



دانشگاه زنجان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه برق - مخابرات

موضوع:

معرفی و مشخصات رادارها و سیستم های SAR

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر شریفی

دانشجو:

مهديس اديب

۸۷۴۴۲۲۰۳

تابستان ۹۳

فهرست

فصل اول:

معرفی SAR و کاربرد آن ۴

۱-۱ تاریخچه تصویر برداری از فضا ۵

۱-۲ تاریخچه SAR ۸

فصل دوم:

مفاهیم اولیه مورد نیاز در SAR ۱۰

۱-۲ رادار تصویر برداری ۱۱

۲-۲ تصویر راداری ۱۳

۲-۳ اصلاحات و چگونگی تشکیل تصویر راداری ۱۶

۲-۴ تفکیک پذیری سمت و برد ۲۰

۲-۴-۱ تفکیک پذیری برد ۲۳

۲-۴-۲ تفکیک پذیری سمت ۲۵

۲-۵ معرفی سلول های تفکیک پذیری ۲۷

۲-۵-۱ عوامل موثر در انتخاب اندازه سلول ۲۸

فصل سوم:

معرفی SAR های معتبر در جهان به همراه مشخصات آن ها ۳۰

۱-۳ سیستم های هوایی و فضایی معتبر ۳۰

۱-۳-۱ سیستم های CONVAIR-580C/XSAR ۳۰

۱-۳-۲ سیستم STAR ۳۱

۱-۳-۳ ماهواره SEA SAT ۳۲

۱-۳-۴ ماهواره Ees ۳۲

| | | | | |
|---------------|-------------|---------------------------|---------|----|
| ..... | ENVISAT/SAR | ماهواره | ۳-۱-۵ | ۳۴ |
| ..... | X-SAR/SIR-C | سیستم | ۳-۱-۶ | ۳۶ |
| ..... | X-SAR/SRTM | سیستم | ۳-۱-۷ | ۳۶ |
| ..... | SAR/GMTI | بدون سرنشین | ۳-۱-۸ | ۳۸ |
| ..... | EL/M2055 | مدل معمولی های پیکربندی | ۳-۱-۹ | ۳۹ |
| ..... | EL/M2022 | مدل دریایی ناوگان شناسایی | ۳-۱-۱۰ | ۴۳ |
| ..... | SAR | در جهان | ۳-۲ | ۴۶ |
| فصل ۴: | | | | |
| ..... | RAR | نسبت به | ۴-۱ | ۴۷ |
| ..... | RAR | نسبت به | ۴-۱-۱ | ۴۸ |
| ..... | SAR | عملکرد | ۴-۲ | ۵۰ |
| ..... |  | پذیری هندسی | ۴-۲-۱ | ۵۱ |
| ..... |  | سمت | ۴-۲-۱-۱ | ۵۱ |
| ..... |  | اعوجاج هندسی | ۴-۲-۲ | ۵۷ |
| ..... | SAR | عملکرد | ۴-۳ | ۶۴ |
| ..... |  | مود نواری | ۴-۳-۱ | ۶۴ |
| ..... |  | مود اسکن | ۴-۳-۲ | ۶۷ |
| ..... |  | تجزیه و تحلیل حوزه زمان | ۴-۳-۱-۲ | ۶۸ |
| ..... |  | مود نقطه ای | ۴-۳-۳ | ۷۳ |
| ..... |  | تجزیه و تحلیل حوزه زمان | ۴-۳-۳-۱ | ۷۴ |

