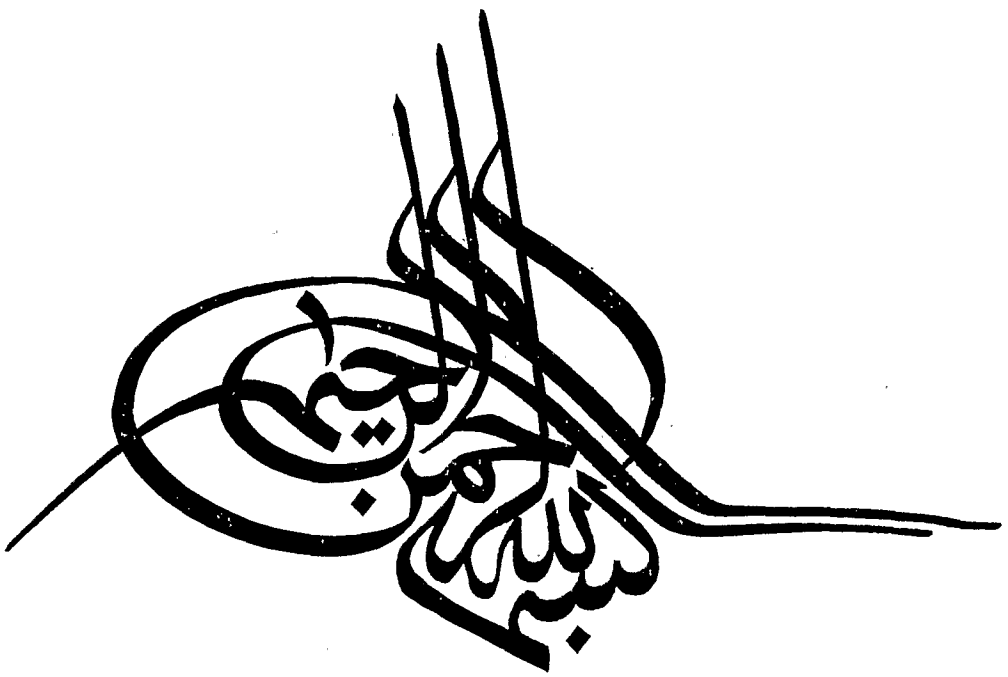

٩٣٧٩٧

دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

در رشته ی مهندسی برق - مخابرات (سیستم)

بررسی و بهبود عملکرد آشکارسازهای وفقی مبتنی بر مدل AR در محیطهای ناهمگن

بوسیله ی:

حمید آزاد

۱۳۸۷/۲/۲۱

استاد راهنما:

دکتر عباس شیخی

شهریورماه ۱۳۸۶

۸۳۷۹۷

بسم ا... الرحمن الرحیم

بررسی و بهبود عملکرد آشکارسازهای وفقی مبتنی بر مدل AR در محیطهای ناهمگن

به وسیله‌ی:

حمید آزاد

پایان نامه

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

در رشته‌ی:

مهندسی برق - مخابرات سیستم

از دانشگاه شیراز

شیراز، ایران

ارزیابی شده توسط کمیته‌ی پایان نامه با درجه‌ی: عالی

امضای اعضای کمیته پایان نامه:

دکتر عباس شیخی، استادیار بخش مهندسی برق (رییس کمیته) .....

دکتر محمد علی مسندی شیرازی، دانشیار بخش مهندسی برق .....

دکتر محمود کریمی، استادیار بخش مهندسی برق.....

شهریورماه ۱۳۸۶

تقدیم به معلم عشق، مادرم

تقدیم به آموزگار ایثار، پدرم

تقدیم به دوست خوبم، برادرم

و تقدیم به تمامی آموزگاران و اساتید دوران تحصیلم و در یک کلام همه آنان که دوستشان دارم که اگر نبود ترس از ناقابلی این اثر، همه را یک به یک نام می بردم.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می دانم که از کلیه افرادی که به نحوی مرا در انجام این پایان نامه یاری رساندند، تشکر و قدردانی نمایم. بخصوص از استاد گرامی، جناب آقای دکتر عباس شیخیَ که با همراهی و راهنمایی خویش مرا در انجام این پایان نامه یاری رساندند و همیشه و در تمام مدت علم آموزی خویش نزد ایشان، مطالب بسیار زیادی از ایشان آموختم. به خاطر تمام آموخته هایم از ایشان سپاسگزارم و همواره یکی از افتخارات اینجانب شاگردی ایشان بوده و خواهد بود. همچنین از اساتید محترم مشاور، جناب آقای دکتر مسندی شیرازی و جناب آقای دکتر کریمی که افتخار شاگردیشان را در دوران کارشناسی و کارشناسی ارشد داشته ام، به خاطر تمام زحماتشان و برای تمام مطالبی که به من آموخته اند، از ایشان بسیار تشکر و سپاسگزاری می نمایم.

