مادون قرمز و کاربرد آن در تسلیحات نظامی

محمدرضا رزمخواه

چکیده:

محدوده مادون قرمز طیف الکترومغناطیس، باند بسیار مناسبی جهت کشف و تعقیب اشیاء گرما زا و یا حرارت دیده می باشد . فناوری بکارگیری محدوده مادون قرمز به طور قابل توجهی رشد یافته و در حال حاضر کشف کننده های فناوری یادشده برای کاربردهای نظامی در ابعاد سامانه های فضا پایه، پیشرفت شایان توجهی داشته که در همین رابطه امروزه فناوری مادون قرمز توسط ماهواره ها ، هواپیما ها و پرنده های هدایت پذیر از دور جهت اهداف نظامی به طور وسیعی بکار گرفته می شود .

کلید واژه :

مادون قرمز ، حساسه های حرارتی ، اشیاء گرمازا ، سامانه های فضا پایه

مقدمه:

تمامی اشیاء ، ساطع کننده تشعشات مادون قرمز هستند.حرارت یک شیئی مشخص می کند که چه میزان تشعشع و با چه طول موجی اشعه مادون قرمز ساطع شده است. هرچه میزان حرارت جسم بیشتر باشد، تشعشع بیشتری ساطع شده و حداکثر طول موج تشعشعات کوتاه تر خواهد بود.

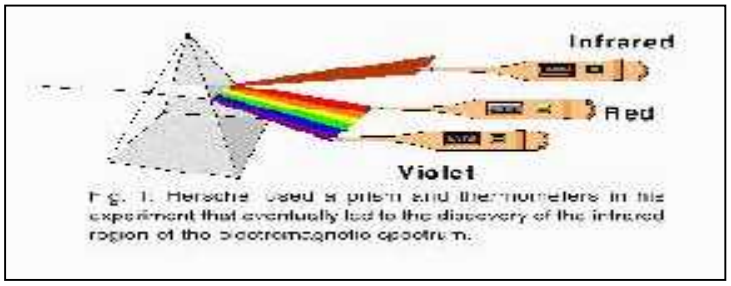
با افزایش حرارت اشیاء، موقعیت حداکثر طول موج بطرف طول موج های کوتاه تر حرکت می کند. سطح خورشید در ارتفاع ۶۰۰۰

کیلومتری، حداکثر[1] تشعشع را در منطقه زرد قسمت قابل رویت طیف دارد، بنابراین، در آسمان زرد به نظر می رسد. اگزوز یک هواپیمای جنگنده، با سرعت تقریبی۸۰۰ کیلومتر، آن قدر گرم نیست تا ساطع کننده تشعشع در طیف مرعی باشد. حداکثرطول موج تشعشع اگزوز هواپیمای جنگنده تقریبا در حدود ۳ میکرومتر اتفاق می افتد و در منطقه مادون قرمز طیف قرار دارد.(پایک ،۱۹۹۷،ص۲)

مشابه رنگ های رنگین کمان ، طیف مادون قرمز به مناطق جزئی تر اصولا براساس چگونگی کارکرد سامانه های حساسه تقسیم بندی می شود . مرز این مناطق قطعی نبوده، لیکن بر اساس توافق نامه های معمول، ناحیه مادون قرمز به چهار گروه طول موج کوتاه ، متوسط ، بلند و خیلی بلند تقسیم بندی شده است. در ماورای رنگ قرمز در طیف مرعی ، با طول موجی کمی بلندتر از قرمز، منطقه طول موج کوتاه مادون قرمز قرار دارد. محدوده طول موج این باند ۳-۱ میکرومتر بوده و به وسیله حساسه های فضا پایه جهت رویت آتش راکت موشک های تقویت شده بکارمی رود . قدری بالاتر در محدوده طول موج مابین ۸-۳ میکرومتر منطقه طول موج متوسط مادون قرمز است.(اسبرز،۱۹۹۹ ، ص۲)

[1]. Peak

شکل زیر نشان دهنده نماها ی تشعشع اشیاء مختلف در شرایط گوناگون است.



