

۴۲۷۲۲۲۲۲

به نام خدا

پردازشی سیگنال رادار مایمو

www.ketab.ir

مترجمین:

دکتر رمضانعلی صادقزاده

دکتر محمد رضا سهیلی فر

استاد دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشیار دانشگاه علوم دریایی امام خمینی (ره)

دکتر محمد کاظمی راد

استادیار دانشگاه علوم دریایی امام خمینی (ره)

عنوان و نام پدیدآور
 پردازش سیگنال رادار مایمو / [ویراستار] Jan li, Peter Stoica؛ محمدرضا سهیلی‌فر،
 رمضانعلی صادق‌زاده، محمد کاظمی‌راد.
مشخصات نشر
 تهران : آیلار، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری
 ۵۳۴ ص.؛ مصور، نمودار.
شابک
 978-600-198-149-4

وضعیت فهرست نویسی : فیبا

یادداشت
 عنوان اصلی: MIMO radar signal processing, 2009

موضوع
 رادار Radar — سیستم‌های مایمو MIMO systems
شناسه افزوده
 لی، جیان، ۱۹۶۵ آوریل ۱۷-م.، ویراستار - Li, Jian, 1965 April 17
شناسه افزوده
 استویکا، پتره، ۱۹۴۹-م.، ویراستار - Stoica, Petre, 1949
شناسه افزوده
 سهیلی‌فر، محمدرضا، ۱۳۴۸ -، مترجم
شناسه افزوده
 صادق‌زاده، رمضان‌علی، ۱۳۳۷ -، مترجم
شناسه افزوده
 کاظمی‌راد، محمد، ۱۳۵۶ -، مترجم
رده بندی کنگره
 ۶۵۷۵TK :
رده بندی دیویی
 ۶۲۱/۳۸۴۸ :
شماره کتابشناسی ملی
 ۸۷۳۲۵۸۳ :

نام کتاب
 پردازش سیگنال رادار مایمو
مؤلف
 Jian Li, Petre Stoica
مترجمین
 دکتر محمدرضا سهیلی‌فر - دکتر رمضانعلی صادق‌زاده - دکتر محمد کاظمی‌راد
ناشر
 آیلار
چاپ و صحافی
 دیجیتال سام
نوبت چاپ
 اول - ۱۴۰۱
تیراژ
 ۱۰۰ نسخه
قیمت
 ۲۰۰۰۰۰ تومان
شابک
 ۹۷۸-۶۰۰-۱۹۸-۱۴۹-۴
ISBN : 978-600-198-149-4

دفتر مرکزی کتاب آیلار

انقلاب - خیابان شهید منیری جاوید (اردیبهشت) - خیابان شهدای ژاندارمری شرقی - شماره ۱۴۶
 (ساختمان آیلار)
 تلفن: ۶۶۴۰۱۲۵۵ - ۶۶۴۹۴۴۳۱ دورنگار

فروشگاه شماره ۱ (کتاب آیلار)

انقلاب - روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران - بازارچه کتاب
 تلفن: ۶۶۴۱۱۸۶۵ - ۶۶۴۹۴۴۳۳

فروشگاه شماره ۳ (کتاب آیلار)

خیابان انقلاب - روبروی دانشگاه تهران - پاساژ فروزنده - طبقه همکف - واحد ۳۲۱ تلفن: ۶۶۹۶۳۵۹۶-۹۷

این اثر مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی

از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا بخش یا الکترونیکی عرضه کند بخت بیک در قاضی، قهر، خدعه و کدورت.

پیشگفتار

سیستم‌های چند ورودی و چند خروجی^۱ (MIMO) با توجه به قابلیت‌های فراوان در ارتقاء عملکرد سیستم مخابراتی مورد توجه قرار گرفتند. در سال‌های اخیر، ایده مایمو به سنسورها و سیستم‌های رادار نیز راه یافته است. رادار مایمو یک فن‌آوری نوظهور است که توجه محققان را به خود جلب کرده است. برخلاف رادار آرایه فازی استاندارد که نسخه‌هایی از یک تک شکل موج را ارسال می‌کند، سیستم رادار مایمو می‌تواند از طریق چندین آنتن که سیگنال‌های آن کاملاً آزادانه انتخاب می‌شوند، ارسال را انجام دهد.

این تنوع شکل موج همان برتری رادار مایمو در مقایسه با رادار آرایه فازی استاندارد است. رادار مایمو از جهات بسیاری با سیستم ارتباطی مایمو شباهت دارد. با توجه به کاربرد رادار در استخراج اطلاعات اهداف از جمله تعقیب و تشخیص هدف، تعیین پارامترهای مدل هدف و خلق تصاویر هدف، تحقیقات زیادی در این زمینه انجام شده که می‌توان عملکرد رادار را با استفاده از قابلیت‌های سیستم‌های مایمو ارتقا داد.

