار

سرشناسه: ماحافزا، باسَم ر، Mahafza Bassem R

عنوان و نام پدیدآور: طراحی و آنالیز سامانه‌های رادار به کمک نرم افزار Matlab / [باسم ماحافزا]؛ ترجمه: آرش زارع.

مشخصات ناشر: تهران: سرونگار، ۱۳۹۰.

مشخصات ظاهری: ۴۰۰ ص.؛ مصور، جدول، نمودار.

ISBN: 978-600-6316-00-0

۱۲۰۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا.

عنوان اصلی: Radar systems analysis and design using Matlab, c2000

یادداشت: کتابنامه

موضوع: مطلب (برنامه کامپیوتر)

موضوع: رادار

موضوع: تجزیه و تحلیل سیستمها—داده‌پردازی

شناسه افزوده: زارع، آرش، ۱۳۵۴—مترجم

رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۰ ط ۳ م ۶۵۷۵/ Tk

رده‌بندی دیویی: ۶۲۱/۳۸۴۸ شماره کتاب شناسی ملی: ۲۴۶۲۳۰۰

انتشارات سرونگار

www.sarvnegar.com

تلفن و نمابر: ۲۲۹۷۵۳۳۷ همراه: ۰۹۱۲-۳۴۹۱۷۱۵

طراحی و آنالیز سامانه‌های رادار به کمک نرم افزار Matlab

ترجمه: آرش زارع

چاپ و صحافی: حمزه‌ای

چاپ اول: پاییز ۱۳۹۰

شمارگان: ۲۰۰۰ جلد

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق چاپ و نشر برای پژوهشکده مصباح محفوظ است.

ISBN: 978-600-6316-00-0

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۱۶-۰۰۰۰۰

پیشگفتار مولف:

تاکنون کتاب‌های فراوانی در مورد سیستم‌های راداری و کاربردهایشان نوشته شده است. تعداد محدودی از این کتب به همراه نرم افزارهای تخصصی ارائه شده اند. اساساً لازمه یک کتاب مرجع فراگیر، آنست که بتواند برای خواننده تجارب عملیاتی تخصصی خوبی را فراهم آورد. به عقیده من، یک کتاب ایده‌آل راداری باید کامل، تفصیلی و دارای مراجع مفیدی برای کارهای مهندسی باشد بطوری که بتواند به عنوان یک کتاب درسی برای دانش آموختگان و طراحان سیستم‌های راداری مفید واقع گردد. در این کتاب برای ارائه یک موضوع یک سری پیش نیازهایی نیز ارائه شده است. همچنین مثال‌ها و تمرین‌های موجود در انتهای هر فصل از کتاب به همراه برنامه‌های کامپیوتری برای اثبات تئوری‌های موجود خود یکی از نکات برجسته این کتاب است. ساختار این برنامه‌ها به شکلی است که به کاربر اجازه می‌دهد تا با اعمال ورودی‌های مختلف تحلیل و درک بهتری از موضوع ارائه شده و ملزومات مرتبط با آن داشته باشد.

تمرکز کتاب آنالیز و طراحی سیستم‌های راداری به کمک Matlab، بر اصول و جزئیات راداری و استخراج معادلات حاکم بر آنست. در این کتاب یک سری Matlab-file های نیز برای استفاده کاربران جهت طراحی و آنالیز سیستم‌های راداری آمده است. کلیه برنامه‌های ذکر شده با استفاده از پارامترهای ورودی کاربر یا پارامترهای از قبل تعریف شده قابل اجرا هستند. مراجع بارز این کتاب برای دانشجویان مهندسی طراح سیستم‌های راداری بسیار مفید می‌باشد ضمن این که مطالب آن بر اساس سطوح خاصی (از آسان به مشکل) درجه بندی شده است. در هر فصل کلیه معادلات و تحلیل‌های مورد نیاز برای فهم بهتر تئوری راداری آن ارائه شده است. به علاوه برای فهم هر چه بهتر تئوری‌های یاد شده، برنامه و توابع Matlab بطور اختصاصی برای هر موضوع آورده شده است بطوری که منبع بسیار خوبی جهت ملزومات طراحی سیستم‌های راداری است. در سرتاسر این کتاب بیش از ۱۱۹۰ معادله و ۲۳۰ منحنی تحلیلی وجود دارد همچنین در انتهای هر فصل نیز مسائلی جهت تمرین دانش آموختگان موجود است. این کتاب به عنوان مرجع درسی برای استادان نیز کتاب مناسبی است. فلسفه‌ای که پشت این کتاب وجود دارد این است که سیستم‌های راداری نباید در تفهیم پیچیده و یا در تحلیل و طراحی مشکل به نظر آید.

