واحد بین‌الملل

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق- مخابرات گرایش سیستم

ردگیری هم‌زمان چند هدف مانور دهنده در رادارهای هوا پایه

توسط

مریم بستانیان

اساتید راهنما

دکتر مصطفی درختیان

دکتر محمد علی مسندی شیرازی

دی ماه 1390

بسم الله الرحمن الرحيم

به نام خدا

اظهـارنامـــه

اینجـانب مریم بستانیان (875007) دانشجـوی رشتـه‌ی مهنـدسی برق- مخابرات گرایش سیستم دانشکده‌ی واحد بین‌الملل اظهار می‌کنم که این پایان نامه 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 پایان نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه‌ی حقوق این اثر مطابق با آیین نامه‌ی مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

مریم بستانیان

۹۰/۱۰/۲۹

به نام خدا

ردگیری هم‌زمان چند هدف مانور دهنده در رادارهای هوا پایه

به کوشش

مریم بستانیان

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از

فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی

مهندسی برق – مخابرات گرایش سیستم

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته‌ی پایان نامه با درجه‌ی عالی

دکتر مصطفی درختیان، استادیار بخش مهندسی الکترونیک و مخابرات (رئیس کمیته) .....

دکتر محمد علی مسندی شیرازی، استاد بخش مهندسی الکترونیک و مخابرات (رئیس کمیته) .....

دکتر محمود کریمی، دانشیار بخش مهندسی الکترونیک و مخابرات .....

دکتر پاکنوش کریم آقایی، دانشیار بخش مهندسی کنترل و قدرت .....

دی ماه ۱۳۹۰

تقدیم به پدر و مادرم

نهال را باران باید تا بشوید غبار نشسته بر برگهایش و سیرابش کند از آب حیات

و آفتاب باید تا بتاباند نیرو را و محکم کند شاخه های تازه روییده را

به نام مادر،

بوسه ای باید زد دست هایی را که می شویند غبار خستگی روزگار را و سیراب می کنند روح تشنه را

به نام پدر،

بوسه ای باید زد دست هایی را که امی تابانند نیرو را و محکم می کنند استواری پایه های زیستن را

و تقدیم به همسرم،

اسطوره زندگیم، پناه خستگیم و امید بودنم

او که اسوه صبر و تحمل بوده و مشکلات مسیر را برایم تسهیل نمود.

سپاسگزاری

سپاس و ستایش خدای را که آثار قدرت او بر چهره‌ی روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده‌ی ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید. خداوند را شاکرم که توفیق به اتمام رسانیدن این تحقیق را نصیبم نمود. بر خود واجب می‌دانم به رسم ادب و احترام از زحمات اساتید ارجمند جناب آقای دکتر مصطفی درختیان و جناب آقای دکتر محمد علی مسندی شیرازی که با صرف ساعات فراوانی از وقت ارزشمندشان نهایت لطف و عنایت را در حق اینجانب مبذول داشته‌اند، قدردانی نمایم. همچنین از اساتید محترم جناب آقای دکتر پاکنوش کریم آقایی و جناب آقای دکتر محمود کریمی که با پیشنهادهای ارزنده‌ی خود راه گشای اینجانب بوده-اند، سپاسگزاری نمایم. با بوسه بر دستان پدر و مادرم که مشوق اصلی من در دوران تحصیل بوده-اند، از زحمات ایشان و همدردی و شکیبایی همسرم کمال تشکر را دارم.