| | | |
|---|--|-----|
| ۲-۳-۳-۴ | ملاحظات پهنای باند | ۷۶ |
| ۴-۴ | پردازش سیگنال SAR | ۷۷ |
| ۱-۴-۴ | پردازش خط به خط | ۷۷ |
| ۱-۱-۴-۴ | آرایه های فوکوس شده | ۷۸ |
| ۲-۱-۴-۴ | آرایه فوکوس شده | ۸۹ |
| ۲-۴-۴ | تکنولوژی پردازش الکترونیکی | ۹۵ |
| فصل ۵: | | |
| پایه سازی SAR در تصویربرداری هوایی | | |
| ۱-۵ | آنتن SAR | ۹۷ |
| ۱-۱-۵ | مقدمه | ۹۸ |
| ۲-۱-۵ | اصول آنتن SAR | ۹۸ |
| ۳-۱-۵ | اصول سوئیچینگ آنتن های گیرنده پچ (Patch) | ۹۹ |
| ۴-۱-۵ | آنتن شیپوری فرستنده | ۱۰۰ |
| ۵-۱-۵ | اجزا دریافت RF | ۱۰۱ |
| ۶-۱-۵ | بخش کنترل | ۱۰۵ |
| ۲-۵ | سیستم فرستنده SAR | ۱۰۶ |
| ۱-۲-۵ | مروری بر سیستم SAR | ۱۰۶ |
| ۲-۲-۵ | معرفی اجزاء اصلی فرستنده | ۱۰۸ |
| ۳-۲-۵ | طراحی و پیاده سازی فرستنده | ۱۱۰ |
| ۱-۳-۲-۵ | معرفی و شبیه سازی سیگنال Chirp | ۱۱۰ |
| ۲-۳-۲-۵ | بخش IF2 | ۱۱۷ |
| ۳-۳-۲-۵ | بخش RF and BIT | ۱۱۹ |

۵-۳ گیرنده SAR ۱۲۲

۵-۳-۱ بخش RF ۱۲۳

۵-۳-۲ بخش IF ۱۲۴

۵-۳-۳ IF, SENSITIVITY TIME CONTROL ۱۲۵

۵-۳-۴ بخش کنترل به صورت دستی ۱۲۶

پایان نامه کارشناسی



فصل ۱

معرفی SAR و کاربرد آن

۱-۱ تاریخچه تصویربرداری از فضا:

اولین دریافت از راه دور از سطح زمین، توسط سازمان هوانوردی و فضایی (NASA) در دهه ۱۹۶۰ با استفاده از ماهواره های مجهز به دوربین و دستگاه های عکس برداری صورت گرفت (PASSIVE RADIO METERS). این سنسورهای از راه دور اولیه در فضا برای جمع آوری و جداسازی تشعشعات و انرژی الکترومغناطیسی بازتابیده شده در یک طیف مرئی و مادون قرمز (از 0.4 میکرون تا 20 میکرون طول موج) استفاده شدند. در سال ۱۹۷۳ ماهواره فناوری ایستگاه زمینی NASA (ERTS-1) که بعداً ماهواره زمین (LANDSAT) نامیده شد، یک سری عملیات برای جمع آوری تصاویر با دقت بهتر را آغاز کرد که در آن چندین طیف مادون قرمز و طیف مرئی تعبیه شده بود که با ایستگاه های روی زمین در ارتباط بودند، که هنوز هم LANDSAT به کار خود روی زمین ادامه می دهد. اگرچه این رادیومترها قادر به تهیه تصاویر با کیفیت خوب و با تمام جزئیات هستند، ولی وابستگی شدیدی به ابرها و نور خورشید دارند، علاوه بر این، محدودیت رؤیت در نور روز را نیز دارا هستند.

محدودیت های وابستگی به ابرها و تاریکی قابل حل است که می توان از بخش مایکروویوی طیف استفاده کرد، چرا که این موج های مایکروویوی، قابلیت عبور از ابرها را دارد و آشکارسازی آن به روز و شب بستگی ندارد، لذا برای مایکروویوهای رادیومتری، رسیدن به یک تصویر با کیفیت خوب ساخته شده توسط دستگاه هایی که با طول موج های نوری کار می کنند، تا حدودی غیرممکن است. شکست محدوده زاویه ای مربوط به یک روزنه به طور مستقیم، به طول موج و به طور عکس، به اندازه روزنه بستگی دارد.

