



دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی مهندسی مخابرات - سیستم

کشف و استخراج داپلر اهداف در رادار پسیو مبتنی بر
سیگنال تلویزیون آنالوگ

به کوشش:

مهدی قاسمی قورت

استاد راهنما:

دکتر عباس شیخی

دی 1390

به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب مهدی قاسمی قورت (۸۷۶۳۰۴) دانشجوی رشته مهندسی برق مخابرات گرایش سیستم دانشکده برق و کامپیوتر اظهار می‌کنم که این پایان‌نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظهار می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان‌نامه ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین‌نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: مهدی قاسمی قورت

تاریخ و امضا: 90/10/30

به نام خدا

کشف و استخراج داپلر اهداف در رادار بسیمو مبتنی بر سیگنال تلویزیون آنالوگ

به کوشش

مهدی قاسمی قورت

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای
اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

مهندسی برق مخابرات- سیستم

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزبایی کمیته ی پایان نامه، با درجه ی: عالی

دکتر عباس شیخی، دانشیار بخش مهندسی مخابرات و الکترونیک

دکتر مصطفی درختیان، استادیار بخش مهندسی مخابرات و الکترونیک

دکتر محمد علی مسندی شیرازی، استاد بخش مهندسی مخابرات و الکترونیک

دی ۱۳۹۰

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم که اولین آموزگاران من هستند.

و تقدیم به:

همسر فداکارم که به خاطر تحصیل من ، مرارتها و سختی های زیادی را متحمل شد ولی مشوق من

به ادامه راه بود.

تشکر و قدردانی:

در ابتدا بر خود لازم می دارم از استاد راهنمای پروژه جناب آقای دکتر عباس شیخی که در تمام مراحل انجام پروژه و تدوین پایان نامه ، با راهنمایی های ارزشمند خویش کمک های مؤثری را در انجام این پروژه به اینجانب نموده اند تشکر و قدردانی نمایم و توفیق روز افزون ایشان را از درگاه خداوند متعال خواهانم. همچنین از اعضای محترم هیئت داوران آقایان دکتر مصطفی درختیان ، دکتر محمد علی مسندی شیرازی و دکتر علیرضا خیاطیان به خاطر مطالعه پایان نامه و ارائه تذکرات و رهنمودهایشان تشکر و قدردانی می نمایم.

چکیده

کشف و استخراج داپلر اهداف در رادار پسیو مبتنی بر سیگنال

تلویزیون آنالوگ

به کوشش:

مهدي قاسمي قورت

رادارهای پسیو نوعی از رادارهای دوپایه (Bistatic) می باشند که قسمت فرستنده ندارند و از فرستنده های مغتنم موجود در محیط استفاده می کنند. سیگنالهای متعارف موجود در محیط که در رادارهای غیر فعال مورد استفاده قرار می گیرند شامل سیگنالهای تلویزیون آنالوگ و دیجیتال ، رادیو FM، شبکه های موبایل مثل GSM و شبکه های ماهواره ای مثل GPS می باشد. آنچه در این پایان نامه مورد بررسی قرار می گیرد رادار پسیو مبتنی بر سیگنال تلویزیون آنالوگ می باشد. این نوع رادار از بلوکهای آنتنهای آرایه ای ، حذف تداخل ، FFT، CFAR پردازش داده و استخراج موقعیت هدف تشکیل شده است. در این پایان نامه ابتدا سیگنالهای تلویزیون آنالوگ در دو حوزه زمان و فرکانس بررسی شده ، سپس روشهای حذف تداخل مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه به بررسی رفتار سه حذف کننده وقتی LMS، NLMS و RLS پرداخته شده است و در آخر نیز طراحی مفهومی رادار پسیو مبتنی بر سیگنال تلویزیون آنالوگ انجام شده است و بر این اساس ناحیه پوشش رادار و مشخصات بلوک های فرستنده ، گیرنده و بخش پردازش استخراج شده است