چکیده

ردگیری هم‌زمان چند هدف مانور دهنده در رادارهای هوا پایه

به کوشش

مریم بستانیان

ردگیری اهداف از ضروریات سیستم‌های نظارتی می‌باشد. اساس کار ردگیری بر نظریه‌ی تخمین استوار است. داده‌های ردگیری، مشاهدات دریافتی رادار شامل اطلاعات برد، زوایای سمت و ارتفاع و داپلر هدف می‌باشد. این داده‌ها پس از پردازش اولیه به الگوریتم ردگیری داده می‌شوند تا کار ردگیری بر اساس آن‌ها انجام شود. مسئله‌ی انتخاب دستگاه مختصات در سیستم‌های ردگیری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. عموماً در مسائل ردگیری از دو سیستم مختصاتی کارتزین و قطبی استفاده می‌شود. در رادارهای زمینی سیستم مختصاتی ثابت در نظر گرفته می‌شود. اما در حالتی که از رادارهای هوا پایه استفاده شود، سیستم مختصاتی به دلیل چرخش هواپیما، دائماً در حال تغییر می‌باشد. در مسئله‌ی سکوی متحرک و به خصوص در رادارهای هوا پایه، می‌بایست حرکت هواپیما به نحوی جبران سازی شود. در این حالت، مشاهدات رادار نسبت به مختصات آنتن رادار اندازه‌گیری می‌شوند؛ که این مختصات به دلیل چرخش هواپیما، خود دارای چرخش در راستای محورهای هواپیما می‌باشد. غالباً در ردگیری رادارهای هوا پایه از سیستم مختصات NED استفاده می‌شود. در این تحقیق به بررسی روش‌های عملی در ردگیری اهداف چندگانه و اهداف مانور دهنده پرداخته شده است. به دلیل وجود مسئله‌ی سکوی متحرک در رادارهای هوا پایه روش‌های تبدیل سیستم‌های مختصاتی و ماتریس‌های دوران نیز بررسی شده است. مشاهدات دریافتی توسط آنتن رادار هواپیما با تبدیلات متوالی به مختصات بدنه‌ی هواپیما و مختصات NED انتقال یافته و پس از آن الگوریتم ردگیری به مشاهدات تبدیل شده به مختصات NED اعمال می‌شود. در بحث ردگیری اهداف مانور دهنده، شبیه‌سازی‌ها بر مبنای دو الگوریتم IMM و تصمیم گیری سخت انجام و نتایج این دو روش مقایسه شده است. در بحث اهداف چندگانه از دو الگوریتم تخصیص داده‌ی نزدیک‌ترین همسایه و JPDA استفاده شده است. هم‌چنین عملکرد ردگیری با برخی پارامترها مثل زمان به روز رسانی مشاهدات، شتاب حرکت اهداف، مسیر حرکت اهداف نسبت به هم از طریق شبیه سازی کامپیوتری مطالعه شده است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱- مقدمه ۱
۱-۱- کلیات ۱
۱-۲- هدف تحقیق ۳
۱-۳- ساختار تحقیق ۴
۲- مروری بر تحقیقات پیشین ۵
۳- فیلتر کالمن ۹
۳-۱- فیلترینگ ۹
۳-۲- فیلتر کالمن ۱۲
۳-۳- استخراج فیلتر کالمن ۱۴
۳-۳- ۱- روش تخمین حداقل مربعات (LSE) ۱۴
۳-۳- ۲- الگوریتم فیلتر کالمن ۱۶
۳-۳-۳- پایداری و مشاهده پذیری فیلتر کالمن ۲۱
۳-۳-۴- سازگاری فیلتر کالمن ۲۳
۳-۳-۵- شرایط اولیه‌ی فیلتر کالمن ۲۴
۳-۴- دیگر انواع فیلتر کالمن ۲۶
۳-۴-۱- فیلترهای حالت پایدار ۲۶
۳-۴-۲- فیلتر Singer α-β-γ Kalman ۲۷
۳-۴-۳- فیلتر اطلاعات ۲۷

۳-۵-فیلتر کالمن تعمیم یافته ۳۰
۳-۶-مدل دینامیکی ۳۴
۳-۶-۱- مدل سرعت ثابت ۳۷
۳-۶-۲- مدل شتاب ثابت ۳۸
۴- اهداف مانور دهنده ۴۰
۴-۱- مانور و ردگیری ۴۰
۴-۲- فیلترینگ در سیستم‌های هایبرید ۴۱
۴-۳- فیلترینگ وفقی مانور ۴۲
۴-۳- ۱- فیلترینگ چند مدلی ۴۲
۴-۳-۲- فیلترینگ با ابعاد متغیر ۴۴
۴-۳-۳- روش IMM ۴۷
۴-۳-۳-۱- پارامترهای طراحی فیلتر IMM ۴۹
۴-۳-۳-۲- مراحل الگوریتم IMM ۵۰
۴-۳-۴- مدل کردن مانور به صورت نویز ۵۵
۵- اهداف چندگانه ۵۶
۵-۱- معرفی سیستم‌های ردگیری اهداف چندگانه ۵۶
۵-۲- تشریح بلوک دیاگرام ردگیری اهداف چندگانه ۵۹
۵-۲-۱- پردازش داده‌های مشاهده ۵۹
۵-۲-۲- دروازه بندی ۶۰
۵-۲-۲-۱- دروازه بندی مستطیلی ۶۲
۵-۲-۲-۲- دروازه بندی بیضوی ۶۴
۵-۲-۲-۳- مرکز و اندازه‌ی دروازه ۶۶
۵-۲-۲-۴- دروازه بندی مدل مانور دهنده ۶۸
۵-۲-۲-۴- ۱- مرکز دروازه ۶۸
۵-۲-۲-۴-۲- حجم دروازه ۶۹
۵-۲-۳- تخصیص داده‌ها به مسیرهای ردگیری ۷۰

