

نهفتگی رادیویی

ابزاری برای شناسایی اتمسفر

نویسندگان:

لیلا محمدی

شروین امیری

هیات علمی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

سرشناسه	: محمدی، لیلا، ۱۳۵۱-
عنوان و پدیدآور	: نهفتگی رادیوئی: ابزاری برای شناسایی اتمسفر/ نویسندگان لیلا محمدی، شروین امیری.
مشخصات نشر	: تهران، آراد کتاب، ۱۳۹۶
مشخصات ظاهری	: ۲۸۴ ص، جدول
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۸۶-۳۱۷-۲
موضوع	: امواج رادیوئی
موضوع	: فضا - سنجش از راه دور
شناسه افزوده	: امیری، شروین، ۱۳۴۵-
رده بندی دنگ	: ۱۳۹۶ ن ۳ / ۶۶۱ QC
رده بندی یویی	: ۵۳۹ / ۲
شماره کتابخانه ملی	: ۴۷۹۱۸۶

نهفتگی رادیوئی

(ابزاری برای شناسایی اتمسفر)

✑ تالیف: لیلا محمدی، شروین امیری	✑ ناشر: آراد کتاب
✑ نوبت چاپ: اول ۱۳۹۶	✑ تیراژ: ۵۰۰ جلد
✑ چاپ و صحافی: مهرگان	✑ قیمت: ۲۶۵۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۸۶-۳۱۷-۲	

حق چاپ برای پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات (مرکز تحقیقات مخابرات ایران) با عنایت به قانون حمایت مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ است و متخلفین تحت پیگرد قانون قرار می گیرند.
با همکاری و حمایت پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات (مرکز تحقیقات مخابرات ایران)
مرکز پخش و فروش:

انتشارات آراد کتاب تلفن: ۶۶۹۷۵۲۸۵ - ۶۶۴۸۲۲۲۶ - ۰۹۱۲۳۰۶۲۴۵۸

فروشگاه اینترنتی: www.aradbook.com

پیش‌گفتار

در سال ۱۹۶۰، برای اولین بار نهفتگی رادیویی (RO)، به عنوان یک روش سنجش از دور جدید برای بررسی اتمسفر سیارات، در مأموریت‌های سیاره‌ای ناسا مورد استفاده قرار گرفت. موفقیت در این پروژه موجب تحقیقات زود هنگام در راستای امکان استفاده از تکنیک نهفتگی رادیویی در سنجش اتمسفر زمین گردید. برای تحقق این امر نیاز به قرارگیری گیرنده و فرستنده در اتمسفر زمین بود که دستیابی به این هدف را پرهزینه می‌ساخت. لاجرم این ایده تا اواسط ۱۹۸۰ مسکوت باقی ماند تا زمانی که امکان استفاده از سیگنال‌های رادیویی استاندارد از مجموعه ماهواره‌های موقعیت‌یاب جهانی، GPS این ایده را از نظر اقتصادی و علمی جذاب ساخت.

امروزه استفاده از رادارهای رادیویی به منظور تعیین پارامترهای اتمسفری و کمک به پیش‌بینی هواشناسی بسیار کاربردی و حائز اهمیت است.

سیگنال رادیویی ارسال شده از ماهواره‌های GPS در هنگام عبور از لایه‌های اتمسفر به دلیل تغییر ضریب شکست، دچار شکستی شده و در گیرنده دریافت می‌شود. بنابراین چنانچه بتوان تغییرات ایجاد شده بر روی دامنه و فاز این سیگنال‌ها را اندازه‌گیری نمود، با توجه به روابط فیزیکی می‌توان به شناخت محیط گذر سیگنال دست یافت.

جهت بررسی سیگنال در حالت نهفتگی لازم است که شناخت صحیحی از این سیگنال در شرایط دریافت توسط گیرنده فراهم شود. این شناخت شامل میزان سیگنال به نویز و تغییرات فاز (یا داپلر) سیگنال می‌باشد.

در گیرنده‌های نهفتگی، استفاده از ردیابی حلقه‌باز که در ارتفاع پایین، تروپوسفری می‌تواند ناتوانی روش حلقه‌بسته در ردیابی سیگنال را پوشش دهد، به یک مدل جهت تخمین فرکانس سیگنال دریافتی نیاز دارد. هنگام عبور سیگنال از اتمسفر، سیگنال ارسالی دچار شیفت داپلر می‌گردد. منشأ داپلر ایجاد شده در سیگنال، داپلر اتمسفری و هندسی می‌باشد. یکی از روش‌های تخمین داپلر اتمسفری استفاده از موقعیت جغرافیایی دو ماهواره و داپلرهای به وقوع پیوسته در سال‌های گذشته در شرایط جوی مختلف است که از اطلاعات ثبت شده در پایگاه‌های داده‌ای همچون Genesis و CDAAC قابل استخراج و تحلیل می‌باشد. به طور نمونه جهت داشتن تخمینی از میزان داپلر اتمسفری در ایران، در مناطق مختلف این داده‌ها استخراج شده است. چگونگی دستیابی به داپلر اتمسفری از داده‌های ذخیره شده در پایگاه‌های داده در این کتاب آرایه شده است.