طیف مادون قرمز و نماهای تشعشع اشیاء

سامانه های فضایی این باند را جهت کشف و تعقیب اشیاء از طریق سوزاندن تقویت کننده هایی در مقابل محدوده ای از زمین بکار می برند (زیر خط افق) .

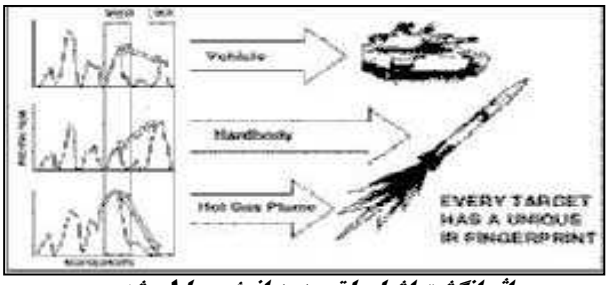
از ۱۴-۸ میکرومتر منطقه ی طول موج بلند مادون قرمز است.این باند به وسیله حساسه های فضایی جهت رویت اشیاء در منطقه بالای افق بر علیه محدوده فضایی سرد به کار می رود .

منطقه نهایی مادون قرمز ، در محدوده طول موج خیلی بلند مادون قرمز در ماورای ۱۴ میکرومتر قرار گرفته و معمولا تا حدود ۳۰ میکرومتر ادامه می یابد . این باند جهت تعقیب اهداف بسیار سرد بر علیه پس زمینه[1] فضا بکار می رود.

از آنجایی که تمامی اشیاء گرم شده ،تشعشعات مادون قرمز ساطع می کنند، مادون قرمز طیف بسیار مناسبی به منظور کشف و تعقیب اشیاء می باشد. به کار گیری کشف کننده مادون قرمز، منجر به کشف ، اندازه گیری و رسم تشعشعات ساطع شده ی اشیاء می گردد.

1- background.

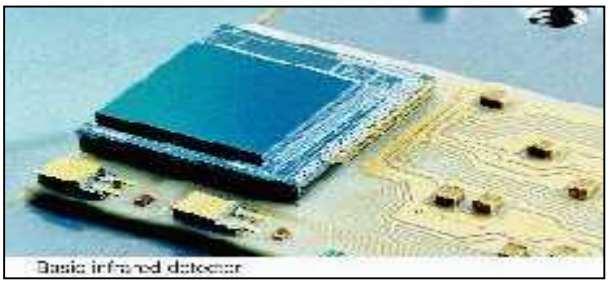
با توجه به اینکه هر شیئی علائم یا اثر انگشت منحصر به فرد خاص خود را داشته ، لذا شناسایی مثبتی از اشیاء براساس انرژی دریافتی تحقق می یابد.



اثر انگشت اشیاء با توجه به انرژی ساطع شده

کشف کنندهای مادون قرمز

به منظور کشف تشعشعات ساطع شده مادون قرمز از اشیاء گرم شده، ماده ای حساس به تشعشعات مادون قرمز لازم است . سامانه های جاری فضا پایه به منظور مشاهده تشعشات حرارتی از کشف کننده های فوتونی[1] استفاده می کنند .



کشف کننده حساس تشعشعات مادون قرمز

کشف کننده های فوتونی متشکل از ماده نیمه هادی حساس به تشعشات مادون قرمز است. تشعشات متشکل از بسته های انرژی بنام فوتون است که بطور مستقیم با مواد تعامل ایجاد کرده و سیگنال های

[1]. Photon

الکتریکی تولید می کند.ماده کشف کننده به قسمت های کوچکی بنام پیکسل[1] تقسیم شده و دقت کشف کننده از طریق اندازه ، فاصله و تعداد این پیکسل ها تعیین می شود.