۵-۲-۳-۱- روش نزدیک‌ترین همسایه ۷۱
۵-۲-۳-۲- روش تمامی همسایه‌ها ۷۲
۵-۲-۳-۲-۱- روش تخصیص داده‌ی احتمالی (PDA) ۷۳
۵-۲-۳-۲-۲- روش تخصیص داده‌ی احتمالی توأم (JPDA) ۸۰
۵-۲-۴- مدیریت ردگیری ۸۵
۶- دستگاه مختصات ۸۷
۶-۱- انتخاب دستگاه مختصات در ردگیری رادارهای هوا پایه ۸۷
۶-۲- معرفی سیستم‌های مختصات مرجع ۸۸
۶-۲-۱- سیستم مختصاتNED ۸۸
۶-۲-۲- سیستم مختصات بدنه ۸۹
۶-۳- مبانی دستگاه‌های مختصات و دوران ۹۰
۶-۳-۱- ماتریس دوران ۹۰
۶-۳-۲- کسینوس جهت ۹۳
۶-۳-۳- دوران دستگاه‌های مختصات ۹۵
۶-۴- ردگیری رادارهای هوا پایه در سیستم مختصات اینرسی ۱۰۰
۶-۵- سیستم ناوبری اینرسی ۱۰۳
۷- شبیه سازی الگوریتم ردگیری اهداف چندگانه در رادارهای هوا پایه ۱۰۵
۷-۱- تبدیل مختصات ۱۰۵
۷-۲- شبیه سازی مشاهدات ۱۰۶
۷-۳- روش دروازه بندی ۱۰۷
۷-۴- تخصیص داده ۱۰۹
۷-۵- فیلترینگ و به روز رسانی ردگیری ۱۱۰
۷-۶- سناریوهای شبیه سازی شده ۱۱۰
۷-۶-۱- بررسی تأثیر زمان به روز رسانی مشاهدات و احتمال آشکار سازی درست در سناریوهای مختلف ۱۱۱
۷-۶-۱- ۱- سناریوی شماره‌ی یک ۱۱۲
۷-۶-۱-۲- سناریوی شماره‌ی دو ۱۱۵

۷-۶-۱-۳- سناریوی شماره‌ی سه ۱۱۸
۷-۶-۱- ۴- سناریوی شماره‌ی چهار ۱۲۲
۷-۶-۲- مقایسه‌ی عملکرد روش IMM و روش VD در سناریوهای مختلف ۱۲۵
۷-۶-۲-۱- سناریوی شماره‌ی پنج ۱۲۵
۷-۶-۲-۲- سناریوی شماره‌ی شش ۱۲۹
۷-۶-۲-۳- سناریوی شماره‌ی هفت ۱۳۲
۷-۶-۲-۴- سناریوی شماره‌ی هشت ۱۳۵
۷-۶-۲-۵- سناریوی شماره‌ی نه ۱۳۸
۷-۶-۲-۶- سناریوی شماره‌ی ده ۱۴۰
۷-۶-۲-۷- سناریوی شماره‌ی یازده ۱۴۳
۷-۶-۲-۸- سناریوی شماره‌ی دوازده ۱۴۶
۷-۶-۳- مقایسه‌ی عملکرد روش NN و روش JPDA در سناریوهای مختلف ۱۴۹
۷-۶-۳-۱- سناریوی شماره‌ی سیزده ۱۴۹
۷-۶-۳-۲- سناریوی شماره‌ی چهارده ۱۵۱
۷-۶-۳-۳- سناریوی شماره‌ی پانزده ۱۵۴
۷-۶-۳-۴- سناریوی شماره‌ی شانزده ۱۵۶
۷-۶-۳-۵- سناریوی شماره‌ی هفده ۱۵۹
۷-۶-۳-۶- سناریوی شماره‌ی هجده ۱۶۱
۷-۶-۳-۷- سناریوی شماره‌ی نوزده ۱۶۳
۷-۶-۳-۸- سناریوی شماره‌ی بیست ۱۶۶
۸- نتیجه گیری ۱۶۹
۸-۱- نتایج تحقیق ۱۶۹
۸-۲- پیشنهادات ۱۷۲
فهرست منابع ۱۷۴