یکی از مهمترین چالش‌ها در ردیابی سیگنال‌های نهفتگی در روش حلقه‌باز، بالا بردن دقت تخمین داپلر اضافی در بخش پس‌پردازش می‌باشد. با توجه به قضیه نایکوئیست، به منظور

تخمین صحیح از فرکانس یک سیگنال، می‌بایست نمونه‌برداری با نرخ بیش از بزرگترین مولفه فرکانسی موجود در سیگنال انجام گردد. اما به دلیل وجود محدودیت‌های هزینه و افزایش حجم اطلاعات ارسالی به بخش پس‌پردازش، کاهش نرخ نمونه‌برداری مدنظر می‌باشد، بنابراین سعی بر بالا بردن دقت مدل‌های پیش‌بینی داپلر روی ماهواره‌ها بوده است.

در مجموع، مطالب کتاب در چهار فصل تنظیم شده؛ در نگارش این فصل‌ها علاوه بر نتایج حاصل از پژوهش، از منابع متنوع و به روز استفاده شده است و اطلاعات کاربردی در اختیار استفاده‌کنندگان قرار می‌گیرد. در پایان فصول مراجع مورد استفاده جهت مطالعه بیشتر علاقه‌مندان معرفی شده است.

فصل اول به معرفی رویداد نهفتگی و روابط حاکم بر آن می‌پردازد. فصل دوم به روش‌های تحلیل داده‌های نهفتگی جهت دستیابی به پارامترهای اتمسفری می‌پردازد. فصل سوم به مدل‌های پیش‌بینی داپلر به موضوع مهمی در رویداد نهفتگی است اختصاص یافته است و فصل چهارم نیز گیرنده‌هایی که جهت اخذ رویداد نهفتگی، بر پایه گیرنده‌های GPS طراحی و توسعه یافته‌اند را معرفی می‌کند و در آخر فصل چهارم، جمع‌بندی کوتاهی از جایگاه و کارکرد این روش ارائه می‌دهد.

مهندسان شاغل در صنایع فضایی و علاقه‌مندان به مسائل مربوط به چالش‌های مرتبط در زمینه ارتباطات ماهواره‌ای می‌توانند از این کتاب استفاده کنند. این کتاب دریچه‌ای در ورود به محموله‌های علمی است که می‌تواند به عنوان محوره‌های آتی برنامه‌های فضایی کشور مورد استفاده قرار گیرد.

این کتاب حاصل انجام تحقیقات گسترده‌ای است که در خصوص محموله GPS-RO در سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران انجام شد. مولفان بر خود لازم می‌دانند که از تلاش‌های همه کسانی که به نحوی در این کار دخیل بودند به ریزه آقایان مهندس انتظاری، محمد فهامی و خانم فهیمه نجفی تشکر و قدردانی نمایند. همچنین از زحمات داوران گرامی، که با نظرات ارزشمند خود ما را در تصحیح کتاب یاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

و من الله التوفیق

مولفین

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۸	فهرست جدول‌ها
۹	فهرست شکل‌ها
۱۳	فصل ۱ رویداد نهفتگی رادیویی
۱۳	۱-۱ مقدمه
۱۹	۲-۱ هندسه نهفتگی
۲۲	۳-۱ اندازه‌گیری‌های رویداد نهفتگی
۲۹	۴-۱ روش محاسبه پروفایل پریه خمش
۳۰	۵-۱ روش کالیبراسیون اثر یونانی
۳۱	۶-۱ روش محاسبه پروفایل ضربه شکست اتمسفر
۳۸	۷-۱ رویداد نهفتگی زمین‌پایه
۴۲	۸-۱ نتایج نهفتگی زمین‌پایه روی قله وانگ
۴۴	۹-۱ جمع‌بندی
۴۹	فصل ۲ روش‌های تحلیل نهفتگی رادیویی
۴۹	۱-۲ مقدمه
۵۱	۲-۲ مدل‌سازی سیندرگارد
۵۵	۱-۲-۲ فرآیند تصحیح مدل
۵۸	۳-۲ انکسار سیگنال‌های رادیویی در اتمسفر
۵۹	۱-۳-۲ رابطه زاویه خمش با ضریب شکست
۶۲	۲-۳-۲ استخراج ضریب شکست از زاویه خمش
۶۴	۳-۳-۲ مشخصات ضریب شکست
۶۸	۴-۳-۲ اندازه‌گیری فاز اضافی مربوط به رویداد نهفتگی
۷۱	۵-۳-۲ محاسبه زاویه خمش از فاز اضافی
۷۴	۶-۳-۲ تصحیح یونسفری
۷۶	۷-۳-۲ تصحیح بیضوی
۷۸	۸-۳-۲ حد کران بالا و بهینه‌سازی آماری
۸۶	۴-۲ روش‌های کارآمد برای محاسبات نهفتگی در نواحی چند مسیره
۸۹	۱-۴-۲ انتشار تک پرتو در مقابل انتشار چند پرتو