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1	فصل اول: مقدمه
2	1-1- مقدمه
3	2-1- تاریخچه رادار غیرفعال
6	3-1- آشنایی با رادارهای پسیو مبتنی بر سیگنال تلویزیون آنالوگ
11	4-1- مزایا و معایب رادار پسیو
12	5-1- عملکرد رادار پسیو مبتنی بر سیگنال تلویزیون آنالوگ
15	6-1- آشنایی با سیگنال تلویزیون آنالوگ در حوزه زمان و فرکانس
19	7-1- نتیجه گیری
20	فصل دوم: آشنایی با فیلترهای افقی LMS ، NLMS و RLS
21	1-2- مقدمه
23	2-2- الگوریتم LMS
26	3-2- الگوریتم NLMS
27	4-2- الگوریتم RLS
29	5-2- نتیجه گیری
30	فصل سوم: آشکار سازی اهداف و حذف کلاتر در رادار پسیو مبتنی بر سیگنال تلویزیون آنالوگ در حوزه فرکانس
31	1-3- مقدمه
31	2-3- آشنایی با طیف سیگنال تلویزیون آنالوگ
35	3-3- حذف کلاتر در رادار پسیو مبتنی بر سیگنال تلویزیون آنالوگ در حوزه فرکانس
39	4-3- طراحی مفهومی رادار
39	1-4- محاسبه SNR و رسم ناحیه پوشش
45	2-4-3- میزان تضعیف سیگنال در ناحیه Diffraction
49	3-4-3- محاسبه توان سیگنال مسیر مستقیم و رسم مجدد ناحیه پوشش رادار
53	5-3- نتیجه گیری

فصل چهارم: حذف کلاتر در رادار پسیو مبتنی بر سیگنال تلویزیون آنالوگ
با استفاده از فیلترهای وفقی LMS , $NLMS$, $54RLS$

- 55 1-4-1- مقدمه
- 55 2-4-2- روش محاسبه تضعیف
- 56 3-4-3- بررسی رفتار فیلترهای وفقی LMS , $NLMS$, RLS
- 57 1-3-4-1- الگوریتم LMS
- 57 1-1-3-4-1- اثر پارامتر اندازه گام بر سرعت همگرایی و مقدار تضعیف در الگوریتم LMS
- 60 2-1-3-4-2- اثر مقدار اولیه وزنها بر سرعت همگرایی و مقدار تضعیف در الگوریتم LMS
- 62 3-1-3-4-3- اثر پارامتر اندازه گام بر پاسخ فرکانسی الگوریتم LMS
- 65 3-4-1-4-4- اثر پارامتر اندازه گام بر میزان تضعیف سیگنال هدف در الگوریتم LMS
- 66 2-3-4-2- الگوریتم $NLMS$
- 66 1-2-3-4-1- اثر پارامتر اندازه گام بر سرعت همگرایی و مقدار تضعیف در الگوریتم $NLMS$
- 69 2-2-3-4-2- اثر مقدار اولیه وزنها بر سرعت همگرایی و مقدار تضعیف در الگوریتم $NLMS$
- 71 3-2-3-4-3- اثر پارامتر اندازه گام بر پاسخ فرکانسی الگوریتم $NLMS$
- 73 4-2-3-4-4- اثر پارامتر اندازه گام بر میزان تضعیف سیگنال هدف در الگوریتم $NLMS$
- 74 3-3-4-3- الگوریتم RLS
- 74 1-3-3-4-1- اثر δ بر سرعت همگرایی و مقدار تضعیف در الگوریتم RLS
- 76 2-3-3-4-2- اثر پارامتر فاکتور فراموشی (λ) بر سرعت همگرایی و مقدار تضعیف در الگوریتم RLS
- 78 3-3-3-4-3- اثر مقدار اولیه وزنها بر سرعت همگرایی و مقدار تضعیف در الگوریتم RLS
- 78 4-3-3-4-4- اثر پارامتر فاکتور فراموشی بر پاسخ فرکانسی الگوریتم RLS
- 79 5-3-3-4-5- اثر پارامتر فاکتور فراموشی بر میزان تضعیف سیگنال هدف در الگوریتم RLS
- 80 4-3-4-4- نتایج شبیه سازی
- 81 4-4-4- بررسی عملکرد الگوریتمهای وفقی LMS , $NLMS$ و RLS در شرایط مختلف
- 82 1-4-4-1- اثر میزان تاخیر کلاتر بر عملکرد الگوریتم ها
- 83 2-4-4-2- اثر نویز در کانالهای نظارت و مرجع بر عملکرد الگوریتم ها
- 85 3-4-4-3- اثر وجود سیگنال چند مسیره در کانال مرجع بر عملکرد الگوریتم ها
- 87 4-4-4-4- اثر وجود نسخه ای از سیگنال هدف در کانال مرجع بر عملکرد الگوریتم ها
- 87 5-4-4-5- وجود هدفی با تاخیر زمانی کمتر از تاخیر سیگنال کلاتر در کانال نظارت
- 88 6-4-4-6- اثر وجود چند هدف غیر از هدف اصلی در زمان آموزش فیلتر
- 90 7-4-4-7- اثر وجود چند سیگنال چند مسیره با دامنه و تاخیرهای متفاوت در کانال نظارت
- 91 8-4-4-8- اثر نویز فاز در کانال نظارت بر عملکرد الگوریتم ها
- 92 9-4-4-9- بررسی عملکرد فیلترها در حالت کلی

