

۴۷۴۱۵



مجتمع فنی و مهندسی

دانشکده برق

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق - مخابرات

عنوان:

آشکار سازی سیگنال راداری با شیفت داپلر نامعلوم در تداخل شبه گوسی

استاد راهنما:

دکتر محمدرضا تابان

استاد مشاور:

دکتر سید محمود مدرس هاشمی

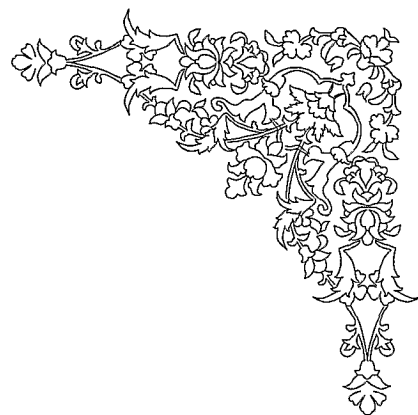
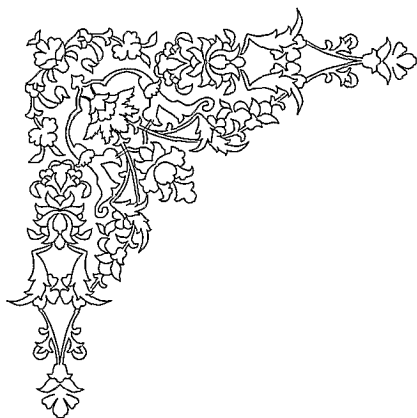
پژوهش و نگارش:

عبدالرضا محمدی

دی ۱۳۸۴

۷۶۴۱۵

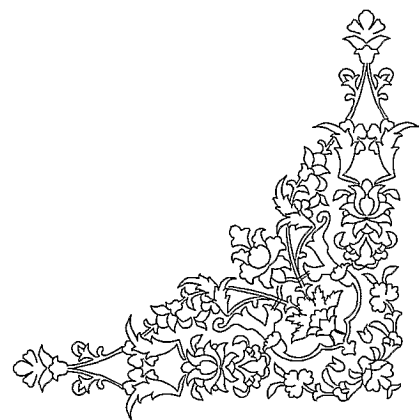
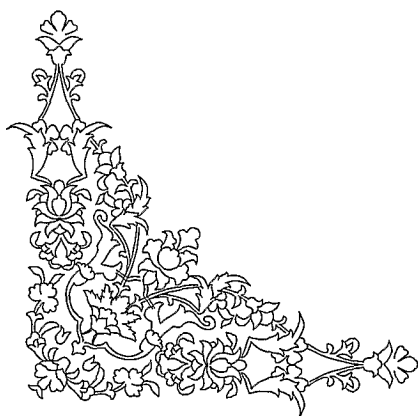
۲۸ / ۱۱ / ۱۳۸۶



تقدیم به روان پاک پدر

و

تقدیم به مادر ، برادران و خواهرانم



تشکر و قدردانی

پس از حمد و سپاس از خداوند منان ، بر خود لازم می دانم که از :

**استاد راهنما ، جناب آقای دکتر محمدرضا تابان به خاطر راهنمایی های
گرانقدرشان**

استاد مشاور ، جناب آقای سید محمود مدرس هاشمی به دلیل همکاریها و مشاوره ها

**اساتید هیات داوران ، آقایان دکتر علیمحمد دوست حسینی و دکتر منصور نخ کش
برای ارزیابی این پایان نامه**

**نهایت قدردانی ، سپاس و تشکر را بجا آورم. از درگاه خداوند
متعال برای این عزیزان آرزوی موفقیت روز افزون می نمایم.**

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

چکیده

فصل اول (مقدمه

۱

فصل دوم (نظریه آشکارسازی

۶

۱-۲ (مقدمه

۷

۲-۲ (معیارهای آشکارسازی

۹

۱-۲-۲ (معیار MAP

۱۱

۲-۲-۲ (معیار ML

۱۱

۳-۲-۲ (معیار بیز

۱۳

۴-۲-۲ (معیار نیمین پیرسون

۱۴

۳-۲ (آزمون فرضیه مرکب

| | |
|----|----------------------------|
| ۱۴ | ۴-۲) آشکارساز ALR |
| ۱۵ | ۵-۲) آشکارسازهای شبه بهینه |
| ۱۶ | ۱-۵-۲) آزمون GLR |
| ۱۷ | ۲-۵-۲) آزمون MLR |
| ۱۸ | ۳-۵-۲) آزمون AALR |