توابع Matlab موجود در این کتاب شامل اشکال مختلفی از معادلات رادار، فشردگی پالسی، فیلتر منطبق، پردازش‌های انبساطی، احتمال آشکار سازی با در نظر گرفتن مدل‌های

مختلف سورلینگ، منحنی پروفایل فاصله‌ای، تحلیل‌های مختلف از شکل موج‌های مورد استفاده، فیلترهای ردیاب و کالمن، آنتن‌های آرایه فازی باشد.

در فصل اول کتاب، واژه‌ها و تعاریف عمومی از سیستم‌های رادار از قبیل: برد، فرکانس داپلر، رزولوشن فاصله، همدوس پذیری توصیف می‌شود. بخش دوم این فصل مربوط به معادلات مربوطه به برد رادار به شکل‌های مختلف آن (شامل معادلات مربوط به رادارهایی با PRF بالا و پایین، رادارهای جستجو، رادارهای بای استاتیک و معادله برد رادار همراه با جمر) می‌باشد. خلاصه‌ای از تلفات راداری نیز بخشی از مطالب ارائه شده در این فصل است.

در فصل دوم روش‌های پردازش سیگنال و چگالی طیفی توان و سیگنال مورد بررسی قرار می‌گیرد. ضمن این که در مورد چگونگی استفاده از توابع فوریه و Z در پردازش سیگنال‌های راداری نیز مطالبی ارائه می‌گردد.

در فصل سوم معادلات رادار برای رادارهای موج پیوسته و پالسی نشان داده می‌شود. توابع ابهام در برد و داپلر از دیگر مطالب عنوان شده در این فصل است.

فصل چهارم به مباحث مربوط به احتمال آشکار سازی و هشدار کاذب پرداخته است. در این فصل ضمن بیان چگونگی آشکار سازی اهداف با مدل‌های مختلف سورلینگ I, II, III, IV, V تحلیل‌های مختلفی از انتخاب نوع مدل آنها نیز ارائه می‌شود. انتگرال‌های همدوس و غیر همدوس، تحلیل آشکار سازی تجمعی نیز از مطالب ارائه شده در بخشی دیگری از این فصل است.

در فصل پنجم انتشار امواج راداری و برخورد آن به لایه‌های مختلف زمین، تروپوسفر، یونیسفر و موارد پیرامونی آن همچنین به توصیف مبانی تفرق و انعکاس و معادلات مربوط به آن می‌پردازد.

مفهوم کلاتر و نمایشگرهای اهداف متحرک در فصل ششم بیان می‌شود. تعاریف مربوط به کلاترهای سطحی و حجمی و معادلات راداری مربوطه به آنها بخشی از مطالب عنوان شده در این فصل می‌باشند. تحلیل‌های نیز از نحوه پیاده سازی حذف کننده‌های تاخیری که باعث کاهش اثر کلاتر در رادار می‌گردد، در این فصل انجام می‌شود.

مباحث مربوط به تکنیک فشرده سازی پالسی در فصل هفتم می‌باشد. جزئیات مربوط به نحوه فشرده سازی پالس‌های دیجیتال و آنالوگ از جمله کانولوشن سریع و پردازشگرهای ارتجاعی در این فصل توضیح داده می‌شود. از دیگر مباحث مطرح شده در این فصل کدهای فرکانسی و فازی باینری شده است که در این فصل به آنها پرداخته می‌شود.