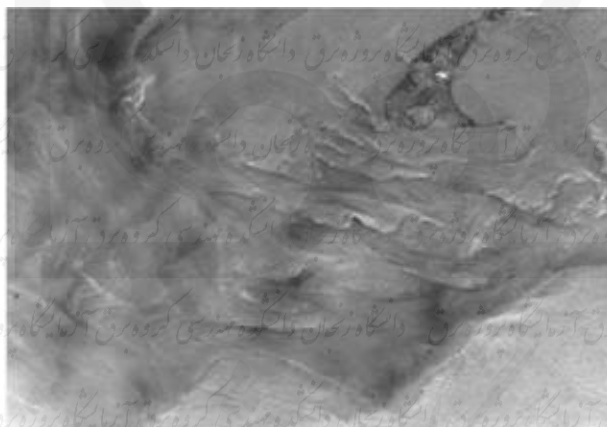
در یک فضایمای در حال گردش، هنگامی که طول موج از موج مرئی و مادون قرمز، به موج مایکروویوی افزایش پیدا می کند، تفکیک پذیری ده ها متری از طول موج های مرئی و مادون قرمز را می توان توسط یک روزنه دوربین به تفکیک پذیری ده ها سانتیمتری رساند، مگر اینکه طول آنتن روزنه، به همان مقدار افزایش پیدا کند. در یک فضایمما برای به دست آوردن تفکیک پذیری ده ها متری تصویر با کیفیت خوب در فرکانس مایکروویوی، آنتنی به طول ده ها کیلومتر لازم خواهیم داشت که در طراحی سنسور ماهواره، ساخت آنتنی با چنین ابعادی غیرعملی است. وسایل مایکروویوی فعال و غیرفعال دارای مشکلات کیفیتی است، اگرچه برای یک وسیله مایکروویوی فعال (مانند رادار) یک تکنولوژی خاص برای غلبه بر این محدودیت به وجود آمده

است.

اساسی ترین محدود کننده یک آنتن مایکروویوی، ضعیف بودن تفکیک پذیری در فاصله می باشد که به دلیل عرض زیاد پرتو یا دید زاویه ای میدان است که می تواند به عنوان ویژگی خوبی برای راداری که توانایی اندازه گیری فاز و دوپلر را دارد، در نظر گرفته می شود. برای راداری که پرتوی قائم بر جهت مسیر خود دارد، عرض زیاد پرتو، باعث به وجود آمدن موقعیتی بر روی زمین، جهت پیمودن خطی توسط پرتوی رادار برای یک دوره زمانی گسترده خواهد شد. اینها، مفاهیم اصلی در مورد SAR هستند که جزئیات آن در قسمت های دیگر این گزارش آمده اند.

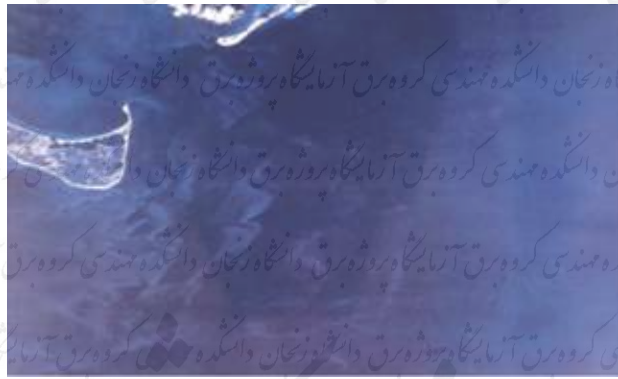
رادار روزنه ترکیبی جدید که می تواند به عنوان طرحی بزرگ تر از انتقال و دریافت آنتن باشد که تولید تصاویر راداری با تفکیک پذیری بهتر را ممکن می سازد. شکل های زیر، مقایسه بین یک تصویر SAR و یک تصویر نوری از یک منطقه یکسان در اطراف جزیره نانتوکت^۱ در ساحل ماساچوست را نشان می دهند. اگرچه تصاویر به طور همزمان گرفته نشده اند، ولی باز هم می توانند تفاوت ها و شباهت ها را نشان دهند. ابرها، سواحل سفید و دیگر اطلاعات در مورد عمق آب در تصویر نوری غیرفعال، قابل رؤیت هستند. تصویر SAR فعال، سواحل تیره و موج های داخلی، آشکارسازی عمق دریا و دیگر خصوصیات و مقیاس های زیر اقیانوس را هم مشخص می کند.

هر نوع آب و هوا، روز و شب و ظرفیت برای تفکیک پذیری خوب، رادار را به دستگامی ایده آل برای استفاده هایی مانند نقشه برداری، تبدیل کرده است.



شکل ۱-۱- الف: ماهواره دریایی SAR تصویر از جنوب شرق جزیره نانتوکت که در ۲۷ آگوست ۱۹۷۸ تهیه شده است. تصویر شامل توپوگرافی کف و موج های سطحی و عمقی می باشد

¹ NANTUCKET



شکل ۱-۱-ب: تصویر نوری از جنوب شرق جزیره نانتوکت که در سال ۱۹۷۳ تهیه شده است. تصویر شامل مندی کروه برق
توپوگرافی کف و موج‌های سطحی و عمقی می‌باشد

مشاهدات و آشکارسازی یخ‌ها و اقیانوس، به دلیل مقیاس بزرگ جغرافیایی و طبیعت در حال تغییر
آن‌ها، به راحتی می‌تواند توسط رادارهای فضایی SAR صورت گیرد.