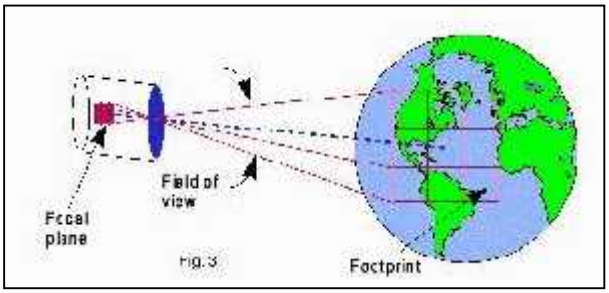
این تفکیک کننده ماده به پیکسل ها ، حساسه چیپ مونتاژ[2] نام گرفته است. امروزه اغلب کشف کننده های طول موج کوتاه ، متوسط وپایین از جیوه – کادمیوم – تلوراید (Hg Cd Te) و یا ایندیوم- آنتی موناد (In Sb) ساخته شده است. بهر حال ، سیلیکون (Si) و جرمانیوم (Ge) هنوز جهت ساخت کشف کننده های طول موج خیلی کوتاه مادون قرمز بکار می رود . این ماده های حساس مادون قرمز می تواند در وسیله بزرگی بنام سامانه حساسه مادون قرمز[3] ترکیب شود. (همان ،ص۳)

سامانه حساسه مادون قرمز

سامانه حساسه مادون قرمز مجمومه ای از اجزاء بصری و سخت افزارهای الکترونیکی است که به کشف کننده مادون قرمز متصل است . اجراء بصری تشعشع وقایع را از یک شیئی به صفحه کانونی منعکس و متمرکز نموده و سخت افزار الکترونیکی متصل به صفحه کانونی جهت خواندن سیگنال های الکتریکی تولید شده به وسیله هر یک از پیکسل های صفحه کانونی بکار می رود.پرداز شگرهای سیگنال جهت تبدیل ولتاژ سیگنال های آنالوگ به تصاویر دیجیتالی بکار رفته که می تواند به وسیله رایانه جهت تعیین اینکه کدام علائم مادون قرمز را کشف کننده دریافت می کند، بکار رود .

---

[1]. pixels
[2]. sensor chip assembly
[3]. Infrared Sensor System



فرایند دریافت تشعشعات مادون قرمز

در حساسه فضا پایه ، هر کشف کننده فوتون ها را از یک منطقه خاص از زمین که به اثر جای پا[1] معروف است جمع آوری می کند . اندازه اثر جای پا به وسیله زاویه دید منطقه هر پیکسل و ارتفاع حساسه تعیین می شود .

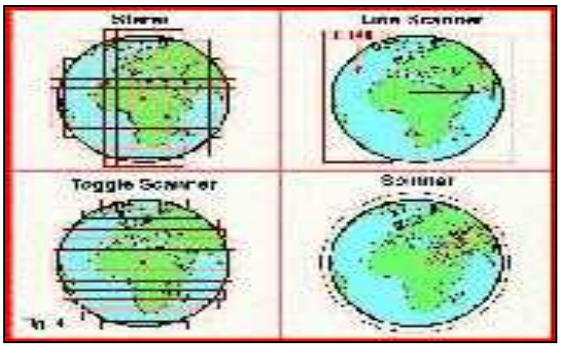
کشف کننده در ارتفاع بالا منطقه بزرگتری را نسبت به نمونه ارتفاع پایین مشاهده می کند، بهرحال به یک حساسه پرنده ارتفاع پست معمولا دقت بهتری خواهد داشت .

به طور کلی دو نوع حساسه مقدماتی ستاره ای[2] و پوینده[3] وجود دارد. در حساسه ستاره ای ، آرایه های صفحه کانونی مربع یا مستطیل شکل بطور مداوم به یک منطقه خاص نظاره می کند و انتظار می کشد تا هر گونه تغییر در تشعشع مادون قرمز ورودی را مشاهده کند. مزیت این روش، تحت کنترل داشتن مداوم یک منطقه بوده و بسته به میزان و چگونگی صفحه خوان الکترونیکی انرژی فوتونی واقعه در آرایه صفحه کانونی این امکان وجود دارد که وقایع کوچک و تغییرات سریع کشف شوند . این نوع صفحه کانونی معمولاباید بزرگ باشد تا یک منطقه خاص

---

1 . Footprint
2 . staring
3- scanning

پوشش داده شود و این آرایه های بزرگ گرانتر و مشکل تر است تا ساخته شوند .