در بخش هشتم مباحث سطح مقطع راداری و ارتباط آن با پارامترهایی از قبیل زاویه دید، فرکانس، پلاریزاسیون توصیف می‌گردد. در این بخش ضمن بیان فرمول‌های بسته‌ای برای اشیای ساده، چگونگی محاسبه سطح مقطع راداری اهداف پیچیده نیز مطرح می‌گردد. از دیگر مطالب بیان شده در این فصل، مدل‌های مختلفی از نوسانات هدف و ارتباط آنها با RCS آنهاست.

باسم آرم‌ها حافظا

هانت اسویل آلاباما

ژانویه ۲۰۰۰

www.ketab.ir

فهرست مطالب

۱۵	۱ اصول مقدماتی رادارها
۱۵	۱-۱ طبقه بندی رادارها
۲۰	۲-۱ برد
۲۴	۳-۱ قابلیت تفکیک پذیری در برد
۲۷	۴-۱ فرکانس داپلر
۳۵	۵-۱ رادار همدوس
۳۷	۶-۱ معادله رادار
۴۴	۷-۱ معادله رادار برای یک راداری با PRF پایین
۴۷	۸-۱ معادله رادار برای یک راداری با PRF بالا
۴۹	۹-۱ معادله رادار در رادارهای مراقبتی (رادار تجسس هدف)
۵۵	۱۰-۱ اثر جمینگ در معادله رادار
۵۷	۱۱-۱ جمرهای خود استتار
۶۶	۱۲-۱ جمرهای دور ایستا
۶۹	۱۳-۱ ضریب کاهش برد
۷۰	۱۴-۱ معادله رادار بای استاتیک
۷۲	۱۵-۱ تلفات رادار
۷۸	۱۶-۱ عدد نویز
۸۴	۱۷-۱ لیست برنامه های matlab فصل اول
۸۵	مسائل فصل اول

۹۱	۲ پردازش سیگنال
۹۱	۱-۲ سیگنال ها و سیستم ها
۹۳	۲-۲ توابع تبدیل فوریه
۹۳	۳-۲ سری های فوریه
۹۵	۴-۲ انتگرال همبستگی و کاتولوشن

۹۷	چگالی طیفی توان و انرژی	۵-۲
۱۰۰	متغیرهای تصادفی	۶-۲
۱۰۳	تابع توزیع کوسی چند متغیره	۷-۲
۱۰۵	فرآیندهای اتفاقی	۸-۲
۱۰۷	تئوری نمونه برداری	۹-۲
۱۰۹	تبدیل Z	۱۰-۲
۱۱۱	تبدیل فوریه گسسته	۱۱-۲
۱۱۲	طیف توانی گسسته	۱۲-۲
۱۱۴	تکنیک‌های پنجره‌ای	۱۳-۲
۱۱۸	مسائل فصل دوم	

۱۲۳	۳ رادارهای موج پیوسته و پالسی	
۱۲۳	۱-۳ بلوک دیاگرام عملکردی	
۱۲۵	۲-۳ معادله رادار CW	
۱۲۶	۳-۳ مدولاسیون فرکانسی	
۱۳۱	۴-۳ رادار CW با مدولاسیون خطی فرکانس	
۱۳۴	۵-۳ رادار CW چند فرکانسی	
۱۳۵	۶-۳ رادار پالسی	
۱۳۸	۷-۳ ابهام در برد و داپلر	
۱۴۰	۸-۳ رفع ابهام در برد	
۱۴۲	۹-۳ رفع ابهام در داپلر	
۱۴۵	۱۰-۳ تابع matlab "range_calc.m"	
۱۴۸	مسائل فصل سوم	

۱۵۱	۴ آشکار سازی راداری	
۱۵۱	۱-۴ آشکار سازی در حضور نویز	
۱۵۶	۲-۴ احتمال هشدار کاذب	
۱۵۷	۳-۴ احتمال آشکار سازی	