در این کتاب تحقیقات و مطالعات انجام شده در خصوص کاربرد سیستم‌های مایمو آرایه شده که نشان می‌دهد که رادار مایمو قابلیت ثبت اطلاعات اهداف را با ابهام کمتری فراهم می‌سازد. هدایت پرتوهای انتشاری در فرستنده و پردازش سیگنال در گیرنده به منظور استخراج اطلاعات یک زاویه خاص از محیط از قابلیت‌های رادار مایمو است. تعامد سیگنال‌های ارسالی در رادار مایمو انعطاف‌پذیری بسیار زیادی را ایجاد می‌کند و نسبت به رادارهای فعال قدیمی که پردازش سیگنال‌های ارسالی امکان پذیر نمی‌باشد مزیت‌های زیادی را ایجاد می‌کند.

مزایای اصلی این پیکربندی جدید عبارت است از:

- شکل‌دهی پرتو دیجیتال پرتوهای ارسالی علاوه بر پرتوهای دریافتی.
- بهبود تفکیک زاویه‌ای به وسیله ترکیب اطلاعات در مودهای دریافتی و ارسالی.
- افزایش قدرت تفکیک زاویه با باریک شدن پرتو با گسترش دهانه آرایه سنسورهای مجازی.
- افزایش حد بالای تعداد اهداف انتخاب شده و مکان‌یابی شده به وسیله آرایه مجازی.
- کاهش سطح بیم جانبی با استفاده از وزن‌دهی مجازی.
- کاهش چگالی توان فضایی سیگنال ارسالی.

روش‌های پردازش تطبیقی فضا-زمان که در اصل برای سیستم راداری (رادار متداول) تک ورودی چند خروجی^۲ طراحی شده‌اند با اصلاحاتی اندک می‌توانند در رادار مایمو نیز مورد استفاده قرار گیرند. هدف آماری رادارهای مایمو، افزایش حساسیت تفکیک فاصله به وسیله تقسیم‌بندی یا

^۱ Multi Input Multi Output

^۲ Single input multiple-output(SIMO)

فاصله‌گذاری کافی سنسورها در فرستنده و گیرنده است که به تولید تعدادی کانال مستقل به طور مثال، دایورسیتی فضایی می‌انجامد.

کتاب حاضر مشتمل بر ده فصل است که به قلم توانای اساتید JIAN LI و PETER STOICA تهیه و تدوین شده است. چیدمان فصول کتاب به شرح زیر است.

در فصل اول، نتایج تحقیقات اخیر در خصوص برتری‌های رادار مایمو در چندین جنبه اساسی ارائه شد است. در بخش ۱-۳ به یک جنبه اساسی رادار مایمو که شناسایی چندین هدف به صورت منحصر بفرد است پرداخته شده است. در بخش ۱-۴ روش‌های رادار مایمو تطبیقی غیرپارامتری بررسی می‌شود و در بخش ۱-۵ بر روی روش‌های تخمین پارامتر و تشخیص تعداد هدف‌های رادار مایمو، بحث می‌شود. در بخش ۱-۶ طراحی بردار سیگنال ارسالی برای ایجاد یک الگوی پرتو مناسب نشان داده می‌شود.

در فصل دوم، برخی از نمادهای خاص استفاده شده در این فصل، در بخش ۲-۲ ارائه می‌شود. در بخش ۲-۳ بیم مجازی مایمو را معرفی شده و در بخش ۲-۴ عملکرد رادار در حضور یک پراکنده-ساز مورد بررسی قرار گرفته و در بخش ۲-۵ تشخیص اهداف در مد جستجو بررسی و نهایتاً در بخش ۲-۶ در مورد عملکرد رادارهای MIMO GMT بحث شده و خصوصیات ساده عملکرد آن توصیف و پهنه‌سازی ارتباط شکل موج را بررسی می‌شود.

در فصل سوم، به گسترش دامنه نظریه تحلیل ابهام به سیستم‌های رادار مایمو پرداخته شده و در بخش ۳-۲، بررسی اجمالی از تحقیقات قبلی که در زمینه تابع ابهام انجام شده است. در بخش ۳-۳ مدل سیگنال برای توصیف رادار مایمو ارائه شده است. بخش ۳-۴ یک مدل پارامتری که اهداف را با استفاده از برداری با شش پارامتر مشخص می‌کند را معرفی می‌نماید. تابع ابهام مایمو در بخش ۳-۵ توسعه یافته است. بخش ۳-۶ مثال‌هایی از توابع ابهام مایمو ارائه می‌نماید.