فصل سوم (مدلهای سیگنال و تداخل)

| | |
|----|---|
| ۱۹ | ۱-۳) مقدمه |
| ۲۰ | ۲-۳) سطح مقطع راداری هدف |
| ۲۰ | ۳-۳) مدل‌های سورلینگ |
| ۲۳ | ۴-۳) مدلسازی سیگنال هدف |
| ۲۵ | ۱-۴-۳) مدل سیگنال برای هدف بدون موج |
| ۲۵ | ۲-۴-۳) مدل سیگنال برای هدف با موج آهسته |
| ۲۶ | ۳-۴-۳) مدل سیگنال برای هدف با موج سریع |
| ۲۶ | ۵-۳) تداخل |
| ۲۷ | ۶-۳) مدلسازی تداخل |
| ۳۱ | ۱-۶-۳) مدل ترکیبی برای تداخل |
| ۳۳ | ۲-۶-۳) فرایندهای SIRP |

۳-۶-۳) رابطه تابع چگالی احتمال توام K بر حسب توزیع دامنه آن ۳۵

فصل چهارم) آشکارسازی همدوس سیگنال راداری با داپلر نامعلوم در تداخل گوسی

۳۷ (۱-۴) مقدمه

۳۸ (۲-۴) مدل سیگنال راداری همدوس با داپلر نامعلوم

۳۹ (۳-۴) آشکارسازی بهینه سیگنال راداری با داپلر نامعلوم در تداخل گوسی

۴۱ (۴-۴) آشکارساز GLR

۴۳ (۵-۴) آشکارسازهای قابل تحقق

۴۶ (۶-۴) آشکارساز CGLR

۴۸ (۷-۴) آشکارساز CALR

فصل پنجم) آشکارسازی همدوس سیگنال راداری با داپلر نامعلوم در تداخل غیر گوسی

۴۹ (۱-۵) مقدمه

۵۳ (۲-۵) آزمون GLR

| | |
|----|--|
| ۶۰ | گوسی |
| ۶۸ | آشکارسازی با استفاده از تخمین texture |
| ۷۵ | دستیابی به رابطه آشکارساز NWI با استفاده از تخمین texture برای هدف با تموج آهسته |
| ۸۰ | دو آشکارساز شبه بهینه با استفاده از تخمین τ |
| ۹۳ | فصل ششم (نتیجه گیری |
| ۹۶ | مراجع |

فهرست شکلهای

| | |
|----|---|
| ۲ | شکل (۱-۱): قطار پالس ارسالی و دریافتی |
| ۳۳ | شکل (۱-۳): مدل ترکیبی تداخل شبه گوسی |
| ۴۲ | شکل (۱-۴): مقایسه ROC های آشکارسازهای GLR و GLR_{Ω} |
| ۴۵ | شکل (۲-۴): مقایسه تقریبهای اول، دوم و سوم |
| ۴۷ | شکل (۳-۴): مقایسه ROC آشکارسازهای GLR و $CGLR$ |
| ۴۸ | شکل (۴-۴): مقایسه ROC آشکارسازهای ALR و $CALR$ |
| ۵۸ | شکل (۱-۵): P_d بر حسب SNR به ازای $P_{fa} = 10^{-4}$ برای GLR |
| ۵۸ | شکل (۲-۵): ROC آشکارساز GLR |
| ۵۹ | شکل (۳-۵): ROC آشکارساز GLR |
| ۵۹ | شکل (۴-۵): مقایسه ROC های آشکارسازهای GLR و $CGLR$ |
| ۶۴ | شکل (۵-۵): مقایسه ROC آشکارسازهای GLR و تقریب اول |
| ۶۴ | شکل (۶-۵): مقایسه ROC آشکارسازهای تقریب اول و تقریب دوم |
| ۶۶ | شکل (۷-۵): P_d بر حسب SNR به ازای $P_{fa} = 10^{-4}$ برای GLR و $AALR_1$ |
| ۶۶ | شکل (۸-۵): مقایسه ROC آشکارسازهای GLR و $AALR_1$ |
| ۶۷ | شکل (۹-۵): ROC آشکارساز $AALR_1$ |
| ۶۷ | شکل (۱۰-۵): ROC آشکارساز $AALR_1$ |
| ۶۷ | شکل (۱۱-۵): مقایسه ROC های آشکارسازهای $AALR_1$ و $CAALR_1$ |
| ۷۳ | شکل (۱۲-۵): P_d بر حسب SNR به ازای $P_{fa} = 10^{-3}$ برای GLR و $GLRTLQ$ |
| ۷۳ | شکل (۱۳-۵): مقایسه ROC آشکارسازهای GLR و $GLRTLQ$ |
| ۷۴ | شکل (۱۴-۵): P_{fa} بر حسب واریانس نویز برای آشکارسازهای GLR و $GLRTLQ$ |
| ۷۴ | شکل (۱۵-۵): ROC آشکارساز $GLRTLQ$ |