94	5-4 - نتیجه گیری
95	فصل پنجم: طراحی مفهومی رادار پسیو مبتنی بر سیگنال تلویزیون آنالوگ
96	1-5 - مقدمه
96	2-5 - کانالهای استاندارد تلویزیون
99	3-5 - بلوگ دیاگرام رادار
102	4-5 - طراحی مفهومی رادار بدون لحاظ کردن تضعیف موج
102	1-4-5 - ناحیه پوشش رادار
104	2-4-5 - محاسبه توان کلاتر در حالت بدون در نظر گرفتن تموج دامنه
105	1-2-4-5 - توان کلاتر ایستا (Direct)
109	2-2-4-5 - توان کلاتر غیر ایستا
112	5-5 - طراحی مفهومی رادار با لحاظ کردن تضعیف موج
112	1-5-5 - ناحیه پوشش رادار
113	2-5-5 - محاسبه توان کلاتر در حالت با در نظر گرفتن تموج دامنه
113	1-2-5-5 - توان کلاتر ایستا (Direct)
114	2-2-5-5 - توان کلاتر غیر ایستا
115	6-5 - نتایج طراحی مفهومی
117	7-5 - مقایسه نتایج طراحی مفهومی در دو حالت بدون استفاده از فیلتر وفقی و با استفاده از فیلتر وفقی
117	8-5 - نتیجه گیری
118	فصل ششم: نتایج و پیشنهادات
121	فهرست منابع

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۷	جدول ۱-۱: کانالهای تلویزیونی واقع در ایستگاه Crystal Palace
۳۶	جدول ۱-۳: ماکزیمم داپلر کلاتر غیر ایستا به ازای چندین فرکانس
۵۹	جدول ۱-۴: میزان تضعیف الگوریتم LMS در حالت پایدار به ازای اندازه گام های مختلف
۶۱	جدول ۲-۴: مقدار تضعیف نهایی در الگوریتم LMS به ازای مقادیر اولیه متفاوت برای وزنها
۶۸	جدول ۳-۴: میزان تضعیف در الگوریتم NLMS به ازای μ های مختلف در حالت پایدار
۷۰	جدول ۴-۴: مقدار تضعیف نهایی در الگوریتم NLMS به ازای مقادیر اولیه متفاوت برای وزنها
۷۷	جدول ۵-۴: مقادیر تضعیف الگوریتم RLS به ازای فاکتور فراموشی متفاوت
۷۸	جدول ۶-۴: میزان تضعیف الگوریتم RLS به ازای مقادیر اولیه متفاوت
۸۴	جدول ۷-۴: میزان تضعیف سه الگوریتم LMS، NLMS و RLS به ازای SCR های مختلف
۸۶	جدول ۸-۴: میزان تضعیف سه الگوریتم بیان شده به ازای مقادیر DMR در حالتی که داپلر کلاتر در کانال مرجع صفر است
۸۷	جدول ۹-۴: میزان تضعیف سه الگوریتم بیان شده به ازای مقادیر DMR در حالتی که داپلر کلاتر در کانال مرجع غیر صفر است
۸۷	جدول ۱۰-۴: میزان تضعیف سه الگوریتم بیان شده به ازای مقادیر SDR
۹۱	جدول ۱۱-۴: میزان تضعیف الگوریتم های وفقی به ازای نوبز فازهای متفاوت
۹۶	جدول ۱-۵: حدود فرکانس کانالهای تلویزیونی در استاندارد CCIR-B
۹۹	جدول ۲-۵: حدود کانالها در استاندارد CCIR-B
۱۰۳	جدول ۳-۵: میزان تضعیف الگوریتم RLS به ازای چهار فرکانس داپلر
۱۰۴	جدول ۴-۵: توان سیگنال ورودی (S_{in}) و SNR_{in} به ازای چهار فرکانس داپلر
۱۰۵	جدول ۵-۵: مقدار کلاتر ایستا در ورودی
۱۱۲	جدول ۶-۵: شرایط موانع طبیعی برای سایت رادار
۱۱۲	جدول ۷-۵: توان سیگنال ورودی (S_{in}) به ازای چهار فرکانس داپلر
۱۱۴	جدول ۸-۵: شرایط موانع طبیعی برای سایت رادار در حالت با در نظر گرفتن موج دامنه
۱۱۵	جدول ۹-۵: مشخصات سیگنال فرستنده مغتنم
۱۱۵	جدول ۱۰-۵: مشخصات بخش گیرنده
۱۱۶	جدول ۱۱-۵: مشخصات بخش پردازش و آشکارسازی