چکیده

بررسی و بهبود عملکرد آشکارسازهای وفقی مبتنی بر مدل AR در محیطهای ناهمگن

توسط

حمید آزاد

آشکارسازهای وفقی راداری معمولاً با فرض همگن بودن محیط تحت بررسی رادار طراحی می شوند. ولی در عمل به دلیل پدیده های مختلف از جمله اهداف تداخلی، توده کلاتر و لبه کلاتر، فرض همگن بودن محیط نقض شده و در نتیجه این آشکارسازها دچار افت عملکرد می گردند. به همین دلیل بررسی و بهبود عملکرد آشکارسازهای وفقی راداری در محیطهای ناهمگن یکی از مباحث مهم در زمینه رادار می باشد.

در این پایان نامه عملکرد دو آشکارساز وفقی مبتنی بر مدل AR شامل آشکارساز ARGLR و IBDA در شرایط مختلف محیط ناهمگن مورد بررسی قرار گرفته و نشان داده شده است که این دو آشکارساز در چنین شرایطی دچار افت عملکرد می شوند. همچنین روشهای مختلف انتخاب داده های ثانویه همگن مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و چند روش جدید جهت یافتن داده های همگن پیشنهاد شده است. شبیه سازی های انجام شده نشان از عملکرد مناسب روشهای پیشنهادی نسبت به روشهای موجود دارد. عملکرد آشکارسازهای ARGLR و IBDA در محیط ناهمگن با استفاده از روشهای انتخاب داده های همگن موجود و پیشنهادی به عنوان الگوریتمهای پیش پردازشی روی داده های ثانویه، با استفاده از شبیه سازی کامپیوتری مورد ارزیابی قرار گرفته که نتایج حاکی از آن است که عملکرد آشکارسازهای مورد بررسی در چنین محیطی با استفاده از الگوریتمهای انتخاب داده های همگن بهبود چشمگیری خواهد یافت.

فهرست مطالب

عنوان ..... صفحه

فصل ۱ مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- آشکارسازی راداری ۲

۱-۲-۱- آشکارسازهای غیر وفقی ۳

۱-۲-۲- آشکارسازهای وفقی ۳

۱-۲-۲-۱- آشکارساز SMI ۴

۱-۲-۲-۲- آشکارساز GLR ۴

۱-۲-۲-۳- آشکارسازهای مبتنی بر مدل AR ۵

۱-۳- شرایط محیط ناهمگن ۵

۱-۴- آشکارسازهای وفقی راداری در محیطهای ناهمگن ۷

۱-۵- جمع بندی ۹

فصل ۲ آشکارسازهای وفقی مبتنی بر مدل *AR* در محیطهای ناهمگن ۱۱

۲-۱- مقدمه ۱۲

۲-۲- آشکارسازهای وفقی مبتنی بر مدل AR ۱۲

۲-۲-۱- آشکارساز ARGLR ۱۳

۲-۲-۲- آشکارساز IBDA ۱۶

۲-۳- بررسی عملکرد آشکارسازهای مبتنی بر مدل AR در محیطهای ناهمگن ۱۸

۲-۴- شبیه سازی ۱۹

۲-۵- نتیجه گیری ۳۵

فصل ۳ روشهای انتخاب داده های ثانویه همگن ۳۶

۳-۱- مقدمه ۳۷

۳-۲- روشهای انتخاب غیر وفقی دادهای ثانویه ۳۸

عنوان ..... صفحه

۳-۲-۱- روش Sliding Window ۳۸
۳-۲-۲- روش Range Segmentation ۳۹
۳-۲-۳- روش Sliding Hole ۴۰
۳-۳- روشهای انتخاب وفقی داده های ثانویه ۴۲
۳-۳-۱- روش ضرب داخلی (IP) ۴۲
۳-۳-۲- روش ضرب داخلی تعمیم یافته (GIP) ۴۲
۳-۳-۳- روش GIP جدید ۴۴
۳-۳-۴- روشهای مبتنی بر Generalized Likelihood Function (GLF) ۴۷
۳-۳-۵- روش مبتنی بر MLE ۵۲
۳-۴- روشهای ارائه شده برای انتخاب داده ثانویه های همگن ۵۳
۳-۴-۱- روش AR-GIP ۵۳
۳-۴-۲- روش GIP با پردازش اولیه ضرب داخلی (GIP-IPpreprocess) ۵۵
۳-۴-۳- روش AR-GIP با پردازش اولیه ضرب داخلی (AR-GIP-IPpreprocess) ۵۷
۳-۴-۴- روش PCRM ۵۸
۳-۵- شبیه سازی ۶۰
۳-۶- نتیجه گیری ۷۳