توانمندی رادار در نفوذ کردن در ابرهای مقاوم و ضخیم، این اجازه را به بشر داده تا به پیشرفت‌هایی در
پیش بینی وضعیت کنونی و آینده و تجزیه و تحلیل آب و هوایی که در اثر تغییرات روزانه و فصلی به وجود

می‌آیند، دست یابند. این رادار کاربردهای فراوانی در زمینه های مختلفی چون مشاهدات اقیانوسی، کنترل
جنگل‌ها و محصولات، مدیریت خاک‌ها و سرزمین‌ها و پیشرفت و توسعه آن‌ها، آب شناسی، کنترل وقایع
طبیعی و ... دارد.

ماهواره دریایی که ژوئن ۱۹۷۸ راه اندازی شد، اولین ماهواره غیرنظامی SAR بود. از آن زمان، کانادا،
کشورهای اروپایی، ژاپن و روسیه، ماهواره های SAR را برای تحقیق و مشاهده سطح دریا و زمین جای
گذاری کرده‌اند. عملیات در حال اجرای ERS-2، RADARSAT-1 و ENVISAT در طی مأموریت‌های
SAR به این معنی است که اطلاعات به دست آمده از SAR حداقل در یک دهه آینده در باند X (۳)

سانتیمتر) و در باند C (۶ سانتیمتر) و در باند L (۲۴ سانتیمتر) در دسترس خواهند بود.

ماهواره‌های آینده در باند X (۳ سانتیمتر) و در باند C (۶ سانتیمتر) و در باند L (۲۴ سانتیمتر) در دسترس خواهند بود.

ماهواره‌های آینده در باند X (۳ سانتیمتر) و در باند C (۶ سانتیمتر) و در باند L (۲۴ سانتیمتر) در دسترس خواهند بود.

ماهواره‌های آینده در باند X (۳ سانتیمتر) و در باند C (۶ سانتیمتر) و در باند L (۲۴ سانتیمتر) در دسترس خواهند بود.

۲-۱ تاریخچه SAR:

طرح‌های مشخص شده برای SAR و کاربردهای آن از دهه ۱۹۵۰، زمانی که یک عضو شرکت هوایی گودیر^۲ به نام کارل ویلی (Carl wiley) متوجه این موضوع شد، که رابطه یک به یک و تنگاتنگی بین تأثیرات طولانی از یک شیء بازتاب کننده (که توسط بیم رادار به طور خطی قطع داده شده) و شیفیت آنی سیگنالی که توسط آن شیء، به رادار بازتابیده شده، وجود دارد. او به این نتیجه رسید که تجزیه و تحلیل فرکانس سیگنال‌های بازتاب شده، باعث به وجود آمدن تفکیک‌پذیری بهتر و کیفیت بهتری از آنچه که توسط بیم فیزیکی به وجود می‌آید، می‌شود که این در ابتدا، موضوع حاکم بر اجرا و عملکرد رادار روزنه ای واقعی بود.

مفهوم بیم دوپلر^۳ توسط شرکت گودیر و به وسیله گروهی از دانشگاه ایلینویز^۴ مطرح گردید، اما یکی از مشکلات اساسی، اجرای یک پردازشگر اطلاعات عملی بود که می‌توانست سیگنال‌های با پهنای زیاد را از یک دستگاه ذخیره دریافت کند و تجزیه و تحلیل فرکانس دوپلر مورد نظر را انجام دهد. گروه دانشگاه ایلینویز، یک نمایش آزمایشی از مفهوم بیم تیز^۵ در سال ۱۹۵۲ با استفاده از رادار باند X مربوط به هواپرد، مدارات BOXCARE، یک ضبط صوت و تحلیل کننده فرکانس ارائه داد. پیشرفت‌های نظامی و صنعتی که با استفاده از سکوهایی هواپرد انجام می‌شدند، در شرکت گودیر، هیوجز و وستینگ هاوس ادامه پیدا کرد. آزمایش‌های نیرومحرکه جت (JPL) به دانشگاه میشیگان، مؤسسه تحقیقات زیستی میشیگان (EIRM) و آزمایشگاه‌های سان‌دیا تحقیق در این زمینه را آغاز کردند.