- ۷۴ شکل (۵ - ۱۶) : ROC آشکارساز $GLRTLQ$
- ۷۵ شکل (۵ - ۱۷) : مقایسه ROC های آشکارسازهای $GLRTLQ$ و $CGLRTLQ$
- ۷۹ شکل (۵ - ۱۸) : P_d بر حسب SNR به ازای $P_{fa} = 10^{-3}$ برای GLR و $GLRTLQ$ و NWI
- ۷۹ شکل (۵ - ۱۹) : مقایسه ROC های آشکارسازهای GLR ، $GLRTLQ$ و NWI
- ۸۰ شکل (۵ - ۲۰) : P_{fa} بر حسب واریانس نویز برای GLR ، $GLRTLQ$ و NWI
- ۸۰ شکل (۵ - ۲۱) : ROC آشکارساز NWI
- ۸۴ شکل (۵ - ۲۲) : P_d بر حسب SNR به ازای $P_{fa} = 10^{-3}$ برای GLR ، $GLRTLQ$ و $AALR_2$
- ۸۴ شکل (۵ - ۲۳) : مقایسه ROC های آشکارسازهای GLR ، $AALR_1$ و $AALR_2$
- ۸۵ شکل (۵ - ۲۴) : مقایسه ROC های آشکارسازهای GLR ، $AALR_2$ ، $GLRTLQ$ و NWI
- ۸۵ شکل (۵ - ۲۵) : ROC آشکارساز $AALR_2$
- ۸۵ شکل (۵ - ۲۶) : ROC آشکارساز $AALR_2$
- ۸۶ شکل (۵ - ۲۷) : مقایسه ROC های آشکارسازهای $AALR_2$ و $CAALR_2$
- ۸۹ شکل (۵ - ۲۸) : P_d بر حسب SNR به ازای $P_{fa} = 10^{-3}$ برای GLR ، $GLRTLQ$ و $AALR_3$
- ۸۹ شکل (۵ - ۲۹) : مقایسه ROC های آشکارسازهای GLR ، $AALR_1$ و $AALR_3$
- ۸۹ شکل (۵ - ۳۰) : مقایسه ROC های آشکارسازهای GLR ، $AALR_3$ ، $GLRTLQ$ و NWI
- ۹۰ شکل (۵ - ۳۱) : ROC آشکارساز $AALR_3$
- ۹۰ شکل (۵ - ۳۲) : ROC آشکارساز $AALR_3$
- ۹۰ شکل (۵ - ۳۳) : مقایسه ROC های آشکارسازهای $AALR_2$ و $AALR_3$
- ۹۱ شکل (۵ - ۳۴) : مقایسه P_d بر حسب SNR آشکارسازهای $AALR_2$ و $AALR_3$
- ۹۱ شکل (۵ - ۳۵) : P_{fa} بر حسب واریانس نویز برای $AALR_2$ و $AALR_3$
- ۹۱ شکل (۵ - ۳۶) : مقایسه ROC های آشکارسازهای $AALR_3$ و $CAALR_3$