فصل ۴ عملکرد آشکارسازی مبتنی بر مدل *AR* در محیط ناهمگن با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه ۷۴
۴-۱- مقدمه ۷۵
۴-۲- ساختار آشکارسازهای مبتنی بر مدل AR در محیط ناهمگن ۷۵
۴-۳- شبیه سازی ۷۶
۴-۴- نتیجه گیری ۹۴

فصل ۵ نتیجه گیری و پیشنهادات ۹۵
۵-۱- مقدمه ۹۶

عنوان .....صفحه

۵-۲- نتیجه گیری ۹۶
۵-۳- پیشنهادات جهت ادامه کار..... ۹۸

فهرست جداول

عنوان و شماره.....صفحه

جدول (۳-۱) مقایسه روشهای مختلف انتخاب داده های همگن برای داپلرهای مختلف ($N_{out}=1$).....۶۴

جدول (۳-۲) مقایسه روشهای مختلف انتخاب داده های همگن برای داپلرهای مختلف ($N_{out}=2$).....۶۸

جدول (۳-۳) مقایسه روشهای مختلف انتخاب داده های همگن برای حالت توده کلاتر ($N_{out}=3$).....۷۰

جدول (۳-۴) احتمال آشکارسازی داده های ناهمگن در حالت لبه کلاتر.....۷۲

جدول (۴-۱) مقادیر تنظیم شده برای پارامترهای مختلف در شبیه سازی (محیط ناهمگن با اهداف تداخلی).....۷۷

جدول (۴-۲) مقایسه عملکرد روشهای مختلف انتخاب داده های ثانویه همگن در آشکارساز ARGLR در حالت اهداف تداخلی با $N_{out}=1$ ۸۰

جدول (۴-۳) مقایسه عملکرد روشهای مختلف انتخاب داده های ثانویه همگن در آشکارساز ARGLR در حالت اهداف تداخلی با $N_{out}=2$ ۸۲

جدول (۴-۴) مقایسه عملکرد روشهای مختلف انتخاب داده های ثانویه همگن در آشکارساز IBDA در حالت اهداف تداخلی با $N_{out}=1$ ۸۴

جدول (۴-۵) مقایسه عملکرد روشهای مختلف انتخاب داده های ثانویه همگن در آشکارساز IBDA در حالت اهداف تداخلی با $N_{out}=2$ ۸۶

جدول (۴-۶) مقایسه عملکرد روشهای مختلف انتخاب داده های ثانویه همگن در آشکارساز ARGLR و IBDA در حالت توده کلاتر با $N_{out}=3$ ۸۹

جدول (۴-۷) مقایسه عملکرد روشهای مختلف انتخاب داده های ثانویه همگن در آشکارساز ARGLR و IBDA در حالت لبه کلاتر با $N_{out}=5$ ۹۲

فهرست شکل ها

عنوان و شماره.....صفحه

شکل (۱-۱) شمایی از وجود اهداف تداخلی در یک سناریوی راداری.....۶

شکل (۱-۲) شمایی از شرایط توده کلاتر.....۷

شکل (۲-۱) نمودار ROC برای مقادیر مختلف تعداد داده های ثانویه (a: K=5 , b: K=10 , c: K=15) برای دو محیط همگن و ناهمگن برای آشکارساز ARGLR ($N_{out}=1$).....۲۲

شکل (۲-۲) نمودار ROC برای مقادیر مختلف تعداد داده های ثانویه (a: K=5 , b: K=10 , c: K=15) برای دو محیط همگن و ناهمگن برای آشکارساز IBDA ($N_{out}=1$).....۲۲

شکل (۲-۳) نمودار ROC برای مقادیر مختلف داپلر هدف تداخلی برای آشکارساز ARGLR ($N_{out}=1$).۲۳

شکل (۲-۴) نمودار ROC برای مقادیر مختلف داپلر هدف تداخلی برای آشکارساز IBDA ($N_{out}=1$).....۲۳

شکل (۲-۵) نمودار احتمال آشکارسازی بر حسب داپلر نرمالیزه هدف تداخلی برای آشکارساز ARGLR ($N_{out}=1$).....۲۴

شکل (۲-۶) نمودار احتمال آشکارسازی بر حسب داپلر نرمالیزه هدف تداخلی برای آشکارساز IBDA ($N_{out}=1$).....۲۴

شکل (۲-۷) نمودار ROC برای مقادیر مختلف توان هدف تداخلی برای آشکارساز ARGLR ($N_{out}=1$)..۲۵