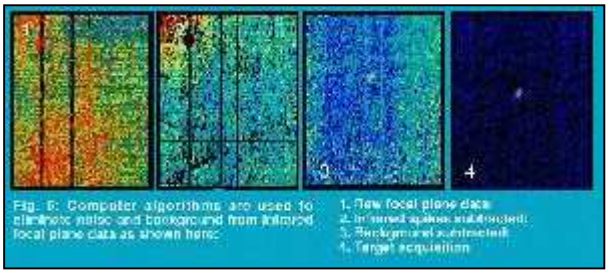
فرایند اسکن تصاویر

روش دوم آرایه کوچکتری بکار گرفته و یک منطقه را در عرض اسکن نموده تا تصویری از تمام صفحه بسازد. مزیت حساسه اسکنی این است که آرایه صفحه کانونی می تواند در مقایسه با حساسه های ستاره ای بزرگ ، ارزان تر ساخته شود در حالی که می تواند پوشش لازم را فراهم کند . عیب این سامانه این است که هنگامی که آرایه صفحه کانونی در حال اسکن کردن است ، نمی تواند تمامی صفحه را بطور همزمان نظاره گر باشد و ممکن است برخی تغییرات را از دست بدهد .

تصمیم نهایی برای اینکه چه نوع حساسه بکار رود بستگی به عوامل زیادی داردکه از جمله می توان به وضعیت ، ماموریت ، ارتفاع و نیازمندی های عملکرد ماهواره اشاره نمود . حساسه های مادون قرمز وسایل غیر عاملی هستند که همچون حساسه های فعال از قبیل حساسه های رادار و لیزر جهت عملکرد نیازی به ارسال سیگنال و دریافت آن ندارد . در عوض ، آنها بطور غیر عامل در انتظار می مانند تا انرژی مادون قرمز از یک شیئی به کشف کننده برخورد و اندازه گیری شود .

یک سامانه مادون قرمز فضا پایه این امکان را می دهد تا حساسه ها با توجه به ارتفاع زیاد منطقه وسیعی را پوشش دهد . بهر حال از آنجایی که ماهواره ها در فواصل بسیار دوری قرار دارند ، تشعشع مادون قرمز نیاز به طی مسافت زیادی داشته تا به آنها برسد که باعث می شود میزان تشعشع دریافتی به کشف کننده کاهش یابد . علاوه بر این، اتمسفر جذب کننده مقداری تشعشع مادون قرمز در طول موج هایی خاص بوده ، بنابراین کاهش میزان تشعشع دریافتی به کشف کننده به شیوه ای طراحی شده که بسیار حساس باشد .

جهت برطرف کردن مشکل ، کشف کننده های مادون قرمز فضا پایه به شیوه ای طراحی شده که بسیار حساس باشند ، همچنین زمین مقدار بسیار زیادی تشعشع مادون قرمز ارسال می نماید که تصویر کلاتر یا برفک اضافه می کند . بهر حال با کمک الگوریتسم های نرم افزاری ، تشعشع پس زمینه[1] زمین می تواند با سیگنال دریافتی فیلتر شود .



فرایند کشف اشیاء با استفاده از نرم افزار

با نگرش به مطالب پیش گفته می توان اینگونه اظهار نمود ، منطقه مادون قرمز طیف الکترومغناطیس، باند بسیار خوبی برای کشف و تعقیب اشیاء گرم شده می باشد . فناوری بکارگیری منطقه مادون قرمز بطور قابل توجهی پیشرفت داشته و امروزه کشف کننده های فناوری پیشرفته

[1]. Background

مادون قرمز برای سامانه های حساسه فضا پایه نظامی بسیار ایده آل می باشند .(هاوکینز، ۱۹۹۳ ،ص۷)

در همین رابطه اشاره به کاربردهای نظامی مادون قرمز در عکسبرداری های ماهواره ای و سایر سامانه های هوایی ، زمینی و دریایی از اهمیت بالایی برخوردار است که در این نوشته به نمونه هایی از آن اشاره می شود .