چکیده

در این پایان نامه به آشکارسازی همدوس سیگنال راداری با داپلر نامعلوم در تداخل شبه گوسی می پردازیم. با توجه به اینکه آشکارسازی سیگنال راداری با داپلر معلوم در تداخل شبه گوسی از پیچیدگی زیادی برخوردار است در نظر گرفتن داپلر نامعلوم به مراتب این پیچیدگی را افزایش می دهد. برای مدلسازی سیگنال هدف از مدلهای سورلینگ استفاده می کنیم. همچنین تداخل غیر گوسی را به صورت یک بردار گوسی با توان تصادفی در نظر می گیریم. طبق معیار نیمین پیرسون به تشکیل نسبت درستنمایی پرداخته و به دلیل اینکه آشکارساز بهینه به طور تحلیلی بدست نمی آید به آشکارسازهای شبه بهینه روی می آوریم. روابط مربوط به آشکارساز GLR را بدست آورده و با توجه به اینکه تحقق عملی آن امکان پذیر نیست برای قابل تحقق ساختن آن از روش محدودسازی استفاده می کنیم. همچنین با استفاده از تقریب به آشکارساز $AALR$ می رسیم. در ادامه با استفاده از تخمین حداکثر امکان پذیری توان کلاتر در سلول تحت آزمایش به آشکارساز $GLRTLQ$ که ساختار ساده تر و دارای قابلیت تثبیت نرخ هشدار غلط می باشد، می رسیم. همچنین با استفاده از این تخمین و تقریب سیگنال کوچک از طریق روابط ریاضی به رابطه آشکارساز NWI دست می یابیم. در ادامه دو نوع آشکارساز با ساختار نسبتاً ساده و عملکرد قابل قبول معرفی می کنیم.

فصل اول

مقدمه

رادار^۱ یک سیستم الکترومغناطیسی مبتنی بر ارسال امواج و دریافت انعکاس ناشی از آنها در اثر برخورد با اجسام است. وظیفه رادار در مرحله اول آشکار سازی اهداف مورد نظر و در ادامه تعیین فاصله (با استفاده از میزان تأخیر پالس برگشتی)، سرعت (با استفاده از شیفت فرکانس داپلر موج دریافتی)، شکل هدف و بعضی پارامترهای دیگر است.

رادارها بسته به نوع کاربرد، فرکانس کار، نوع سیگنال ارسالی و ... قابل دسته بندی هستند.

در یک دسته بندی بسیار کلی رادارها را می توان به دو گروه تقسیم کرد [۱]:

۱- رادار ردیاب^۲ که وظیفه آن دنبال کردن یک هدف یافت شده و مسیر یابی آن می باشد.

۲- رادار جستجو^۳ یا دیده بانی که وظیفه آن یافتن اهداف در یک حجم فضایی بزرگ می باشد.