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۷-۱) : مقایسه خطای ردگیری برای مدل CV با زمان به روز رسانی ۱ و ۲ ثانیه ۱۱۵
جدول (۷-۲) : مقایسه خطای ردگیری برای سناریوی دو با احتمال آشکار سازی ۰.۹ و ۰.۹۵ ..... ۱۱۸
جدول (۷-۳) : نتایج ردگیری برای سناریوی سه ۱۲۲
جدول (۷-۴) : نتایج ردگیری برای سناریوی چهار ۱۲۵
جدول (۷-۵) : نتایج ردگیری برای سناریوی پنج ۱۲۹
جدول (۷-۶) : نتایج ردگیری برای سناریوی شش ۱۳۱
جدول (۷-۷) : نتایج ردگیری برای سناریوی هفت ۱۳۴
جدول (۷-۸) : نتایج ردگیری برای سناریوی هشت ۱۳۷
جدول (۷-۹) : نتایج ردگیری برای سناریوی نه ۱۴۰
جدول (۷-۱۰) : نتایج ردگیری برای سناریوی ده ۱۴۳
جدول (۷-۱۱) : نتایج ردگیری برای سناریوی یازده ۱۴۵
جدول (۷-۱۲) : نتایج ردگیری برای سناریوی دوازده ۱۴۸
جدول (۷-۱۳) : نتایج ردگیری برای سناریوی سیزده ۱۵۱
جدول (۷-۱۴) : نتایج ردگیری برای سناریوی چهارده ۱۵۳
جدول (۷-۱۵) : نتایج ردگیری برای سناریوی پانزده ۱۵۶
جدول (۷-۱۶) : نتایج ردگیری برای سناریوی شانزده ۱۵۸
جدول (۷-۱۷) : نتایج ردگیری برای سناریوی هفده ۱۶۱
جدول (۷-۱۸) : نتایج ردگیری برای سناریوی هجده ۱۶۳
جدول (۷-۱۹) : نتایج ردگیری برای سناریوی نوزده ۱۶۶
جدول (۷-۲۰) : نتایج ردگیری برای سناریوی بیست ۱۶۸

فهرست تصاویر

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۱) : بلوک دیاگرام یک سیستم رادار نظارتی ۲
شکل (۳-۱) : حلقه‌ی پردازشی فیلتر کالمن ۲۱
شکل (۳-۲) : حلقه‌ی پردازشی فیلتر کالمن تعمیم یافته ۳۳
شکل (۴-۱) : بانک اجرای هم‌زمان N فیلتر ۴۳
شکل (۴-۲) : بلوک دیاگرام الگوریتم IMM ۴۸
شکل (۵-۱) : بلوک دیاگرام ردگیری تک هدف ۵۷
شکل (۵-۲) : بلوک دیاگرام کلی سیستم‌های ردگیری اهداف چندگانه ۵۸
شکل (۵-۳) : دروازه بندی برای دو هدف نزدیک به هم ۶۱
شکل (۵-۴) : فلوچارت نزدیک‌ترین همسایه با فیلتر کالمن ۷۲
شکل (۵-۵): دروازه بندی برای دو هدف ۸۱
شکل (۶-۱) : سیستم مختصات NED ۸۹
شکل (۶-۲) : سیستم مختصات بدنه ۸۹
شکل (۶-۳) : زوایای یک بردار با محورهای مختصات ۹۴
شکل (۶-۴) : دستگاه مختصات حاصل از دوران NED حول محور D ۹۶
شکل (۶-۵) : دستگاه مختصات حاصل از دوران دستگاه (۱) حول محور η ۹۷
شکل (۶-۶) : دستگاه مختصات حاصل از دوران دستگاه (۲) حول محور X_B ۹۸
شکل (۶-۷) : زوایای اویلر ۹۹
شکل (۶-۸) : سیستم مختصات NED و تبدیل زوایا ۱۰۲
شکل (۷-۱) : مسیر حرکت اهداف در سناریوی یک ۱۱۲
شکل (۷-۲) : مسیر واقعی و فیلتر شده برای اهداف در سناریوی یک ۱۱۳
شکل (۷-۳) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی یک ۱۱۳