در سال ۱۹۷۴، مهندسان JPL با گروهی از دانشمندان اقیانوسی، اتحادیه ای تشکیل دادند که آن را سازمان اتمسفری و اقیانوسی بین‌الملل (NOAA) نامیدند. آن‌ها تعیین کردند که آیا ماهواره با کاربرد اقیانوسی که بر اساس SAR فضایی طراحی شده است، قابل دسترس می‌باشد. تا این زمان، عموماً روش‌های دریافت از راه دور فضایی، بر کاربردهای زمینی مبتنی بر سنسورهایی با طول موج‌های مرئی و مادون قرمز بوده است. نتایجی که از توافق نامه بین NASA و سازمان اتمسفر و اقیانوس بین‌الملل به دست آمد، گردآوری گروهی از مهندسان و دانشمندان بود که آن‌ها بر روی موضوعات اقیانوس و یخ‌ها، با استفاده از

² Good year

³ DOPPLER BEAM-SHARPENING

⁴ Illinois

⁵ BEAMSHARPENING

سنسورهای فعال یا غیرفعال، اطلاعات مربوط به شبانه روز را بدون در نظر گرفتن موقعیت ابرها بررسی کنند.

ماهواره دریایی، از اواخر ژوئن تا اوایل اکتبر ۱۹۷۸، هنگامی که از یک مدار با حجم کم در سیستم قدرت

بهره گرفت، به طور موفقیت آمیزی عمل کرد. این ماهواره دریایی توسط رادار تصویربردار (SIR-A) و

رادار تصویربردار (SIR-B) مورد پیگیری قرار می گرفت. هردو رادار A و B بر روی رادار دریایی توسط باند L و پلاریزاسیون HH (انتقال افقی - دریافت افقی) به صورت متفاوتی کار می کردند.

SIR-B ظرفیت کار کردن در زوایای مختلف را داشت. زاویه ای که بین خط دید رادار و محور عمودی در

نقطه ای که رادار با سطح زمین یا اقیانوس قطع می کند. بجز SAR، اتحاد جماهیر شوروی در دهه ۱۹۸۰،

فقط شاتل فضایی، ماهواره دریایی فرعی و فعالیت های هواپردی SAR را مشاهده کردند. در سال ۱۹۹۰،

توسعه رضایت بخشی از مأموریت SAR با پرتاب پنج ماهواره SAR، همگام با دو رادار شاتل عکس برداری،

مشاهده شد. یکی از پیشرفته ترین سیستم های SAR، رادار SAR باند C و X می باشد. (SIR-C/X) با پیوند

میان ناسا، آژانس هوایی آلمان و آژانس هوایی ایتالیا در سال ۱۹۹۴، شروع به کار کرد. این سیستم، قابلیت

کار در سه فرکانس (C, X, L) را به طور همزمان دارد. از طرفی، باندهای C و L توانایی ارسال و دریافت در

دو جهت افقی و عمودی را دارند. با جمع آوری یک نوع شبه همزمان و یک نوع منسجم شده دوطرفه از

میدان های پراکنده در یک مجموعه، این قطب سنجی کامل، اجازه توصیف کاملی از مشخصه های پراکنده

هدف را می دهد {زبکز و ون زایل ۱۹۹۱}. قسمت های باند C و X در رادار SIR-C بار دیگر در سال ۲۰۰۲،

برای مأموریت توپوگرافی شاتل راه اندازی شد. در طی این پرواز، آنتن دریافت کننده دیگری در انتهای

دکل ۶۰ متری نصب شده بود. هدف این آنتن، دریافت کنندگی دیگری در فضا برای هر پالس رادار بود که

تفاوت جزئی در فاز، میان دریافت های پالس های رادار در هر آنتن، در مقیاس عظیمی از نقاط بازتابی بر روی

سطح زمین، مورد پردازش قرار می گرفت.

مأموریت های آینده SAR، جهت تأمین ظرفیت های بیشتری تأمین می شدند، تا آنجا که رادار می تواند به

چندین سبک عملکرد داشته باشد.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

منابع:

1- Synthetic Aperture Radar (Jakob Van Zyl and Yunjin Kim)

2- Processing Synthetic Aperture Radar (Giorgio Franceschetti, Riccardo Lanari).