ت– کاربرد مادون قرمز در سامانه های ناوبری

یکی از کاربردهای مادون قرمز، بکارگیری آن در هواپیماهای جنگنده به غیر از مصارف عکسبرداری است. امروزه با اتصال سامانه های مختلف ناوبری، هدف یاب و حساسه های مادون قرمز به هواپیماهای جنگنده، توانایی آنها را تا میزان قابل قبولی افزایش می دهند. حساسه های مادون قرمز می توانند ارتفاع مورد نظر هواپیما را از قبل تنظیم، پستی بلندی های زمین را حذف و دید قابل توجهی در تاریکی و هوای بد به خلبان بدهد. حساسه های دیگر مادون قرمز می توانند اهداف را در صفحه نمایش برای خلبان مشخص کنند. به کارگیری حساسه های لیزری در این مجموعه قابلیت هواپیما را جهت انهدام اهداف به صورت لیزری و یا تعیین فاصله

۱–حساسه رادار

۲–حساسه مادون قرمز

۳–حساسه مادون قرمز

۴–حساسه لیزر

کاربرد مادون قرمز در سامانه های ناوبری

دقیق تا هدف جهت بکارگیری بمب های معمولی افزایش می دهد. (کمپ بل، ۲۰۰۰، ص۱۱).

ث– سلاح های خودگردان بدون کاربر

از دیگر کاربرد های مادون قرمز می توان به نقش آن در تسلیحات خودگردان بدون کاربر اشاره نمود . یکی از سلاح های موثر در نبردهای نوین ، مهمات منطقه وسیع[1] سلاح خودگردان و بدون کاربر هوشمند ضد تانک و ضد وسایل نقلیه بوده، که جهت مقابله با وسایل نقلیه رزمی از فاصله دور طراحی گردیده است. این سامانه در روی زمینی از حساسه های صدا و لرزه[2] جهت کشف، تعقیب و طبقه بندی اهداف بالقوه و سپس شلیک مهمات مادون قرمز کشف در بالای هدف انتخاب شده، بهره می گیرد. پس از کشف هدف توسط مهمات مادون قرمز، سامانه مورد نظر به منظور انهدام هدف مهمات منفجره نفوذ کننده[3] را آتش می کند. وسایل نقلیه مورد هدف می تواند انواع تانک (T-72، T-82و غیره) و وسایل یدک کش موشک های سبک(BMP,BMD,...) باشد.

یک نمونه از سامانه مورد نظر توسط انسان حمل شده و در محل مربوطه استقرار می یابد و شعاع کشنده ی از راه دور آن حدود ۱۰۰متر و در ۳۶۰درجه بوده که پس از نصب بصورت کاملا" خودگردان عمل می نماید.

نتیجه:

امروزه با استفاده از سامانه های حساسه مادون قرمز در ماهواره های عکسبرداری و هواپیماهای با سرنشین و بدون سرنشین ، عکس های دقیق و حساس از تاسیسات نظامی و غیر نظامی ، به ویژه در امور مربوط

[1] .Wide Area munitions
[2] .Acoustic & seismic sensors
[3] .Explosively formed penetrator

به تاسیسات هسته ای دریافت و به صورت لحظه ای مورد بهربرداری قرار می گیرد .

علاوه بر بکارگیری سامانه های مادون قرمز در هواپیماهای جنگنده به منظور عملیات ناوبری ، شناسایی هواپیماهای جنگنده دشمن نیز به وسیله سامانه های مادون قرمز و انهدام آنها به وسیله سامانه های موشکی مربوطه از روش های مرسوم و معمول می باشد .

منابع:

1. Campbell,Duncan,1999,Interception capabilities 2000,USA/ www.fas.org
2. House of representatives, the Intelligence community in the 21th century,2000,USA/ www.fas.org
3. Hawkins, Charles, Management of measurement and signature intelligence,1993.USA/ www.fas.org
4.Pike , John , www.fas.org/irp/program/collect/tesar.htm,1997
5.sbirs /www.fas.org/spp/military/program/warning/brochure-1999/index.html