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱: نمای آزمایش داونتری
۴	شکل ۱-۲: موقعیت گیرنده های Klein Heidelberg و سامانه Chain Home
۴	شکل ۱-۳: آنتنهای Klein Heidelberg
۷	شکل ۱-۴: آنتن آرایه ای رادار UCL
۸	شکل ۱-۵: نمایش ترکیب هندسی رادار UCL با فرستنده تلویزیونی Crystal Palace
۸	شکل ۱-۶: بلوک دیاگرام گیرنده رادار UCL
۹	شکل ۱-۷: بلوک دیاگرام سیستم رادار و بخش پردازش رادار هولند
۱۰	شکل ۱-۸: آنتهای یاگی - یودا استفاده شده در رادار هولند
۱۱	شکل ۱-۹: متوسط طیف توان بر حسب زمان در حوالی حامل تصویر
۱۲	شکل ۱-۱۰: هندسه رادار پسیو
۱۳	شکل ۱-۱۱: بلوک دیاگرام بخش پردازش
۱۶	شکل ۱-۱۲: پالس همزمانی افقی در سیگنال تلویزیون آنالوگ
۱۷	شکل ۱-۱۳: پالس همزمانی عمودی در سیگنال تلویزیون آنالوگ
۱۷	شکل ۱-۱۴: پالس همزمانی عمودی در داده های ضبط شده تلویزیون آنالوگ
۱۸	شکل ۱-۱۵: مشخصات یک کانال در استاندارد CCIR-B
۱۹	شکل ۱-۱۶: طیف سیگنال ضبط شده برای شبیه سازی
۲۱	شکل ۲-۱: ترکیب کننده خطی و فقی با یک ورودی
۲۲	شکل ۲-۲: ترکیب کننده خطی و فقی با چند ورودی
۲۴	شکل ۲-۳: حلقه فیدبک در روشهای و فقی
۳۲	شکل ۳-۱: یک سطر سیگنال تلویزیون در حوزه زمان
۳۳	شکل ۳-۲: طیف سیگنال تلویزیون آنالوگ
۳۳	شکل ۳-۳: $\pm 125 KHZ$ از طیف سیگنال تلویزیون آنالوگ
۳۴	شکل ۳-۴: سیگنال تلویزیون در حوزه زمان
۳۵	شکل ۳-۵: $\mp 5 KHz$ از طیف سیگنال تلویزیون آنالوگ
۳۷	شکل ۳-۶: طیف سیگنال تلویزیون آنالوگ (در داده شبیه سازی شده)
۳۸	شکل ۳-۷: سیگنال مسیر مستقیم به همراه سیگنال هدف با داپلر 430 هرتز و $SCR=-40dB$
۳۹	شکل ۳-۸: رسم ضریب بهبود
۴۰	شکل ۳-۹: منحنی P_d-SNR