۴-۴	تجميع پالسی	۱۶۲
۵-۴	آشکار سازی اهداف نوسانی	۱۷۱
۶-۴	محاسبات احتمال آشکار سازی	۱۷۷
۷-۴	آشکار سازی اهداف مدل سورلینگ V	۱۷۸
۸-۴	آشکار سازی اهداف مدل سورلینگ I	۱۸۰
۹-۴	آشکار سازی اهداف مدل سورلینگ II	۱۸۳
۱۰-۴	آشکار سازی اهداف مدل سورلینگ III	۱۸۶
۱۱-۴	آشکار سازی اهداف مدل سورلینگ IV	۱۸۸
۱۲-۴	معادله کامل رادار	۱۹۲
۱۳-۴	احتمال تراکمی (تجمعی) آشکار سازی	۱۹۷
۱۴-۴	نرخ هشدار کاذب ثابت	۲۰۰
	مسائل فصل چهارم	۲۰۶

۵	انتشار امواج راداری	۲۱۱
۱-۵	اتمفسفر زمین	۲۱۱
۲-۵	پدیده انکسار (پدیده شکست یا انحراف)	۲۱۳
۳-۵	مدل زمین ۴/۳	۲۱۹
۴-۵	بازتاب زمین	۲۲۲
۵-۵	ضریب انتشار پترن تشعشع یافته	۲۳۲
۶-۵	تفرق	۲۴۶
۷-۵	تضعیف اتمسفری	۲۴۷
	مسائل فصل پنجم	۲۴۹

۶	کلاتر و نشان دهنده هدف متحرک (MTI)	۲۵۱
۱-۶	تعریف کلاتر	۲۵۱
۲-۶	کلاترهای سطحی	۲۵۲
۳-۶	کلاتر حجمی	۲۶۶
۴-۶	مدل های آماری کلاتر	۲۶۹

۲۷۱	طیف کلاتر.....	۵-۶
۲۷۲	نشان دهنده اهداف متحرک (MTI).....	۶-۶
۲۷۵	تک حذف کننده خط تاخیر زمانی.....	۷-۶
۲۷۷	حذف کننده تاخیر زمانی دوبل.....	۸-۶
۲۸۰	خطوط حذف کننده فیدبک دار (فیلترهای بازگشتی).....	۹-۶
۲۸۲	PRF پریشان شده (Staggering).....	۱۰-۶
۲۸۴	ضریب بهبود در MTI.....	۱۱-۶
۲۸۹	قابلیت رویت پذیری ریزکلاترها (ساب کلاتر) (SCV).....	۱۲-۶
۲۹۰	وزن دهی بهینه DLC ها (خطوط تاخیر دهنده های زمانی).....	۱۳-۶
۲۹۳	لیست برنامه های matlab فصل ششم.....	۱۴-۶
۲۹۴	مسائل فصل ششم.....	

۲۹۷	۷ فشرده سازی پالس.....	
۲۹۸	۱-۷ پهنای باند زمانی.....	
۲۹۹	۲-۷ معادله رادار در صورت استفاده از فشرده سازی پالسی.....	
۳۰۰	۳-۷ فشرده سازی پالسی به روش LFM.....	
۳۰۲	۴-۷ پردازش وابسته (همبستگی در پردازش).....	
۳۱۲	۵-۷ پردازش ارتجاعی.....	
۳۲۱	۶-۷ اعوجاج ناشی از سرعت هدف.....	
۳۲۳	۷-۷ تزویج داپلر فاصله.....	
۳۲۴	۸-۷ لیست برنامه matlab فصل هفتم.....	
۳۲۴	مسائل فصل هفتم.....	

۳۲۵	۸ سطح مقطع راداری هدف.....	
۳۲۵	۱-۸ تعریف سطح مقطع راداری هدف.....	
۳۲۸	۲-۸ ارتباط سطح مقطع راداری با زاویه دید و فرکانس.....	
۳۳۳	۳-۸ سطح مقطع و پلاریزاسیون.....	
۳۳۹	۴-۸ سطح مقطع راداری اهداف ساده.....	