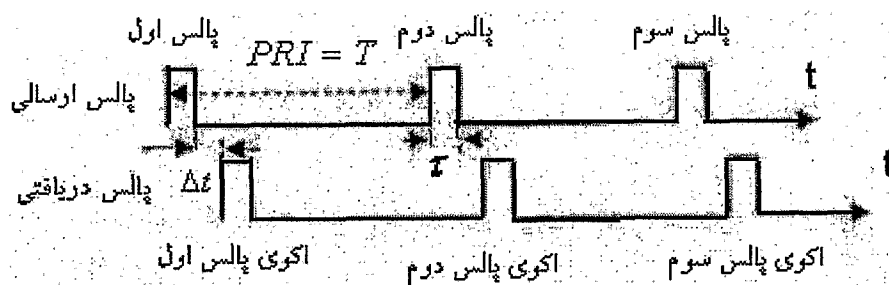
^۱ -Radio Detection and Ranging

^۲ -Tracking Radar

^۳ -Search Radar

همچنین بسته به شکل موج ارسالی، رادارها به دو دسته شکل موج پیوسته و رادارهای پالسی قابل دسته بندی هستند. اساس رادارهای موج پیوسته، بر این مبنا است که فرستنده به طور پیوسته یک موج سینوسی فرکانس بالا ارسال می کند و همزمان موج انعکاسی را دریافت می کند. به دلیل اثر داپلر، فرکانس سیگنال بازگشتی، فقط هنگامی که از یک هدف متحرک به رادار برسد، تغییر پیدا می کند، اگر فاصله رادار و هدف، کاهش پیدا کند (هدف نزدیک شونده) تغییر داپلر، منجر به افزایش فرکانس شده، مثل اینکه موج به هم فشرده می شود. اگر فاصله رادار و هدف زیاد شود، (هدف دور شونده) تغییر داپلر، سبب کاهش فرکانس می گردد، مانند اینکه موج باز می شود.

در رادارهای نوع پالسی، فرستنده در یک فاصله زمانی محدود، از طریق آنتن، اقدام به ارسال امواج نموده و سپس خاموش شده و از همان آنتن آماده برای دریافت سیگنالهای برگشتی از هدف، متناظر با فواصل مختلف می شود. شکل (۱-۱) سیگنال ارسالی و دریافتی (با فرض عدم وجود تداخل) را در یک رادار پالسی نشان می دهد. در این شکل τ عرض پالس ارسالی، T پریود میان پالسها (که فاصله تکرار پالس^۱ (PRI) نیز نامیده می شود) و Δt میزان تأخیر پالس دریافتی است. به عکس پریود تکرار پالس، PRF^2 گویند. رادار در هر PRI، فقط برای τ ثانیه انرژی را منتشر کرده و در بقیه زمانها منتظر دریافت اکو می ماند [۱-۳].



شکل (۱-۱) قطار پالس ارسالی و دریافتی

^۱ - Pulse Repetition Interval
^۲ - Pulse Repetition Frequency

همانطور که گفته شد مهمترین وظیفه یک رادار ، آشکارسازی است. در فرایند آشکارسازی ، مقصود تصمیم گیری بین دو فرضیه زیر است :

$$\begin{aligned} H_0 : y(t) &= n(t) \\ H_1 : y(t) &= s(t) + n(t) \end{aligned} \quad (1-1)$$

که $y(t)$ سیگنال در یافتی ، $n(t)$ تداخل و $s(t)$ سیگنال بازگشتی از هدف می باشد. تداخل شامل کلاتر و نویز سیستم است. کلاتر سیگنال ناخواسته ای است که در اثر انعکاس موج رادار از منعکس کننده های ناخواسته ای مانند کوه ، امواج دریا ، ابر ، جنگل و غیره بوجود می آید [۴].

مساله آشکارسازی سیگنال در شاخه های مختلف علوم ، بویژه مخابرات از اهمیت ویژه ای برخوردار است و در رادار هم هنوز جزو زمینه های فعال تحقیقاتی می باشد. اولین کار اساسی در مورد نظریه آشکارسازی رادار توسط مارکوم انجام شد. او در سال ۱۹۴۷ ، مساله آشکارسازی اهداف به وسیله رادار در نویز گیرنده (نویز سفید) ، را حل کرد [۵]. پس از او سورلینگ در سال ۱۹۵۴ مدل های سیگنال با تموج را ارائه داد [۶ ، ۷].

آشکارسازی می تواند به دو صورت کلی همدوس و غیر همدوس انجام شود. اگر آشکارسازی به صورت غیر همدوس باشد ، تنها از اطلاعات دامنه امواج دریافتی برای آشکار سازی استفاده می شود ، ولی در آشکارسازی همدوس علاوه بر اطلاعات دامنه از اطلاعات فاز امواج نیز استفاده می شود. بدلیل اهمیت نظریه آشکارسازی ، فصل دوم را به این موضوع اختصاص می دهیم. در این فصل مهمترین معیارهای بهینگی را معرفی کرده و معیار نیمن پیرسون را به عنوان متداولترین معیار بهینگی در آشکارسازی رادار انتخاب می کنیم. آشکار ساز بهینه طبق معیار نیمن پیرسون ، آشکارسازی است که به ازای احتمال هشدار غلط ثابت و مطلوب بتواند احتمال آشکارسازی را به بیشترین مقدار ممکن برساند. ثابت می شود که آزمون آشکارسازی ، طبق این معیار ، مانند دیگر معیارهای آشکارسازی (ML ، MAP و بیز) معادل با مقایسه تابع درستنمایی با یک سطح آستانه خواهد بود که در این صورت سطح آستانه توسط P_{fa} تعیین می شود [۴]. آزمون آشکارسازی که