شکل (۷-۴) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی یک ۱۱۴
شکل (۷-۵) : مسیر حرکت اهداف در سناریوی دو ۱۱۶
شکل (۷-۶) : مسیر واقعی و فیلتر شده برای اهداف در سناریوی دو ۱۱۶
شکل (۷-۷) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی دو ۱۱۷
شکل (۷-۸) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی دو ۱۱۷
شکل (۷-۹) : مسیر حرکت اهداف در سناریوی سه ۱۱۹
شکل (۷-۱۰) : مسیر واقعی و فیلتر شده برای اهداف در سناریوی سه ۱۲۰
شکل (۷-۱۱) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی سه ۱۲۰
شکل (۷-۱۲) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی سه ۱۲۱
شکل (۷-۱۳) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی سه ۱۲۱
شکل (۷-۱۴) : مسیر حرکت اهداف در سناریوی چهار ۱۲۳
شکل (۷-۱۵) : مسیر واقعی و فیلتر شده برای اهداف در سناریوی چهار ۱۲۳
شکل (۷-۱۶) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی چهار ۱۲۴
شکل (۷-۱۷) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی چهار ۱۲۴
شکل (۷-۱۸) : مسیر حرکت اهداف در سناریوی پنج ۱۲۶
شکل (۷-۱۹) : مسیر واقعی و فیلتر شده برای اهداف در سناریوی پنج ۱۲۷
شکل (۷-۲۰) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی پنج ۱۲۷
شکل (۷-۲۱) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی پنج ۱۲۸
شکل (۷-۲۲) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی پنج ۱۲۸
شکل (۷-۲۳) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی شش ۱۳۰
شکل (۷-۲۴) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی شش ۱۳۰
شکل (۷-۲۵) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی شش ۱۳۱
شکل (۷-۲۶) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی هفت ۱۳۳
شکل (۷-۲۷) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی هفت ۱۳۳
شکل (۷-۲۸) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی هفت ۱۳۴
شکل (۷-۲۹) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی هشت ۱۳۶
شکل (۷-۳۰) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی هشت ۱۳۶
شکل (۷-۳۱) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی هشت ۱۳۷
شکل (۷-۳۲) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی نه ۱۳۸