- شکل ۳-۱۰: تضعیف ناشی از SW1
- شکل ۳-۱۱: کانتورهای SNR برای یک فرستنده و گیرنده خاص
- شکل ۳-۱۲: ناحیه پوشش رادار در فرکانس 196.25MHz بدون در نظر گرفتن اثرات کلاتر ایستا
- شکل ۳-۱۳: ناحیه پوشش رادار در حالت بدون استفاده از فیلتر وقتی با در نظر گرفتن سه فرکانس مختلف
- شکل ۳-۱۴: ناحیه Diffraction
- شکل ۳-۱۵: منحنی L بر حسب طول موج
- شکل ۳-۱۶: منحنی H بر حسب طول موج
- شکل ۳-۱۷: منحنی $V_1(X)$ بر حسب X
- شکل ۳-۱۸: منحنی $U_1(Z)$ بر حسب Z
- شکل ۳-۱۹: ناحیه پوشش رادار در فرکانس 196.25MHz با در نظر گرفتن اثرات کلاتر ایستا
- شکل ۳-۲۰: ناحیه پوشش رادار در فرکانس 575.25MHz در حالتی که گین لوب فرعی -26dB است
- شکل ۳-۲۱: ناحیه پوشش رادار در فرکانس 575.25MHz در حالتی که گین لوب فرعی -9dB است
- شکل ۴-۱: طیف سیگنال شبیه سازی شده در ورودی و خروجی فیلتر وقتی
- شکل ۴-۲: طیف سیگنال در ورودی -خروجی الگوریتم وقتی برای محاسبه میزان تضعیف
- شکل ۴-۳: اندازه و فاز وزن اول برای $\mu = 0.75$
- شکل ۴-۴: اندازه و فاز وزن اول برای $\mu = 0.01$
- شکل ۴-۵: مقادیر تضعیف الگوریتم LMS در زمانهای مختلف و به ازای μ مختلف
- شکل ۴-۶: میزان تضعیف الگوریتم LMS در زمانهای مختلف به ازای دو مقدار اولیه وزنها
- شکل ۴-۷: اندازه و فاز وزن 45 با $\mu = 0.3$ در الگوریتم LMS در حالتی که داپلر کلاتر صفر هرتز است
- شکل ۴-۸: اندازه و فاز وزن 45 با $\mu = 0.3$ در الگوریتم LMS در حالتی که داپلر کلاتر 0/1 هرتز است
- شکل ۴-۹: فاز وزن 45 (منحنی آبی) و خط منطبق شده با شیب 0.618 (منحنی قرمز) در الگوریتم LMS
- شکل ۴-۱۰: منحنی میزان تضعیف بر اساس داپلر کلاتر در الگوریتم LMS به ازای μ های مختلف
- شکل ۴-۱۱: میزان تضعیف سیگنال هدف با داپلرهای مختلف در الگوریتم LMS به ازای μ های مختلف
- شکل ۴-۱۲: اندازه و فاز وزن اول الگوریتم NLMS برای $\mu = 1.5$
- شکل ۴-۱۳: اندازه و فاز وزن اول الگوریتم NLMS برای $\mu = 0.01$
- شکل ۴-۱۴: اندازه و فاز وزن اول با $\mu = 1.995$ در الگوریتم NLMS
- شکل ۴-۱۵: مقدار تضعیف در الگوریتم NLMS به ازای μ و زمانهای مختلف
- شکل ۴-۱۶: میزان تضعیف الگوریتم NLMS در زمانهای مختلف به ازای دو مقدار اولیه وزنها
- شکل ۴-۱۷: اندازه و فاز وزن 45 با $\mu = 0.5$ در الگوریتم NLMS در حالتی که داپلر کلاتر صفر هرتز است
- شکل ۴-۱۸: اندازه و فاز وزن 45 با $\mu = 0.5$ در الگوریتم NLMS در حالتی که داپلر کلاتر غیر صفر است
- شکل ۴-۱۹: فاز وزن 45 (منحنی آبی) و خط منطبق شده با شیب 0.618 (منحنی قرمز) در الگوریتم NLMS
- شکل ۴-۲۰: منحنی میزان تضعیف بر اساس داپلر کلاتر در الگوریتم NLMS به ازای μ های مختلف
- شکل ۴-۲۱: میزان تضعیف سیگنال هدف با داپلرهای مختلف در الگوریتم NLMS به ازای μ های مختلف