شکل (۲-۸) نمودار ROC برای مقادیر مختلف توان هدف تداخلی برای آشکارساز IBDA ($N_{out}=1$).....۲۵

شکل (۲-۹) احتمال آشکارسازی برحسب OCR هدف تداخلی برای دو آشکارساز ARGLR و IBDA ($N_{out}=1$).....۲۶

شکل (۲-۱۰) نمودار ROC برای مقادیر مختلف تعداد داده های ناهمگن در داده های ثانویه برای آشکارساز ARGLR.....۲۷

شکل (۲-۱۱) نمودار ROC برای مقادیر مختلف تعداد داده های ناهمگن در داده های ثانویه برای آشکارساز IBDA.....۲۷

شکل (۲-۱۲) احتمال هشدار کاذب بر حسب مقادیر مختلف توان نویز در دو محیط همگن و ناهمگن برای آشکارساز ARGLR ($N_{out}=1$).....۲۸

شکل (۲-۱۳) احتمال هشدار کاذب بر حسب مقادیر مختلف توان نویز در دو محیط همگن و ناهمگن برای آشکارساز IBDA ($N_{out}=1$).....۲۹

شکل (۲-۱۴) نمودار ROC برای مقادیر مختلف تعداد داده های ناهمگن در داده های ثانویه در حالت توده کلاتر برای آشکارساز ARGLR.....۳۰

شکل (۲-۱۵) نمودار ROC برای مقادیر مختلف تعداد داده های ناهمگن در داده های ثانویه در حالت توده کلاتر برای آشکارساز IBDA.....۳۰

شکل (۲-۱۶) نمودار ROC برای مقادیر مختلف توان توده کلاتر برای آشکارساز ARGLR.....۳۱

شکل (۲-۱۷) نمودار ROC برای مقادیر مختلف توان توده کلاتر برای آشکارساز IBDA.....۳۱

عنوان و شماره.....صفحه

شکل (۲-۱۸) خاصیت CFAR آشکارساز ARGLR در شرایط محیط ناهمگن (توده کلاتر)..... ۳۲

شکل (۲-۱۹) خاصیت CFAR آشکارساز IBDA در شرایط محیط ناهمگن (توده کلاتر)..... ۳۲

شکل (۲-۲۰) نمودار ROC برای مدل نمودن داده های ناهمگن به صورت لبه کلاتر برای آشکارساز ARGLR ۳۳

شکل (۲-۲۱) نمودار ROC برای مدل نمودن داده های ناهمگن به صورت لبه کلاتر برای آشکارساز IBDA ۳۴

شکل (۲-۲۲) بررسی خاصیت CFAR آشکارساز ARGLR در محیط ناهمگن (شرایط لبه کلاتر)..... ۳۴

شکل (۲-۲۳) بررسی خاصیت CFAR آشکارساز IBDA در محیط ناهمگن (شرایط لبه کلاتر)..... ۳۵

شکل (۳-۱) روش Sliding Window برای انتخاب داده های ثانویه..... ۳۸

شکل (۳-۲) روش Range Segmentation برای انتخاب داده های ثانویه..... ۳۹

شکل (۳-۳) روش Sliding Hole برای انتخاب داده های ثانویه ۴۰

شکل (۳-۴) روش Slide and Freeze برای انتخاب داده های ثانویه ۴۱

شکل (۳-۵) احتمال آشکارسازی داده های ناهمگن (اهداف تداخلی) در روشهای مختلف برای $\Omega_{NH}=0.1\left(\frac{rad}{\sec}\right)$، $K=15$ و $N_{out}=1$ ۶۳

شکل (۳-۶) احتمال آشکارسازی داده های ناهمگن (اهداف تداخلی) در روشهای مختلف برای $\Omega_{NH}=0.45\left(\frac{rad}{\sec}\right)$، $K=15$ و $N_{out}=1$ ۶۳

شکل (۳-۷) احتمال آشکارسازی داده های ناهمگن (اهداف تداخلی) در روشهای مختلف برای $\Omega_{NH}=0.95\left(\frac{rad}{\sec}\right)$، $K=15$ و $N_{out}=1$ ۶۴

شکل (۳-۸) احتمال آشکارسازی داده های ناهمگن (اهداف تداخلی) در روشهای مختلف برای $\Omega_{NH}=0.1\left(\frac{rad}{\sec}\right)$، $K=15$ و $N_{out}=2$ ۶۶

شکل (۳-۹) احتمال آشکارسازی داده های ناهمگن (اهداف تداخلی) در روشهای مختلف برای $\Omega_{NH}=0.45\left(\frac{rad}{\sec}\right)$، $K=15$ و $N_{out}=2$ ۶۷