بر اساس معیار نیمین پیرسون بدست می آید به توابع چگالی احتمال تداخل و سیگنال نیاز دارد ، بنابراین در فصل سوم مدل‌های معتبر سیگنال و تداخل را معرفی می کنیم. در مدل سیگنال مورد نظر ، فرکانس داپلر هدف نامعلوم فرض می شود. برای اینکه امکان جداسازی اهداف متحرک از کلاتر ، باتوجه به فرکانس داپلر اهداف متحرک ، وجود داشته باشد ، آشکارسازی باید به صورت همدوس بررسی گردد ، بنابراین ما نیز در این پایان نامه آشکارسازی را به صورت همدوس انجام می دهیم.

سالهای متمادی است که در آشکارسازی سیگنال رادار از تابع توزیع گوسی برای تداخل استفاده می شود ، شکل نسبتاً مناسب تابع چگالی احتمال یا pdf^1 این توزیع باعث شده است که آشکارساز بهینه در چنین تداخلی دارای آزمونی ساده تر از تداخلهای غیر گوسی باشد. اکثر محققانی که در این زمینه فعالیت داشته اند ، از فرض معلوم بودن شیفت داپلر هدف به عنوان یک فرض ساده کننده استفاده کرده اند. اما سلین ، برنان و نایی در تحقیقاتشان داپلر هدف را نامعلوم فرض کرده اند. سلین اهداف را همدوس و بدون تموج در نظر گرفت و آشکارساز بهینه ALR^2 را ارائه داد. او همچنان در مورد آشکارسازهای شبه بهینه GLR^3 بحث کرد [۸]. برنان اهداف را همدوس و با تموج آهسته در نظر گرفت و آشکارسازهای ALR و GLR را برای آن ارائه داد و نشان داد که اختلاف بین آن دو ناچیز است [۹]. در تمام این کارها تداخل ، سفید و گوسی در نظر گرفته شده است. نایی در [۱۰] آشکارسازی همدوس سیگنال بدون تموج با داپلر نامعلوم را در حضور نویز رنگی گوسی انجام داده است ، که برای آشکارساز بهینه به یک انتگرال مشکل منتهی شده است که به طور تحلیلی قابل حل نمی باشد. بنابراین از تقریبهای زیادی برای حل آن استفاده کرده است که از آن جمله می توان به GLR و $CGLR^4$ اشاره کرد. در فصل چهار کارهای انجام

^۱ - Probability Density Function

^۲ - Average Likelihood Ratio

^۳ - Generalized Likelihood Ratio

^۴ - Constrained GLR

شده در مورد آشکارسازی همدوس سیگنال رادار با داپلر نامعلوم در حضور تداخل گوسی را مرور خواهیم کرد.

برای رادارهای با تفکیک پذیری بالا و برای زوایای میل کم ، مدل گوسی ، مدل مناسبی نمی باشد ، در چنین حالتی تحقیقات روی داده های تجربی نشان می دهند که توزیهای چون K و ویبول ، به صورت مناسبتری بر توزیهای آماری تداخل غیر گوسی منطبق می شوند [۱۱ - ۱۳]. برای مدلسازی تداخلهای غیر گوسی K و ویبول از مدل ترکیبی استفاده می کنیم [۱۴ - ۱۶]. به طور کلی شکل تابع درستنمایی برای مدل شبه گوسی نسبت به مدل های گوسی بسیار پیچیده تر است و فرض نامعلوم در نظر گرفتن داپلر هدف بر این پیچیدگی می افزاید ، به طوریکه دست یافتن به آشکارساز بهینه غیر ممکن به نظر می رسد. در فصل پنجم به آشکارسازی همدوس سیگنال رادار با داپلر نامعلوم در حضور تداخل غیر گوسی می پردازیم. در این فصل توزیع تداخل را از نوع K در نظر می گیریم. به دلیل اینکه یافتن آشکارساز بهینه به صورت تحلیلی غیر ممکن است بنابراین به تقریبهای مختلفی روی می آوریم و آشکارسازهای شبه بهینه متعددی را معرفی خواهیم کرد. در نهایت ، فصل ششم را به نتیجه گیری اختصاص می دهیم.