- شکل ۴-۲۲: اندازه و فاز وزن دهم در الگوریتم RLS به ازای $\delta = 30$ ۷۵
- شکل ۴-۲۳: اندازه و فاز وزن دهم در الگوریتم RLS به ازای $\delta = 1$ ۷۵
- شکل ۴-۲۴: اندازه و فاز وزن دهم در الگوریتم RLS به ازای $\delta = 0.0001$ ۷۶
- شکل ۴-۲۵: اندازه و فاز وزن دهم در الگوریتم RLS به ازای فاکتور فراموشی 0/99999 ۷۷
- شکل ۴-۲۶: اندازه و فاز وزن دهم در الگوریتم RLS به ازای فاکتور فراموشی 0/99 ۷۷
- شکل ۴-۲۷: منحنی میزان تضعیف بر اساس داپلر کلاتر در الگوریتم RLS به ازای λ های مختلف ۷۹
- شکل ۴-۲۸: میزان تضعیف سیگنال هدف با داپلرهای مختلف در الگوریتم RLS به ازای λ های مختلف ۸۰
- شکل ۴-۲۹: طیف سیگنال ورودی - خروجی الگوریتم LMS در حالتی که تاخیر هدف و کلاتر عددی صحیح است ۸۲
- شکل ۴-۳۰: طیف سیگنال ورودی - خروجی الگوریتم LMS در حالتی که تاخیر هدف و کلاتر عددی غیر صحیح است ۸۳
- شکل ۴-۳۱: طیف سیگنال ورودی و خروجی الگوریتم وقتی NLMS به ازای $SCR = -10dB$ ۸۴
- شکل ۴-۳۲: طیف سیگنال ورودی و خروجی الگوریتم وقتی NLMS به ازای $SCR = -20dB$ ۸۵
- شکل ۴-۳۳: طیف سیگنال ورودی و خروجی الگوریتم وقتی NLMS به ازای $SCR = -30dB$ ۸۵
- شکل ۴-۳۴: طیف سیگنال ورودی - خروجی الگوریتم NLMS در حالتی که سه هدف در کانال نظارت قرار دارد ۸۹
- شکل ۴-۳۵: طیف سیگنال ورودی - خروجی الگوریتم LMS در حالتی که سه هدف در کانال نظارت قرار دارد ۹۰
- شکل ۴-۳۶: طیف سیگنال ورودی - خروجی الگوریتم LMS در حالتی که سه هدف و سه کلاتر در کانال نظارت قرار دارد ۹۳
- شکل ۴-۳۷: طیف سیگنال ورودی - خروجی الگوریتم NLMS در حالتی که سه هدف و سه کلاتر در کانال نظارت قرار دارد ۹۳
- شکل ۴-۳۸: طیف سیگنال ورودی - خروجی الگوریتم RLS در حالتی که سه هدف و سه کلاتر در کانال نظارت قرار دارد ۹۴
- شکل ۵-۱: بلوک دیاگرام رادار ۹۹
- شکل ۵-۲: منحنی میزان تضعیف بر اساس داپلر کلاتر در الگوریتم RLS به ازای λ های مختلف ۱۰۱
- شکل ۵-۳: میزان تضعیف سیگنال هدف با داپلرهای مختلف در الگوریتم RLS به ازای λ های مختلف ۱۰۲
- شکل ۵-۴: ناحیه پوشش رادار در حالت بدون در نظر گرفتن تموج دامنه ۱۰۴
- شکل ۵-۵: مقادیر ارتفاع H بر اساس طول موج ۱۰۷
- شکل ۵-۶: مقادیر طول L بر اساس طول موج ۱۰۷
- شکل ۵-۷: منحنی $V_1(X)$ بر حسب X ۱۰۸
- شکل ۵-۸: منحنی $U_1(Z)$ بر حسب Z ۱۰۸
- شکل ۵-۹: ناحیه A_c در محاسبه سطح مقطع کلاتر ۱۱۰
- شکل ۵-۱۰: ناحیه پوشش رادار با در نظر گرفتن تموج دامنه ۱۱۳

فصل اول

مقدمه

رادارهای دو پایه¹ سیستم هایی هستند که در آن فاصله فرستنده و گیرنده مقابل مقایسه با ماکزیمم برد آشکار سازی هدف باشد. رادارهای دو پایه می تواند با فرستنده های اختصاصی خود - که به طور خاص برای رادار دو پایه طراحی شده است- یا با فرستنده های مغتنم² - که برای اهداف دیگر طراحی شده است اما برای عملکرد دو پایه مناسب می باشد- کار کند. هنگامی که فرستنده مغتنم ، فرستنده رادار تک پایه دیگری باشد به رادار دو پایه با این نوع فرستنده Hitchhiker گفته می شود. هنگامی که فرستنده مغتنم ، فرستنده های غیر راداری مثل سیگنالهای پخش تلویزیونی³، مخابراتی⁴ یا ناوبری رادیویی⁵ باشد به این نوع رادار دو پایه عناوینی مثل رادار غیرفعال Passive radar ، Passive coherent location یا parasitic radar⁶ اطلاق می شود.