۳۶۷.....	۵-۸	رویکرد ساده جهت محاسبه سطح مقطع راداری اهداف پیچیده.....
۳۶۸.....	۶-۸	نوسانات RCS و مدل‌های آماری آن.....
۳۷۱.....	۷-۸	روش‌هایی جهت پیش بینی سطح مقطع راداری.....
۳۷۲.....	۸-۸	محاسبات امواج الکترومغناطیس (CEM).....
۳۷۳.....	۹-۸	روش حوزه زمان FDTD.....
۳۸۰.....	۱۰-۸	روش المان محدود (FEM).....
۳۸۰.....	۱۱-۸	معادلات انتگرالی.....
۳۸۳.....	۱۲-۸	روش اپتیک هندسی (GO).....
۳۸۳.....	۱۳-۸	روش نور فیزیکی (PO).....
۳۸۹.....	۱۴-۸	شکست کناری.....
۳۹۰.....	۱۵-۸	پرش‌های چندگانه.....
۳۹۱.....		مسائل فصل هشتم.....
۳۹۳.....		مراجع.....

بنام خدا

پیش‌گفتار مترجم

آنچه پیش روی خوانندگان محترم است ترجمه کتابی است تحت عنوان "Radar Systems Analysis and Design Using MATLAB" که به لطف دادار پاک موفق به انجام آن شدم. در انجام این کار نیز به دنبال تحقق اهدافی بودم که امیدوارم با مطالعه این اثر توسط خوانندگان محترم و بررسی باز خورد آن بتوانم به بخشی از اهدافم برسم. با توجه به کارهای پژوهشی اینجانب در حوزه مخابرات و سیستم‌های راداری، نسخه اصلی این کتاب را بسیار علمی و مفید برای این گروه از فعالان حوزه صنعت دیدم. از نکات برجسته این کتاب، طرح‌ریزی بسیار ساده مطالب عنوان شده در حوزه سیستم‌های مخابراتی و راداری، عملیاتی بودن مثال‌ها و فراهم آوردن نگرش طراحی و آنالیز سیستم‌های راداری به خواننده است که انصافاً مولف و نویسنده این کتاب پروفیسور ماهافزا (رییس دانشگاه Desibel ایالت آلاباما آمریکا) با ظرافتی بسیار مثال زدنی آنها کنار هم قرار داده است. این کتاب با ارائه مثال‌ها و برنامه‌های ارائه شده که با نرم افزار MATLAB نوشته شده است ضمن ایجاد بستری برای فهم بیشتر خواننده از تئوری‌های راداری، تحلیل‌های جامعی را نسبت به تئوری‌های موجود در مباحث راداری و مخابراتی پیش روی خوانندگان قرار می‌دهد. علاوه بر این که با توجه به نیاز صنایع و ایجاد پایگاه‌های دانشی در مجموعه‌های دانش بنیان و استخراج فناوری‌های موجود در زمینه‌های مختلف، دارا بودن دیدگاه درست طراحی در حوزه‌های راداری برای ساخت یک سیستم سلاح و ملاحظات پیش رو، امری بسیار مهم و قابل تأمل است. به نظر می‌رسد نویسنده این کتاب خود از نزدیک با کاربردهای عملیاتی سیستم‌های راداری در حوزه‌های موشکی روبرو بوده است و توانسته با طراحی پارامترها و مشخصه‌های فنی و عملیاتی، یک سیستم راداری بهینه‌ای را طراحی نماید.

اهداف اشاره شده، دلیل انتخاب بنده برای ترجمه این کتاب بود. ضمن این که در این مورد از راهنمایی‌های اساتید خود نیز بهره بردم. لازم می‌دانم از آقای مهندس غلامرضا جلیلی که زحمت خواندن این اثر را به خود دادند، تشکر و قدرانی نمایم. امیدوارم این اثر بتواند همان نگرش و تلقینی که مولف این کتاب به دنبالش

بود و آن همان "سیستم‌های راداری نباید در تفهیم پیچیده و یا در تحلیل و طراحی مشکل به نظر آید"، را در ذهن خوانندگان ارجمند متصور نماید.

در انتها جا دارد از همسر عزیز و فرزند دل‌بندم به دلیل تشویق و شکیبایی‌شان برای به ثمر رسیدن این اثر سپاسگزاری نمایم. از کلیه خوانندگان گرامی ضمن پوزش از قصور احتمالی در انجام این اثر تقاضا دارم مرا از راهنمایی‌های خردمندانه خود بی بهره نسازند.

آرش زارع

تابستان ۹۰

www.ketab.ir