۹۲	۲-۴-۲ صفحه نمایش چند فازی (MPS)
۹۳	۳-۴-۲ عملگرهای انتگرال فوریه (FIO)
۹۶	۴-۴-۲ هولوگرافی رادیویی
۹۶	۱-۴-۴-۲ روش اسلاید طیفی (SS)
۹۷	۲-۴-۴-۲ روش Back projection
۱۰۰	۳-۴-۴-۲ روش تبدیل کانونی (CT)
۱۱۲	۴-۴-۴-۲ روش تطبیق فاز
۱۱۶	۵-۴-۴-۲ روش FSI
۱۲۷	۶-۴-۴-۲ مقایسه روش های CT، FSI و تطبیق فاز با روش GO
۱۳۰	۷-۴-۴-۲ جمع بندی
۱۳۵	فصل ۳ مدل با پیش بینی داپلر در گیرنده های نهفتگی رادیویی
۱۳۵	۱-۳ مقدمه
۱۳۶	۲-۳ انواع روش های ردیابی نهفتگی رادیویی
۱۳۷	۱-۲-۳ روش ردیابی نهفتگی رادیویی حلقه بسته
۱۴۰	۲-۲-۳ روش ردیابی نهفتگی رادیویی حلقه باز
۱۴۶	۳-۳ مدل پیش بینی داپلر اتمسفری
۱۴۶	۱-۳-۳ روش سوکولفسکی
۱۶۲	۲-۳-۳ روش سی.ا.آو
۱۷۱	۳-۳-۳ روش کریستنسن
۱۷۶	۴-۳-۳ پیاده سازی مدل داپلر برای گیرنده GPS-RO برای استفاده در کشور
۱۸۰	۴-۳ مقایسه روش های مدل سازی
۱۸۱	۵-۳ ماهیت داپلر هندسی
۱۸۴	۱-۵-۳ تعداد وقوع رویداد نهفتگی
۱۸۵	۶-۳ جمع بندی
۱۸۹	فصل ۴ گیرنده های نهفتگی
۱۸۹	۱-۴ مقدمه
۱۹۰	۲-۴ گیرنده های GNSS-RO
۱۹۲	۱-۲-۴ گیرنده GPS فضایی
۱۹۵	۲-۲-۴ ویژگی های گیرنده های نهفتگی در لایه های پایین اتمسفر
۲۰۲	۳-۴ پردازش سیگنال نهفتگی با استفاده از ردیابی حلقه باز
۲۰۹	۴-۴ محصولات گیرنده های فضایی

۲۱۳	ATV-GPS گیرنده ۱-۴-۴
۲۱۵	Proteus GPS گیرنده ۲-۴-۴
۲۱۷	گیرنده لاگرانژ ۳-۴-۴
۲۲۰	ROSA گیرنده ۴-۴-۴
۲۲۴	IGOR گیرنده ۵-۴-۴
۲۲۵	EU-80 OEM گیرنده ۶-۴-۴
۲۲۶	TOPSTAR گیرنده ۷-۴-۴
۲۲۶	Turbo Rouge AOA GPS گیرنده ۸-۴-۴
۲۲۷	GNOSS گیرنده ۹-۴-۴
۲۲۸	FORSS گیرنده ۱۰-۴-۴
۲۲۹	TF-G گیرنده ۱۱-۴-۴
۲۳۰	MEM4-G2L گیرنده ۱۲-۴-۴
۲۳۱	۵-۴ مقایسه ویژگی‌های فنی گیرنده‌های GPS فضایی با یکدیگر
۲۳۲	۶-۴ جمع بندی:
۲۳۵	۱ پایگاه های داده COAST GENESIS
۲۶۹	۲ معرفی دستگاه های مختصات کاربرد
۲۷۲	واژه نامه ها