١٤٨٩٨

بسم الله الرحمن الرحيم

اقرأ باسم ربك

١٤٨٩٨

بنام خدا

پردازش اطلاعات در رادار

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

علی فکوریکتا

پایان نامه تحصیلی برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

مهندسی مخابرات

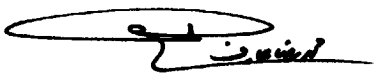
دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده برق و کامپیوتر

تیرماه ۱۳۷۰

۱۴۱۹۸
۱۴۸

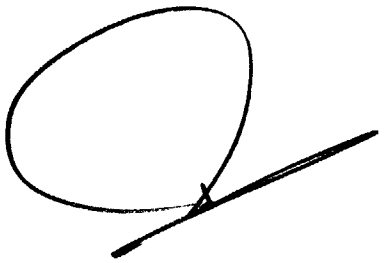
کیفیت و ارزش گزارش حاضر بعنوان پایان‌نامه کارشناسی ارشد مورد تأیید است .

دکتر محمدرضا عارف (استاد راهنمای تحقیق)



کیفیت و ارزش گزارش حاضر بعنوان پایان‌نامه کارشناسی ارشد مورد تأیید است .

دکتر حسین علوی (استاد مشاور تحقیق)



الامام السجّاد (ع):

" وامّا حق سائسك بالعلم، فالتعظيم له والتوقير لمجلسه و..."

(الحياة - جلد دوم)

بعنوان ادای یك حق برخود فرض میدانم از کلیه اساتیدکه درطول دوران تحصیل اعم ازدوره کارشناسی وکارشناسی ارشد ازمحضرشان کسب فیض کرده ام، تشکروقدردانی نمایم ،

وبالاخص ازاستادگرانقدرم دکترمحمدرضا عارف ،استادراهنمای تحقیق ،که درطول دوران تحصیل ازراهنمائیها ومساعدتهای فکری ایشان بهره هاجسته ام، وازدکترحسین علوی که علاوه برتلمذ ازمحضرشان ،بعنوان استادمشاورتحقیق ، دربه انجام رسیدن پروژه نقش بسزائی داشته اند ،

وازدکترعلیمحمددوست حسینی ،به خاطرحضوردرجلسه دفاعیه ونیزبهره گیری از محضردرس ایشان ،

سپاسگزاری نمایم .

به نام آنکه هستی نام ازاو یافت ،

وبادرود به روان پاك اول آموزگار علم ومعرفت ،

وباسپاس :از همسروفرزندانم که باشکیبائی وتحمل مشکلات

فرصت ادامه تحصیل رابرایم فراهم آوردند .

تقدیم به :

تمامی تلاشگران درمسیرخودکفایی واستقلال

وبزرگ آموزگار مکتب رهایی، امام خمینی(ره)

وتمامی رهروان راهش .

فهرست مطالب :

عنوان	صفحه
فهرست جداول	هشت
فهرست اشکال	نه
چکیده	دوازده
فصل اول : مقدمه	
۱-۱- تاریخچه وتعاریف	۱
۱-۲- معرفی اجمالی پردازش اطلاعات	۶
۱-۳- مبانی ریاضی پردازش اطلاعات	۱۰
فصل دوم : مدلسازی سیستم	
۲-۱- مقدمه	۱۴
۲-۲- مدلسازی هدف	۱۵
۲-۲-۱- سیستم مرجع مختصات	۱۵
۲-۲-۲- بردارحالت هدف	۲۱
۲-۲-۳- مدلسازی شتاب هدف	۲۲
۲-۳- مدلسازی سنسور	۳۰
۲-۳-۱- مدل کردن ارتباط بین داده هابابردارحالت	۳۰
۲-۳-۲- مدلسازی خطاهای اندازه‌گیری	۳۴
۲-۴- خلاصه ونتیجه‌گیری	۴۵
فصل سوم : فیلتردیابی	
۳-۱- مقدمه	۴۷
۳-۲- فیلترخطی	۴۸