فرستنده های مغتنم در سناریوهای نظامی می تواند به صورت تعاونی⁶ یا غیر تعاونی⁷ طراحی شود. رادارهای غیرفعال در مقایسه با نوع دیگر رادار دو پایه ، اهمیت بیشتری دارد چون به طور کامل غیرفعال است و از این رو بالقوه غیر قابل کشف می باشد. [6]

سیگنال های متعارف موجود در محیط که در رادارهای غیر فعال مورد استفاده قرار می گیرند شامل موارد زیر می باشد:

- سیگنال های تلویزیون آنالوگ
- سیگنالهای دیجیتال تلویزیون و رادیو
- سیگنال رادیویی FM
- سیگنال شبکه های موبایل مانند GSM
- سیگنال شبکه های ماهواره های مانند GPS

¹-Bistatic

²-Opportunity

³- Broadcast

⁴- Communication

⁵- Radio Navigation

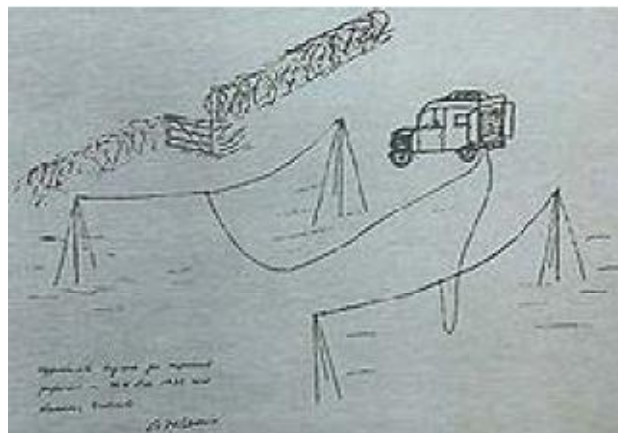
⁶-Cooperative

⁷-non-cooperative

احتمالاً استفاده از هریک از این فرستنده ها دارای مزایا و معایبی می باشد. بنابراین رادارهای غیرفعال با توجه به شکل موج مورد استفاده می توانند ساختارهای متفاوتی داشته باشند. در این پایان نامه هدف استفاده از فرستنده تلویزیونی آنالوگ به عنوان فرستنده مغتنم رادار پسیو می باشد.

2-1- تاریخچه رادار غیرفعال

آشکارسازی غیر فعال راداری توسط سیگنال های رادیویی بازگشتی از فرستنده های موجود در محیط، یک مفهوم جدید نیست. اولین تجربه رادار غیرفعال در انگلستان در سال 1935 توسط تیم "رابرت واتسون وات¹ و آرنولد ویکلنز²" انجام گرفت که در آن یک بمب افکن هیفورد³ در فاصله 8 کیلومتری با استفاده از امواج طول موج کوتاه، فرستنده رادیو BBC کشف شد [14]. از آنجایی که این تست در منطقه داونتری⁴ انجام شد به آزمایش داونتری مشهور است. در شکل 1-1 نمای آزمایش داونتری نشان داده شده است.



شکل 1-1- نمای آزمایش داونتری [13]

به دنبال این آزمایش موفقیت آمیز موسسه Bawdsey Research Station زیر نظر وزارت هوا و فضا و آقای رابرت واتسون وات در سپتامبر 1936 تاسیس شد. بعدها تحقیقات او منجر به