در فصل چهارم، مشکل تعیین محل هدف برای رادارهای مایمو بیان می‌شود. در بخش ۴-۲ حالت‌های مدل داده بیان شده و ردیابی و مکان‌یابی هدف در رادار مایمو در بخش ۴-۳ ارائه شده است. تخمین گر MS و الگوریتم TDS در بخش ۴-۴ ارائه شده است. باند کرامر رائو و قید برنکین برای مکان‌یابی هدف در بخش ۴-۵ استخراج و الگوریتم‌های استخراج‌شده در بخش ۴-۶ آزموده و سرانجام نتایج در بخش ۴-۷ مورد بحث و نتیجه‌گیری قرار گرفته است.

در فصل پنجم، مشکل طراحی شکل موج برای رادارهای مایمو را در یک محیط نسبتاً کلی در نظر گرفته شده و در بخش ۵-۲ مدلی را برای سیگنال‌های گیرنده در خروجی‌های آنتن قبل از هرگونه پردازش توسعه داده و الگوریتم‌های گوناگون تخمین در بخش ۵-۳ و الگوریتم‌های آشکارسازی در بخش ۵-۴ استنتاج می‌شود.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: دایورسیتی رادار مایمو

۲	۱-۱ مقدمه
۴	۲-۱ فرمولاسیون مساله
۶	۳-۱ توانایی تشخیص پارامتر
۱۱	۴-۱ روش‌های وفقی غیرپارامتری برای تخمین پارامتر
۳۳	۵-۱ روش‌های پارامتری برای تخمین پارامتر
۵۶	۶-۱ طراحی‌های الگو پرتو انتقال
۵۶	۷-۱ نتیجه‌گیری
۵۷	پیوست‌ها
۶۱	مراجع

فصل دوم: مایمو رادار: مفاهیم، کارایی و کاربردها

۶۸	۱-۲ مقدمه
۷۵	۲-۲ نمادگذاری
۷۶	۳-۲ روزنه مجازی رادار مایمو
۸۰	۴-۲ رادار مایمو در محیط‌های بدون کلاتر
۹۱	۵-۲ بهینه‌سازی رادار مایمو برای تشخیص
۹۷	۶-۲ رادار مایمو با اهداف متحرک در کلاتر: رادارهای GMTI
۱۱۸	۷-۲ نتیجه‌گیری
۱۱۸	پیوست
۱۲۷	مراجع

فصل سوم: توسعه تابع ابهام رادار مایمو

۱۳۰	۱-۳ مقدمه
۱۳۱	۲-۳ سابقه تحقیق
۱۳۵	۳-۳ مدل سیگنال مایمو
۱۳۸	۴-۳ مدل پارامتریک کانال مایمو
۱۴۱	۵-۳ تابع ابهام مایمو
۱۵۲	۶-۳ نتایج و مثال‌ها
۱۵۹	۷-۳ نتیجه‌گیری
۱۶۱	مراجع

فصل چهارم: محدوده عملکرد و روش‌های تعیین موقعیت هدف با استفاده از رادارهای مایمو

۱۶۴	۱-۴ مقدمه
۱۶۶	۲-۴ فرمول‌بندی مساله
۱۶۹	۳-۴ خصوصیات
۱۷۸	۴-۴ موقعیت‌یابی هدف
۱۸۵	۵-۴ کران پایین عملکرد برای محلی سازی هدف
۱۹۱	۶-۴ نتایج شبیه‌سازی
۱۹۷	۷-۴ بحث و نتایج
۱۹۹	ضمیمه
۲۰۸	مراجع

فصل پنجم: طراحی سیگنال‌های وقتی برای رادارهای مایمو

۲۱۲	۱-۵ مقدمه
۲۱۴	۲-۵ فرمولاسیون مساله
۲۲۵	۳-۵ تخمین
۲۳۷	۴-۵ آشکارسازی
۲۵۲	۵-۵ رادار مایمو و آرایه‌های فازی
۲۵۸	ضمیمه
۲۶۱	مراجع

فصل ششم: پردازش تطبیقی فضا-زمان رادار مایمو و طراحی سیگنال

۲۶۷	۱-۶ مقدمه
۲۷۰	۲-۶ مفهوم آرایه‌ی مجازی
۲۷۷	۳-۶ پردازش تطبیقی فضا زمان در رادار چند ورودی چند خروجی
۲۸۶	۴-۶ زیرفضای سیگنال برگشتی ناخواسته در رادار چند ورودی چند خروجی
۲۹۶	۵-۶ روش پردازش تطبیقی فضا زمان جدید برای رادار چند ورودی چند خروجی
۳۰۲	۶-۶ مثال‌های عددی
۳۰۶	۷-۶ طراحی سیگنال برای سیستم رادار پردازش تطبیقی فضا زمان
۳۲۲	۸-۶ نتیجه‌گیری