شکل (۳-۱۰) احتمال آشکارسازی داده های ناهمگن (اهداف تداخلی) در روشهای مختلف برای $\Omega_{NH}=0.95\left(\frac{rad}{\sec}\right)$، $K=15$ و $N_{out}=2$ ۶۷

شکل (۳-۱۱) احتمال آشکارسازی داده های ناهمگن (توده کلاتر) در روشهای مختلف $K=15$ و $N_{out}=3$ ۷۰

شکل (۴-۱) ساختار آشکارسازهای مبتنی بر مدل AR در محیطهای ناهمگن..... ۷۶

عنوان و شماره.....صفحه

شکل (۴-۲) نمودار ROC برای آشکارساز ARGLR در محیط همگن، ناهمگن و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه ($N_{out}=1$ و $\Omega_{NH}=0.1\left(\frac{rad}{\sec}\right)$).....۷۸

شکل (۴-۳) نمودار ROC برای آشکارساز ARGLR در محیط همگن، ناهمگن و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه ($N_{out}=1$ و $\Omega_{NH}=0.45\left(\frac{rad}{\sec}\right)$).....۷۸

شکل (۴-۴) نمودار ROC برای آشکارساز ARGLR در محیط همگن، ناهمگن و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه ($N_{out}=1$ و $\Omega_{NH}=0.95\left(\frac{rad}{\sec}\right)$).....۷۹

شکل (۴-۵) نمودار ROC برای آشکارساز ARGLR در محیط همگن، ناهمگن و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه ($N_{out}=2$ و $\Omega_{NH}=0.1\left(\frac{rad}{\sec}\right)$).....۸۰

شکل (۴-۶) نمودار ROC برای آشکارساز ARGLR در محیط همگن، ناهمگن و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه ($N_{out}=2$ و $\Omega_{NH}=0.45\left(\frac{rad}{\sec}\right)$).....۸۱

شکل (۴-۷) نمودار ROC برای آشکارساز ARGLR در محیط همگن، ناهمگن و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه ($N_{out}=2$ و $\Omega_{NH}=0.95\left(\frac{rad}{\sec}\right)$).....۸۱

شکل (۴-۸) نمودار ROC برای آشکارساز IBDA در محیط همگن، ناهمگن و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه ($N_{out}=1$ و $\Omega_{NH}=0.1\left(\frac{rad}{\sec}\right)$).....۸۳

شکل (۴-۹) نمودار ROC برای آشکارساز IBDA در محیط همگن، ناهمگن و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه ($N_{out}=1$ و $\Omega_{NH}=0.45\left(\frac{rad}{\sec}\right)$).....۸۳

شکل (۴-۱۰) نمودار ROC برای آشکارساز IBDA در محیط همگن، ناهمگن و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه ($N_{out}=1$ و $\Omega_{NH}=0.95\left(\frac{rad}{\sec}\right)$).....۸۴

شکل (۴-۱۱) نمودار ROC برای آشکارساز IBDA در محیط همگن، ناهمگن و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه ($N_{out}=2$ و $\Omega_{NH}=0.1\left(\frac{rad}{\sec}\right)$).....۸۵

شکل (۴-۱۲) نمودار ROC برای آشکارساز IBDA در محیط همگن، ناهمگن و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه ($N_{out}=2$ و $\Omega_{NH}=0.45\left(\frac{rad}{\sec}\right)$).....۸۵

شکل (۴-۱۳) نمودار ROC برای آشکارساز IBDA در محیط همگن، ناهمگن و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه ($N_{out}=2$ و $\Omega_{NH}=0.95\left(\frac{rad}{\sec}\right)$).....۸۶

عنوان و شماره.....صفحه

شکل (۴-۱۴) احتمال هشدار کاذب بر حسب مقادیر مختلف توان نویز برای آشکارساز ARGLR و اثر استفاده از الگوریتمهای انتخاب داده های ثانویه همگن..... ۸۷
شکل (۴-۱۵) نمودار ROC برای آشکارساز ARGLR در محیط همگن، ناهمگن (توده کلاتر) و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه..... ۸۸
شکل (۴-۱۶) نمودار ROC برای آشکارساز IBDA در محیط همگن، ناهمگن (توده کلاتر) و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه..... ۸۸
شکل (۴-۱۷) احتمال هشدار کاذب بر حسب مقادیر مختلف توان نویز برای آشکارساز ARGLR و اثر استفاده از الگوریتمهای انتخاب داده های ثانویه همگن در محیط توده کلاتر..... ۹۰
شکل (۴-۱۸) نمودار ROC برای آشکارساز ARGLR در محیط همگن، ناهمگن (لبه کلاتر) و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه..... ۹۱
شکل (۴-۱۹) نمودار ROC برای آشکارساز IBDA در محیط همگن، ناهمگن (لبه کلاتر) و با استفاده از روشهای انتخاب داده ثانویه..... ۹۱
شکل (۴-۲۰) احتمال هشدار کاذب بر حسب مقادیر مختلف توان نویز برای آشکارساز ARGLR و اثر استفاده از الگوریتمهای انتخاب داده های ثانویه همگن در محیط لبه کلاتر..... ۹۳
شکل (۴-۲۱) احتمال هشدار کاذب بر حسب مقادیر مختلف توان نویز برای آشکارساز IBDA و اثر استفاده از الگوریتمهای انتخاب داده های ثانویه همگن در محیط لبه کلاتر..... ۹۳