۳-۲-۱- فیلترکالمن ۴۸
۳-۲-۲- فیلترخطی باضرائب ثابت ۵۳
۳-۳- فیلترغیرخطی ۵۵
۳-۳-۱- فیلترکالمن توسعه یافته ۵۶
۳-۳-۲- روش تبدیل داده ها ۵۷
۳-۳-۳- روش خطی سازی آماری ۵۸
۳-۳-۴- فیلترگوسی مرتبه دوم ۵۹
۳-۴- فیلتروفقی ۶۰
۳-۴-۱- فیلتروفقی بهینه مبتنی برروش بیز ۶۱
۳-۴-۲- فیلتروفقی شبه بهینه ۶۳
۳-۴-۳- الگوریتمهای آشکارسازی مانور ۶۴
۳-۴-۴- مکانیزمهای مختلف تطبیق شدن ۶۷
۳-۵- خلاصه ونتیجه گیری ۷۰
فصل چهارم : فیلترکردن درمحیط واقعی
۴-۱- مقدمه ۷۳
۴-۲- روشهای مختلف دروازه بندی ۷۴
۴-۳- همبستگی داده - داده ۸۰
۴-۳-۱- فایل اهداف ایستا ۸۰
۴-۳-۲- فایل اهداف بالقوه ۸۱
۴-۴- همبستگی داده - ردیابی ۸۵
۴-۴-۱- فیلترکردن یك هدف درمحیط کلاتر ۸۵
۴-۴-۲- فیلترکرن چند هدف درمحیط کلاتر ۹۰
۴-۴-۳- تعقیب یك دسته هدف ۹۷
۴-۵- بررسی چندعنوان خاص ۱۰۳
۴-۵-۱- بهینه سازی توام پردازشگرهای سیگنال واطلاعات ۱۰۳
۴-۵-۲-اجرای عملی الگوریتمهای پردازش اطلاعات ۱۰۵
۴-۵-۳- روشهای تحلیلی برای ارزیابی سیستم ۱۰۷
۴-۶- خلاصه ونتیجه گیری ۱۰۸

فصل پنجم : شبیه سازی پرداز شگر اطلاعات در رادار
۵-۱- مقدمه ۱۱۱
۵-۲- شبیه سازی پدیده های تصادفی ۱۱۳
۵-۲-۱- تولید یک متغیر تصادفی ۱۱۳
۵-۲-۲ تبدیل توزیع یکنواخت به سایر توزیعها ۱۱۴
۵-۲-۳- تولید فرآیند های تصادفی همبسته ۱۱۵
۵-۲-۴- شبیه سازی یک پدیده با احتمال وقوع معین ۱۱۶
۵-۲-۵-انتخاب مناسب تابع توزیع احتمال یک متغیر تصادفی ۱۱۸
۵-۳- ارزیابی خروجی الگوریتم شبیه سازی ۱۱۸
۵-۴- انتخاب آمارگان ارزیابی ۱۲۲
فصل ششم : نتایج شبیه سازی و پیشنهادات
۶-۱- مقدمه ۱۲۳
۶-۲- نتایج اجرای برنامه ۱۲۶
۶-۳- پیشنهادات جهت ادامه کار ۱۲۹
ضمیمه الف : لیست برنامه نوشته شده ۱۳۱
ضمیمه ب :نمونه هایی از نتایج اجرای برنامه ۱۵۱
فهرست مراجع ۱۶۱