فصل دوم

نظریه آشکارسازی

۱-۲) مقدمه

مسأله استخراج سیگنال^۱ از نویز، از سالیان قبل مطرح بوده و شامل دو دیدگاه است [۱۷]. دیدگاه اول فیلتر کردن و تخمین^۲ می باشد. در این دیدگاه، داده های دریافتی شامل سیگنال و نویز هستند و ما می خواهیم نویز را حذف و سیگنال خالص را بدست آوریم. دیدگاه دوم، آشکارسازی سیگنال^۳ است، در این دیدگاه نمی دانیم که آیا داده های دریافتی شامل سیگنال هستند، یا صرفاً شامل نویزند و هدف این است که بنحوی در مورد وجود سیگنال یا عدم وجود آن تصمیم گیری کنیم.

^۱ - Signal Extraction
^۲ - Estimation
^۳ - Signal Detection

آشکار سازی سیگنال هدف ، یک مساله اساسی در سیستم رادار می باشد. موجی که توسط رادار دریافت می گردد ، شامل فرایند تداخل است که در حالت وجود هدف، سیگنال هدف نیز به آن اضافه می شود. تداخل فرایندی است که از ترکیب کلاتر و نویز سیستم بوجود می آید.

در پردازش دیجیتال آشکار سازی رادار ، معمولا چند نمونه یک سلول راداری تحت آزمون آشکار سازی قرار می گیرند و لذا ورودی آشکار ساز رادار به صورت یک بردار N بعدی در نظر گرفته می شود که بطور همزمان جهت آشکار سازی بکار می روند. بنابراین ، فرآیندهای تداخل و سیگنال در حالت کلی به صورت بردارهای N بعدی می باشند. آشکار سازی به دو صورت کلی غیر همدوس و همدوس انجام می گیرد. در آشکار سازی غیر همدوس فقط از اطلاعات دامنه بردار دریافتی استفاده می شود. ولی در آشکار سازی همدوس علاوه بر اطلاعات دامنه از اطلاعات فاز نیز استفاده می شود. بنابراین آشکار سازی همدوس از پیچیدگی بیشتری نسبت به آشکار سازی غیر همدوس برخوردار است. در این پایان نامه برای اینکه امکان استفاده از اطلاعات فاز را داشته باشیم ، آشکار سازی را بصورت همدوس انجام می دهیم. برای انجام آشکار سازی باید از معیارهایی استفاده شود ، که در ادامه مهمترین آنها را معرفی می کنیم.

۲-۲) معیارهای آشکار سازی

اگر H_0 فرضیه عدم وجود هدف و H_1 فرضیه وجود هدف باشند ، مساله آشکار سازی سیگنال در نویز را می توان به صورت آزمون دو فرضیه ای زیر مدل کرد [۱۸]:

$$\begin{cases} H_0 : \underline{y} = \underline{z} \\ H_1 : \underline{y} = \underline{s} + \underline{z} \end{cases} \quad (۱-۲)$$

که \underline{y} ، \underline{s} و \underline{n} ، به ترتیب ، بردارهای دریافتی ، سیگنال و تداخل هستند. برای انجام آشکارسازی بهینه ، احتیاج به یک معیاری داریم که مناسب با شرایط و خواسته های سیستم باشد. بر اساس این معیار ، آزمون آشکارساز بهینه بدست می آید ، که بر اساس بردار دریافتی \underline{y} ، در مورد وجود یا عدم وجود هدف ، تصمیم گیری می کند. واضح است که تصمیم گیری بین H_0 و H_1 ، بدون خطا نخواهد بود و ممکن است H_1 انتخاب شود ، در حالیکه سیگنالی وجود نداشته باشد یا بر عکس ، ممکن است H_0 انتخاب شود ، در حالیکه در بردار دریافتی سیگنال موجود باشد.