فصل ۱

مقدمه

۱-۱- مقدمه

آشکارسازهای راداری معمولاً با فرضیات خاصی و اغلب اوقات ساده در مورد مدل مسأله تحت بررسی، طراحی می شوند. فرضیاتی از قبیل همگن بودن محیط تحت بررسی و یا وجود تنها یک هدف، از جمله این فرضیات هستند. ولی در عمل و در شرایط واقعی به دلایل مختلفی از جمله وجود اهداف تداخلی و یا توده کلاتر[1] (که در قسمتهای بعد بیشتر در مورد آنها توضیح داده خواهد شد)، این فرضیات نقض می شوند و در نتیجه معمولاً عملکرد آشکارسازهای راداری که این شرایط را در ساختار خود لحاظ نکرده اند، دچار افت می شود. به همین دلیل جهت تطبیق هرچه بیشتر آشکارسازها با شرایط واقعی، سعی می گردد راهکارهایی ارائه شود. علت این موضوع آنست که طبعاً ما می خواهیم تئوری را هرچه بیشتر به شرایط واقعی نزدیک نماییم تا بتوان از نتایج آن استفاده نمود. بحث بررسی و بهبود عملکرد آشکارسازها در شرایط محیط ناهمگن نیز از جمله این موارد است که در این پایان نامه برای دسته آشکارسازهای مبتنی بر مدل AR مطرح شده است.

در این فصل با مقدمه ای در مورد عملکرد آشکارسازهای راداری در محیط ناهمگن آشنا می شویم. برای این منظور در ابتدا دو دسته اصلی آشکارسازهای راداری شامل آشکارسازهای وفقی و غیر وفقی را به طور اجمالی معرفی می نماییم. سپس در مورد محیط ناهمگن و شرایط آن توضیح خواهیم داد. در نهایت نیز مروری کوتاه بر کارهای انجام شده تاکنون برای بهبود عملکرد آشکارسازهای راداری در چنین محیطی خواهیم داشت.

۱-۲- آشکارسازی راداری

بحث اصلی در رادار ارائه الگوریتمهایی جهت کشف هدف یا اهداف در حضور سیگنالهای ناخواسته نویز، تداخل و موانع (کلاتر) می باشد. از میان این سیگنالهای نامطلوب، معمولاً کلاتر به علت توان بیشتر، مهم تر از بقیه بوده و در عملکرد آشکارساز در کشف هدف بیشتر تأثیر دارد. با توجه به این موضوع آشکارسازهای راداری به دو دسته کلی وفقی و غیر وفقی تقسیم بندی می شوند.

---

[1] Clutter Discrete

۱-۲-۱- آشکارسازهای غیر وفقی

آشکارسازهای غیر وفقی بر اساس فرضیات ثابت و تغییر ناپذیری در خصوص مشخصات آماری کلاتر و تداخل طراحی می شود. مهم ترین این پردازنده ها، حذف کننده ها و فیلتر های داپلر می باشند [1]. فرض اصلی طراحی چنین آشکارسازهایی، متحرک بودن هدف و در نتیجه لحاظ کردن داپلر غیر صفر برای آن و همچنین ساکن بودن موانع و کلاتر و درنظر گرفتن داپلر نزدیک به صفر برای آنها می باشد. مزیت عمده این پردازنده ها، ساختار ساده و در نتیجه ساده بودن پیاده سازی آنها می باشد. اما در بعضی شرایط عملی به دلایلی از قبیل سرعت کم اهداف و یا متحرک بودن بعضی موانع، فرضیات اولیه این نوع آشکارسازها صحیح نمی باشد و در نتیجه معمولاً دچار افت عملکرد می گردند.