فهرست جداول

عنـــــــــاوین	صفحـــه
فصل دوم :	
۲-۱- مشخصات محدوده سرعت وشتاب برای اهداف نوعی	۲۲
فصل چهارم :	
۴-۱- مقایسه حجم دروازه های بیضوی ومستطیلی	۷۹
۴-۲- مقادیرمیانگین وانحراف استانداردتعداداسکن های موردنیازبرای شروع تعقیب درواحدهای مختلف	۸۳
۴-۳- محاسبه احتمالات فرضیات برای مثال شکل ۴-۶	۹۴
ضمیمه ب :	
ب -۱- جدول مقایسه ای آمارگان همبستگی برای سناریوی ۱	۱۵۱
ب -۲- جدول مقایسه ای آمارگان سینماتیك برای سناریوی ۵	۱۵۱
ب -۳- جدول مقایسه ای آمارگان همبستگی برای سناریوی ۱	۱۵۱
ب -۴- جدول مقایسه ای آمارگان سینماتیك برای سناریوی ۵	۱۵۲

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
فصل اول :	
۱-۱- شکل شماتیک یک سیستم رادارمدرن مونواستاتیک	۵
۱-۲- مراحل اساسی درروش آشکارسازی وردیابی اتوماتیک	۶
۱-۳- مثالی ازدروازه بندی وتخصیص	۸
۱-۴- شمائی ازالگوریتم پیشگوئی وفیلتر	۹
۱-۵- شمائی ازپردازش دررادار TWS	۹
۱-۶- معرفی مراحل مختلف یک مسئله تخمین	۱۰
۱-۷- سیستم خطی زمان گسسته	۱۲
فصل دوم :	
۲-۱- روش تصویرکردن سه بعدی	۱۶
۲-۲- الف -مؤلفه های سرعت برای یک مسیرنوعی	۱۸
ب - سرعت وشتاب نرمالیزه شده برحسب θ	۱۸
۲-۳- اساس کارفیلتروردیابی درمختصات مخلوط	۱۹
۲-۴- سیستم مختصات مبناردیابی	۲۰
۲-۵- تابع همبستگی شتاب هدف	۲۵
۲-۶- تابع چگالی احتمال شتاب هدف	۲۵
۲-۷- روشهای مختلف مدل کردن مانورهدف	۲۹
۲-۸- مدل نیمه مارکف شتاب هدف	۳۰
۲-۹- اندازه گیری تاخیرزمانی به روش عبورازسطح آستانه	۳۶
۲-۱۰- گیرنده فیلترمنطبق برای اندازه گیری برد	۳۷

۲-۱۱- مکان هندسی خطاهای ثابت نسبت به a ۴۱
۲-۱۲- شکلهای نوعی مکان هندسی خطاهای ثابت ۴۱
۲-۱۳- مکان هندسی مقادیرثابت Γ ۴۲
فصل سوم :
۳-۱- بلوك دیاگرام فیلترکالمن ۵۰
۳-۲- منحنی مؤلفه های بهره برحسب تعدادجاروبهای رادار ۵۱
۳-۳- مقادیرحالت دائمی مؤلفه های بهره کالمن درمدل سینگر ۵۲
۳-۴- بلوك دیاگرام فیلترغیرخطی به روش تبدیل داده ها ۵۸
۳-۵- الگوریتم تخمین برای مدل نیمه مارکف هدف ۶۳
۳-۶- فیلتروفقی ساده شده برای مدل نیمه مارکف شتاب هدف ۶۳
۳-۷- الگوریتم تخمین توأم دامنه واولین زمان مانورهدف ۶۷
۳-۸- فیلترکالمن وفقی برای هدف مانوردهنده ۶۷
۳-۹- فیلتروفقی براساس سویچ بین دوفیلترردیابی مختلف ۷۰
فصل چهارم :
۴-۱- ابعاددروازه همبستگی برحسب تعدادجاروبهای رادار ۷۷
۴-۲- Pcd برحسب وبرای n_{TF} های مختلف ۷۸
۴-۳- Pcd برحسب وبرای P_d های مختلف ۷۸
۴-۴- روش پنجره لغزان برای شروع ردیابی ۸۲
۴-۵- تعاریف تاریخچه تعقیب ودنباله های ممکن ۸۶
۴-۶- مثالی ازحالت چند هدف وچنددادە ۹۳
۴-۷- یك الگوریتم متداول برای ردیابی گروهی ۹۸
۴-۸- روشهای دروازه بندی ردیابی گروهی متشکل ۱۰۲
۴-۹- مؤلفه های نوعی سیستمهای ردیابی بادوپردازشگرمتوالی ۱۰۴
ضمیمه ب :
ب -۱- شبیه سازی صفحه نمایشگررادار دردرسناریوی ۱-فیلتر α-β و NN ۱۵۳
ب -۲- MSE درمؤلفه های موقعیت فیلترشده " " " ۱۵۳
ب -۳-شبیه سازی صفحه نمایشگررادار دردرسناریوی ۱-فیلترکالمن و NN ۱۵۴
ب -۴- MSE درمؤلفه های موقعیت فیلترشده " " " ۱۵۴
ب -۵- شبیه سازی صفحه نمایشگررادار دردرسناریوی ۱- PDAF ۱۵۵