¹-Robert Watson-Watt

² - Arnold Wilkins

³ -Heyford

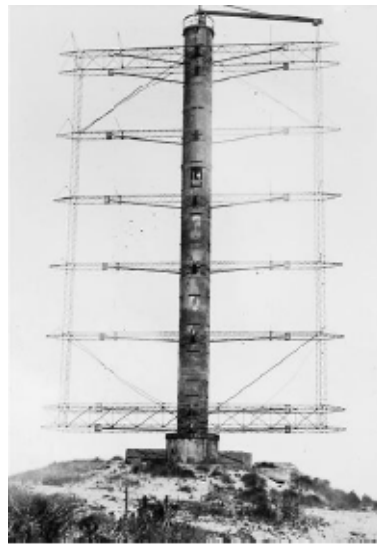
⁴-Davenport

استقرار Chain Home در انگلستان شد. سامانه Chain Home رادارهای فعالی بودند که توان فرستنده آنها 350 تا 750 کیلووات و در فرکانس 20-30MHz کار می کردند. در سال 1943 آلمانی ها سیستم غیر فعال "Klein Heidelberg" را استفاده کردند که با استفاده از فرستنده های Chain Home به کشف اهداف هوایی می پرداخت. پایداری در مقابل جمرهای انگلستان مهم ترین مزیت گیرنده های غیر فعال Klein Heidelberg در مقابل رادارهای فعال آلمان بود. در شکل 2-1 موقعیت گیرنده های Klein Heidelberg و سامانه Chain Home نشان داده شده است.



شکل 2-1- موقعیت گیرنده های Klein Heidelberg و سامانه Chain Home

در شکل 3-1 آنتنهای این نوع گیرنده نشان داده شده است.



شکل 3-1- آنتنهای Klein Heidelberg

با اختراع داپلکسر در سال 1936 - که اجازه ساخت رادارهای تک پایه را می داد- به طور موقت علاقه مندی به رادار غیر فعال از دست رفت [13]. از آنجا که سیرکولاتورها پیچیدگی هندسی ناشی از ایستگاههای مجزای گیرنده-فرستنده را رفع می کرد پیاده سازی رادارهای تک پایه بسیار ساده تر شد. علاوه بر این با ساخت اجزای کوچکتر ، به کارگیری این سیستمها در هواپیما و قایقها نیز امکان پذیر شد. در اوایل دهه 50 وقتی خاصیتهای جالب انرژی بازگشتی امواج در رادارهای دوپایه کشف شد دوباره رادارهای چندپایه مورد توجه واقع شدند. در حقیقت در سال 1995 ، Seigl در گزارش توصیفی خود از این ویژگیها ، برای اولین بار اصطلاح دوپایه (Bistatic) را به کار برد. آزمایشاتی در ایالات متحده انجام گرفت که منجر به طراحی رادار AN/FPS-32 که یک رادار هشدار دهنده فاصله دور¹ است ، در شمال آمریکا شد. این رادار ، رادار حفاظتی موج پیوسته دوپایه با پرتوی ثابت بود که در سال 1995 به منظور هشدار اولیه دوربرد در برابر بمب افکن های ارتفاع پایین توسعه یافت. رادار فوق به منظور پر کردن شکافهای ارتفاع پست میان رادارهای تک پایه دیده بان² طراحی شد و حدود 5 سال نیز در خط DEW به کار گرفته شد. [9]

این حقیقت که دولتهای آمریکا برای دهه ها علاقه مند به امکان کشف اهداف هوایی یا زمینی بوسیله رادار غیر فعال بودند در کنفرانسی که در اواخر دهه 1960 برگزار شد آشکار شد. یکی از پروژه هایی که در این کنفرانس مطرح شد پروژه Aquarius بود که توسط آژانس پروژه تحقیقاتی پیشرفته³ (ARPA) حمایت شده و بوسیله لابراتورهای دفاعی الکترونیکی سیلوانیا هدایت گردید. پروژه Aquarius یک پروژه تحقیقاتی بود که برای آزمایش امکان ردیابی موشک های بالستیک پرتاب شده از زیردریایی و هواپیما های در حال پرواز در ارتفاع پایین ، با استفاده از سیستم رادار غیر فعال دوپایه طراحی شده بود. [8]

با پیشرفت تکنولوژی و دستیابی به پردازشگرهای قدرتمند و ظهور تکنولوژی گیرنده های دیجیتال در دهه 1980 علاقه مندی دوباره ای در مبحث رادارهای غیر فعال شکل گرفت . در دهه 80 چندین کشور اروپایی علاقه مندی خود را در زمینه پسیو توسعه دادند. علاقه بیشتر

¹ - Distant Early Warning (DEW)

² - Sentinel

³ - Advanced Research Projects Agency