خطای نوع اول ، هشدار غلط^۱ ، نامیده می شود و احتمال وقوع آنرا با P_{fa} نشان می دهند و خطای نوع دوم را آشکارسازی از دست رفته^۲ نامیده و احتمال وقوع آنرا با P_{miss} نشان می دهند و $P_d = 1 - P_{miss}$ را احتمال آشکارسازی^۳ می نامند. در حالت کلی ، یک آشکارساز ، پردازشی بر روی سیگنال دریافتی انجام داده و سپس خروجی را با سطح آستانه ای مقایسه می کند و بر اساس کمتر یا بیشتر بودن خروجی از سطح آستانه ، H_0 یا H_1 ، انتخاب می شود. بدین ترتیب آشکار ساز، فضای بردار دریافتی را به دو ناحیه Γ_0 و Γ_1 تقسیم می کند. اگر بردار دریافتی در ناحیه Γ_0 قرار داشته باشد ، فرضیه H_0 مورد تایید آشکارساز است و اگر بردار دریافتی در ناحیه Γ_1 قرار داشته باشد ، فرضیه H_1 مورد تایید آشکارساز می باشد. بنابراین آشکارساز با نوعی تصمیم گیری روبرو است. تصمیم گیری در مورد تایید H_0 را با D_0 و در مورد H_1 را با D_1 نشان می دهیم. به این ترتیب احتمال خطای آشکارسازی برابر است با :

$$P(\text{error}) = P(D_1 | H_0)P(H_0) + P(D_0 | H_1)P(H_1) \quad (۲-۲)$$

$(D_1 | H_0)$ ، تصمیم گیری در مورد وجود هدف (H_1) به فرض عدم وجود هدف می باشد که به آن هشدار غلط می گوییم و احتمال آن از رابطه زیر بدست می آید :

^۱ - False Alarm
^۲ - Missed Detection
^۳ - Detection Probability

$$P_{fa} = P(D_1 | H_0) = \int_{\Gamma_1} f_y(\underline{y} | H_0) d\underline{y} \quad (۳-۲)$$

همچنین ، $(D_0 | H_1)$ تصمیم گیری در مورد عدم وجود هدف (H_0) ، بفرض وجود هدف می باشد که به آن آشکارسازی از دست رفته می گوئیم و احتمال آن از رابطه زیر بدست می آید :

$$P_{miss} = P(D_0 | H_1) = \int_{\Gamma_0} f_y(\underline{y} | H_1) d\underline{y} \quad (۴-۲)$$

رابطه P_d نیز به صورت زیر بدست می آید :

$$P_d = \int_{\Gamma_1} f_y(\underline{y} | H_1) d\underline{y} \quad (۵-۲)$$

احتمال هشدار غلط و احتمال آشکارسازی دو پارامتر اساسی برای سنجش کیفیت آشکارساز بخصوص در سیستم رادار هستند. برای بررسی کیفیت عملکرد آشکارسازها می توان از منحنی تغییرات P_d بر حسب P_{fa} استفاده کرد ، که به این منحنی ROC^1 می گویند [۱۹].

هدف این است که بصورتی بهینه ، بین H_0 و H_1 تصمیم گیری انجام گیرد. برای این کار باید معیارهایی داشته باشیم. معیارهای بهینگی در کاربردهای مختلف ، متفاوت هستند که به طور اختصار بعضی از آنها را معرفی می کنیم [۲۰].

۲-۲-۱) معیار^۲ MAP

در این معیار ، با فرض اینکه $P(H_0)$ و $P(H_1)$ ، یعنی احتمالات پیشین فرضیه ها معلوم باشند ، فرضیه ای انتخاب می شود که بیشترین احتمال پسین را داشته باشد. یعنی :

^۱ - Receiver Operating Curve
^۲ - Maximum A posteriori Probability