ب -۶- MSE درمؤلفه های موقعیت فیلترشده " " " ۱۵۵
ب -۷- مقایسه MSE درمؤلفه های سرعت فیلترشده درسناریوی ۱ ۱۵۶
ب -۸- شبیه سازی صفحه نمایشگرراداردرسناریوی ۵-فیلترα-βو NN ۱۵۷
ب -۹- MSE درمؤلفه های موقعیت فیلترشده " " " ۱۵۷
ب -۱۰-شبیه سازی صفحه نمایشگرراداردرسناریوی۵-فیلترکالمنو NN ۱۵۸
ب -۱۱- MSE درمؤلفه های موقعیت فیلترشده " " " ۱۵۸
ب -۱۲- شبیه سازی صفحه نمایشگردرسناریوی ۵- JPDAF ۱۵۹
ب -۱۳- MSE درمؤلفه های موقعیت فیلترشده " ۱۵۹
ب -۱۴-مقایسه MSE مؤلفه های سرعت درسناریوی ۵ ۱۶۰

چکیده مطالب :

رشد روزافزون پردازشگرها و کامپیوترهای سریع تحولی بزرگ در کارآئی و کاربرد رادار بوجود آورده است . از مهمترین این تحولات تحقق یافتن ایده های پردازش اطلاعات و امکان تعقیب همزمان چند هدف توسط یك رادار دیده بانی میباشد . در این رساله ، ابتدا بررسی مختصری روی ایده های پردازش اطلاعات و تخمین پارامترهای سینماتیك اهداف یا تعقیب اهداف شده است و پس از بررسی شیوه های متداول مدلسازی هدف و سنسور و ارتباط این دو با یکدیگر ، پاسخ بهینه مسئله تخمین حالت هدف بر اساس اطلاعات دریافتی توسط سنسور به تفصیل مورد بحث واقع شده است و به روشهای مختلف تخمین خطی ، غیرخطی و وفق اشاره شده است . در پایان نوشتار برنامه ای برای شبیه سازی الگوریتمهای مختلف پردازش اطلاعات در یك رادار TWS ارائه شده است و بر اساس نتایج بدست آمده از شبیه سازی ، الگوریتم و روش مناسب برای یك رادار دیده بانی هوائی پیشنهاد شده است .

فصل اول :

مقدمه

۱-۱) تاریخچه وتعاریف :