شکل (۷-۳۳) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی نه..... ۱۳۹
شکل (۷-۳۴) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی نه..... ۱۳۹
شکل (۷-۳۵) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی ده..... ۱۴۱
شکل (۷-۳۶) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی ده..... ۱۴۲
شکل (۷-۳۷) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی ده..... ۱۴۲
شکل (۷-۳۸) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی یازده..... ۱۴۴
شکل (۷-۳۹) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی یازده..... ۱۴۴
شکل (۷-۴۰) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی یازده..... ۱۴۵
شکل (۷-۴۱) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی دوازده..... ۱۴۷
شکل (۷-۴۲) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی دوازده..... ۱۴۷
شکل (۷-۴۳) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی دوازده..... ۱۴۸
شکل (۷-۴۵) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی سیزده..... ۱۵۰
شکل (۷-۴۸) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی چهارده..... ۱۵۲
شکل (۷-۴۹) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی چهارده..... ۱۵۳
شکل (۷-۵۰) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی پانزده..... ۱۵۴
شکل (۷-۵۱) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی پانزده..... ۱۵۵
شکل (۷-۵۲) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی پانزده..... ۱۵۵
شکل (۷-۵۳) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی شانزده..... ۱۵۷
شکل (۷-۵۴) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی شانزده..... ۱۵۷
شکل (۷-۵۵) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی شانزده..... ۱۵۸
شکل (۷-۵۶) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی هفده..... ۱۵۹
شکل (۷-۵۷) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی هفده..... ۱۶۰
شکل (۷-۵۹) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی هجده..... ۱۶۲
شکل (۷-۶۰) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی هجده..... ۱۶۲
شکل (۷-۶۱) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی هجده..... ۱۶۳
شکل (۷-۶۲) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف یک در سناریوی نوزده..... ۱۶۴
شکل (۷-۶۳) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی نوزده..... ۱۶۵
شکل (۷-۶۴) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف سه در سناریوی نوزده..... ۱۶۵
شکل (۷-۶۶) : خطای مشاهدات و خطای فیلترینگ برای هدف دو در سناریوی بیست..... ۱۶۷

فهرست نشانه‌های اختصاری

ARSR	= Air Route Surveillance Radar
CA	=Constant Acceleration
CG	=Centered Gating
CRLB	=Cramer Rao Lower Bound
CT	=Coordinated Turn
CV	=Constant Velocity
EKF	=Extended Kalman Filter
FOV	=Field Of View
GPS	=Global Positioning System
HD	=Hard Decision
HOT	=Higher Order Term
IMM	=Interacting Multiple Model
INS	=Inertial Navigation System
IR	=Infera Red
JPDA	=Joint Probabilistic Data Association
KF	=Kalman Filter
LOS	=Line Of Sight
LSE	=Least Square Error
MHT	=Multiple Hypotheses Tracking
MTT	=Multiple Target Tracking
MMSE	=Minimum Mean Square Error
NEES	=Normalized (state) Estimation Error Squared
NED	=North East Down
NN	=Nearest Neighbor
PDA	=Probabilistic Data Association
RMSE	=Root Mean Square Error
STT	=Single Target Tracking
TWS	=Track While Scan
UKF	=Unscented Kalman Filter
VD	=Variable Dimension

فصل اول

۱- مقدمه

۱-۱- کلیات

ردگیری[1]، فرآیند دنبال کردن هدفی متحرک و یا کمیتی متغیر از آن می‌باشد. این پروسه ممکن است به صورت خودکار یا دستی انجام شود. در رادارها، دنبال کردن زاویه، رنج یا داپلر هدف با نگه داشتن بیم آنتن روی هدف به طور پیوسته یا ناپیوسته قابل انجام است. تمرکز پیوسته‌ی بیم آنتن بر روی یک هدف اساس عملکرد رادارهای ردگیری است که فقط قادر به دنبال کردن یک یا چند هدف مشخص می‌باشند؛ اما در رادارهای جستجو به دلیل چرخش بیم آنتن تمرکز روی هر هدف موقتی می‌باشد.

در حالت طبیعی، آنتن رادار برای آشکارسازی اهداف در محیط تحت نظارت به جستجو می-پردازد. در این حالت آنتن رادار با نرخ چرخش مشخص (نرخ نمونه برداری)، اطلاعاتی را جهت تصمیم گیری در مورد وجود یا عدم وجود هدف از محیط دریافت می‌کند. می‌توان از این اطلاعات به دست آمده از سیگنال‌هایی که آشکارساز به عنوان هدف اعلام کرده، برای ردیابی استفاده کرد. به این گونه ردیابی هدف و یا چنین مدی از ردیابی مد TWS[2] گفته می‌شود.

داده‌های استخراج شده توسط آنتن رادار می‌توانند شامل برد، زوایای سمت[3] و ارتفاع[4] هدف و یا داپلر مربوط به هدف باشند. این داده‌ها به واحد پردازش داده ارسال می‌شود تا کار ردیابی هدف با استفاده از آن‌ها صورت گیرد. در این مد، ردیابی هم‌زمان بیش از یک هدف امکان پذیر است.

---

[1]. Traking
[2]. Track While Scan
[3]. Azimuth
[4]. Elevation