۱-۲-۲- آشکارسازهای وفقی

در مقابل آشکارسازهای غیر وفقی که بر اساس مدلهای تغییر ناپذیری در خصوص مشخصات آماری تداخل طراحی می شوند، دسته آشکارسازهای وفقی راداری قرار دارند که به دلیل استفاده از داده های اضافی (که با نام داده های ثانویه معروفند) و تخمین خواص آماری کلاتر و تداخل، از نظر عملکرد[1] دارای قابلیت انعطاف بالایی نسبت به دسته قبل هستند. به عبارتی در بعضی شرایط واقعی که مشخصات تداخل مرتباً در حال تغییر است (به عنوان مثال رادارهای با سکوی متحرک)، در این نوع آشکارسازها که پارامترهای آشکارساز بر اساس نمونه های دریافتی تداخل و تخمین مشخصات آماری آن در هر لحظه، تنظیم می گردد، به نوعی خاصیت خود تنظیم کنندگی وجود دارد و آشکارساز خود را به شرایط واقعی به اصطلاح وفق می دهد. در نتیجه انتظار می رود در چنین شرایط متغیری، عملکرد این آشکارسازها نسبت به آشکارسازهای غیر وفقی بهتر باشد.

آزمون فرضی که در مسائل آشکارسازهای وفقی مطرح می شود، به صورت زیر درنظر گرفته می شود:

رابطه (۱-۱)

$$H_0 : \begin{cases} \underline{\mathbf{y}}(n) = \underline{\mathbf{n}}(n) & n = 1,\ldots,N \\ \underline{\mathbf{y}}_k(n) = \underline{\mathbf{n}}_k(n) \end{cases}$$

$$H_1 : \begin{cases} \underline{\mathbf{y}}(n) = \alpha\underline{\mathbf{S}} + \underline{\mathbf{n}}(n) & k = 1,\ldots,K \\ \underline{\mathbf{y}}_k(n) = \underline{\mathbf{n}}_k(n) \end{cases}$$

[1] Performance

که در این آزمون فرض $\underline{\mathbf{y}}(n)$ بردار داده های سلول تحت بررسی و $\underline{\mathbf{y}}_k(n)$ داده های سلولهای مجاور هستند که با نام داده های ثانویه معروفند و برای تخمین مشخصات آماری کلاتر و تداخل استفاده می شوند. $\underline{\mathbf{n}}(n)$ و $\underline{\mathbf{n}}_k(n)$ نشان دهنده داده های تداخل و با فرض خواص آماری یکسان هستند. در نهایت $\alpha\underline{\mathbf{S}}$ بیانگر بردار هدف $\underline{\mathbf{S}}$ با دامنه α می باشد.

آشکارسازهای وفقی خود به چند دسته اصلی تقسیم بندی می شوند که عبارتند از: خانواده آشکارسازهای SMI، آشکارسازهای GLR و آشکارسازهای مبتنی بر مدل که یکی از انواع مهم آنها آشکارسازهای مبتنی بر مدل AR می باشند که در این پایان نامه درنظر داریم که عملکرد این دسته را مورد بررسی قرار دهیم.

۱-۲-۲-۱- آشکارساز SMI

در دسته آشکارسازهای SMI [2]، آشکارساز با فرض معلوم بودن مشخصات آماری کلاتر و تداخل طراحی می شود و سپس تخمین مشخصات آماری (ماتریس کواریانس) با استفاده از داده های ثانویه به جای مشخصات واقعی در ساختار آشکارساز اعمال می گردد. برای این منظور از معیار ماکزیمم نمودن نسبت سیگنال به نویز خروجی استفاده می شود. ساختار این آشکارساز به صورت زیر می باشد:

رابطه (۱-۲)

$$\left|\hat{\underline{\mathbf{W}}}^T \underline{\mathbf{y}}\right| \underset{<}{\overset{>}{}} \gamma$$

$$\hat{\underline{\mathbf{W}}} = \mathbf{R}^{-1}\underline{\mathbf{S}}$$

$\mathbf{R}$: Covariance Matrix (to be estimated from secondary datas')

۱-۲-۲-۲- آشکارساز GLR

خانواده آشکارسازهای GLR [3] از مباحث مربوط به تئوری آشکارسازی استفاده نموده و با فرض نامعلوم بودن دامنه سیگنال و ماتریس کواریانس تداخل و با فرض گوسی بودن آن، تخمین ML آنها را برای استفاده در تست GLR محاسبه نموده و به کار می برد.