درنخستین سالهای جنگ جهانی‌دوم راداروسیله بسیارساده‌ای جهت آشکار-سازی‌وتشخیص هواپیمابود ،ولی‌امروزه به‌کمك رشدوپیشرفت تکنولوژی‌دیجیتال واستفاده روزافزون‌ازکامپیوترو..رادار به‌وسیله بسیارمفیدوقابل‌انعطافی تبدیل‌شده است که‌با استفاده ازروشهای‌وفقی‌وکنترلهای‌اتوماتیك وکامپیوتری قادربه ارائه تصویرمناسبی‌ازمحیط اطراف خوداست .ازجمله مهمترین‌ابزارها که‌دراین‌انعطاف پذیری‌نقش داشته اند ،عملی‌شدن‌ایده های پردازش اطلاعات در سیستمهای‌رادارمیباشد .همچنین‌استفاده ازچندرادار‌دریك شبکه امکان‌کنترل‌و پوشش حجم‌بسیاروسیعی رابادقت زیادفراهم کرده‌است .استفاده ازآنتن های آرایه‌فازی نیزازجمله‌تغییرات عمده‌درتکنولوژی راداربوده‌است که‌مرهون ورودکامپیوتربه عرصه‌رادارمیباشدواین همه ،رادار‌را‌به‌ابزارمناسبی برای کاربردهای نظامی وغیرنظامی درآورده‌است .

دراین‌نوشتار ،هدف تبیین تصویری‌کلی‌ازایده های"پردازش اطلاعات رادار"[1] (RDP)میباشد .پردازشگراطلاعات درراداربه‌مجموعه الگوریتمهایی‌اطلاق‌میشود که‌قادربه‌تأییدوآشکارسازی‌هدف وتعیین نقاط مربوط به‌یك هدف ازبین‌نقاط

1- Radar Data Processing(RDP)

بدست آمده درطی جاروبهای متوالی رادار وتخمین پارامترهای سینماتیک هدف (مکان، سرعت، شتاب ومانور) ویا تشخیص هویت هدف وتعقیب آن میباشد. پردازشگر اطلاعات میتواند در یک رادار ساده، یک شبکه متشکل از چند رادار و یا یک رادار آرایه فازی بکار رود و طبعا در هریک از این کاربردها، انتظارات متفاوتی از آن میرود.

سیستمهای رادار را بر پایه انتظارات اولیه از آنها میتوان به رادارهای مراقب[1] و رادارهای تعقیب[2] تقسیم کرد. در رادارهای مراقب از یک آنتن با پرتو پهن ای برای جاروب کردن بخشی از فضا و جستجو برای یافتن اهداف استفاده می شود و در رادارهای تعقیب از یک آنتن با پرتو مدادی برای رهگیری وتعقیب پیوسته یک هدف استفاده میشود. در اینگونه رادارها، آنتن بطور مکانیکی حرکت کرده که اصطلاحا "MSA"[3] نامیده میشوند. در مقابل این دسته از رادارها، رادارهای مدرن که در آنها آنتن، الکترونیکی کنترل شده و اصطلاحا "ESA"[4] نامیده میشوند، قرار دارند. این رادارها به لحاظ قابلیت داشتن پرتوهای باریک، پهن، مدادی و در جهات گوناگون ونیز تغییر سریع پهنای بیم وجهت آن، دارای انعطاف پذیری وسرعت عمل بسیار زیادی نسبت به رادارهای معمولی بوده وقادر به جستجو و مراقبت ونیز تعقیب چند هدف بطور همزمان هستند. در اینگونه رادارها، یک کامپیوتر همه منظوره بمنظور کنترل وجود دارد و برای اعمال پردازش اطلاعات نیز از آن استفاده میشود. در اینمورد وظائف RDP به مراتب سنگینتر از حالات معمولی بوده و اعمالی چون برنامه ریزی کنترل پرتوهای تولیدی آنتن جهت دستیابی به یک دقت خاص از یک هدف مانورد هنده و یا معطوف نمودن توجه بیشتر به برخی اهداف خاص و... نیز در حیطه وظائف RDP قرار میگیرد.

رادار میتواند "مونواستاتیک"[5] یا "مالتی استاتیک"[6] باشد یعنی از یک آنتن برای فرستنده وگیرنده استفاده کند و یا اینکه از یک آنتن برای فرستنده واز آنتن یا آنتن های دیگری با فواصل متفاوت از یکدیگر برای گیرنده استفاده

1-survilance radar 2-tracking radar

3-Mechanically Scanned Antenna 4-Electronically Scanned Antenna

5-monostatic 6-multistatic