رابطه (۱-۳)

$$\frac{\left|\underline{\mathbf{S}}^H \hat{\mathbf{R}}^{-1}\underline{\mathbf{y}}\right|^2}{K\left(\underline{\mathbf{S}}^H \hat{\mathbf{R}}^{-1}\underline{\mathbf{S}}\right)\left[1+\frac{1}{K}\underline{\mathbf{y}}^H \hat{\mathbf{R}}^{-1}\underline{\mathbf{y}}\right]} \underset{<}{\overset{>}{}} \gamma$$

$$\hat{\mathbf{R}} = \frac{1}{K}\sum_{\mathbf{i}i=1}^{K} \underline{\mathbf{y}}_i \underline{\mathbf{y}}_i^H$$

۱-۲-۲-۳- آشکارسازهای مبتنی بر مدل AR[1]

این گروه از آشکارسازها به دو دسته کلی IBDA[2] و ARGLR[3] تقسیم بندی می شوند که تحقیقات ما در این پایان نامه حول این دو دسته متمرکز شده است. فرض اصلی این آشکارسازها این است که داده های تداخل، نمونه هایی از یک فرآیند AR می باشند. توضیحات مفصل تر در مورد این آشکارسازها و ساختار آنها در فصل دوم آورده خواهد شد.

۱-۳- شرایط محیط ناهمگن

در این قسمت درنظر داریم بعضی از شرایط که باعث ناهمگن شدن محیط تحت بررسی آشکارسازهای راداری می شود را توضیح دهیم. در ابتدا بایستی تعریف خود را از ناهمگنی محیط ارائه دهیم. همانگونه که در رابطه (۱-۱) مشاهده می شود، فرض اولیه آشکارسازهای وفقی راداری آنست که داده های ثانویه که در واقع داده های دریافت شده از سلولهای فاصله کناری سلول تحت بررسی می باشند، تنها شامل نمونه های تداخل می باشند و همچنین خصوصیات آماری تداخل در این داده ها کاملاً مشابه خصوصیات آماری تداخل در سلول تحت بررسی می باشد. چنین شرایط در واقع نشان دهنده همگن فرض نمودن محیط تحت بررسی می باشد. به عبارتی همگن فرض نمودن محیط و در نتیجه همگن بودن داده های ثانویه شامل درنظر گرفتن دو خاصیت زیر می باشد:

۱. داده های ثانویه درنظر گرفته شده تنها شامل نمونه های تداخل هستند.
۲. مشخصات آماری تداخل در داده های ثانویه با مشخصات تداخل در داده سلول تحت بررسی یکسان است که البته این خود شامل ثابت و یکسان بودن مشخصات آماری در کلیه داده های ثانویه می باشد.

در صورتیکه یکی از دو شرط بالا برای محیط و داده های به دست آمده از آن برقرار نباشد، در اصطلاح محیط تحت بررسی، محیط ناهمگن خوانده خواهد شد. بعضی از شرایطی که در عمل باعث ناهمگن شدن محیط خواهد شد، عبارتند از:

۱. در بعضی از سناریوهای واقعی، به جای مواجه بودن با یک تک هدف، با مجموعه ای از اهداف مواجه هستیم. مثلاً در مواقعی که چندین هواپیما با هم در

---

[1] AutoRegressive

[2] Innovation Based Detection Algorithm

[3] AutoRegressive Generalized Likelihood Ratio

حال حرکت باشند، چنین حالتی پیش خواهد آمد. در این حالت به دلیل فاصله هواپیماها با هم، معمولاً از دید رادار این اهداف در چندین سلول فاصله قرار گرفته اند. در چنین شرایطی در هر لحظه که یک سلول توسط رادار مورد بررسی قرار می گیرد، سلولهای کناری که دربرگیرنده اهداف دیگر نیز می باشند، به عنوان داده ثانویه برای سلول تحت بررسی تلقی می شوند. در نتیجه همانطور که مشخص است در چنین شرایطی داده های ثانویه تنها شامل نمونه های تداخل نمی باشند و به اصطلاح اهداف تداخلی دیگر نیز در آنها موجود می باشد. پس با تعریفی که از محیط ناهمگن ارائه گردید، چنین داده های ثانویه ای، جز داده های ناهمگن محسوب خواهند شد.

شکل (۱-۱) شمایی از وجود اهداف تداخلی در یک سناریوی راداری

۲. در بعضی از مسائل آشکارسازی، شرایط آماری کلاتر در کلیه سلولهای فاصله تحت بررسی رادار یکسان نیست و در ابتدا و یا در انتهای برد تحت بررسی، این مشخصات تغییرات شدیدی دارد. نمونه ای از این حالت برای رادارهای دریایی پیش می آید که در آنها کلاتر شامل خشکی و دریا می باشد و از سلول فاصله ای به بعد کلاتر از یک حالت به حالت دیگر تغییر می کند. به چنین شرایطی در اصطلاح لبه کلاتر[1] گفته می شود. فرض کنید رادار در حال بررسی سلولهای فاصله نزدیک به مرز تغییر کلاتر باشد. در چنین حالتی داده های ثانویه که در واقع داده های دریافتی سلولهای مجاور از نظر فاصله با سلول تحت بررسی

[1] Clutter Edge