

گیرنده های لیزری هوابرد و سیستم های مجتمع

Airborne laser sensors and integrated system

استاد راهنما : پروفسور شهرام محمد نژاد

آذر ماه ۱۳۹۵

مطالب ارائه شده

- ۱- تاریخچه
- ۲- اصول کار لیزر هوابرد
- ۳- همدوسی و ناهمدوسی لیزر
- ۴- اجزای تشکیل دهنده لیزر هوابرد
- ۵- تفاوت های لیزر هوابرد و رادار
- ۶- محاسن و معایب
- ۷- سیستم لیدار
- ۸- موقعیت لیزر هوابرد
- ۹- کاربرد لیزر هوابرد
- ۱۰- جمع بندی و نتیجه گیری

تاریخچه

گیرنده لیزری هوابرد نوعی جنگ افزار انرژی هدایت شده است که از پرتو لیزر برای تخریب هدف استفاده می کند. از دهه ۱۹۷۰ تاکنون سلاح های لیزری متعدد و متنوعی طراحی و تولید شده اند.

سلاح های لیزری هوابرد آزمایش های موفقیت آمیزی داشته اند و حتی این سیستم های لیزری هوابرد برای نابودی ماهواره ها یا موشک های بالستیک نیز پیشنهاد شده اند.

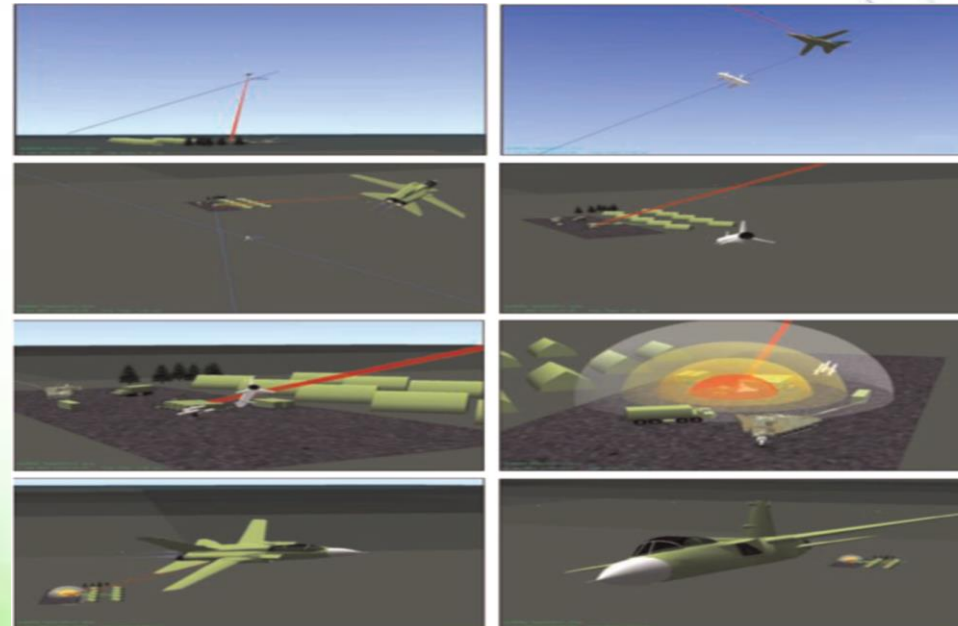
نخستین آزمایش توسط نیروی هوایی آمریکا در سال ۱۹۷۳ انجام شد و در آن با یک لیزر دینامیک گازی دی اکسید کربن یک پهپاد سرنگون شد.

تاریخچه

سلاح لیزری هوابرد جنگ‌افزاری است که در شرایط جنگی مورد استفاده قرار گرفته‌است. این سلاح لیزری بر روی یک بوئینگ ۷۴۷ نصب شده و از سال ۲۰۰۳ در جنگ افغانستان و سپس عراق مورد استفاده قرار گرفته است.



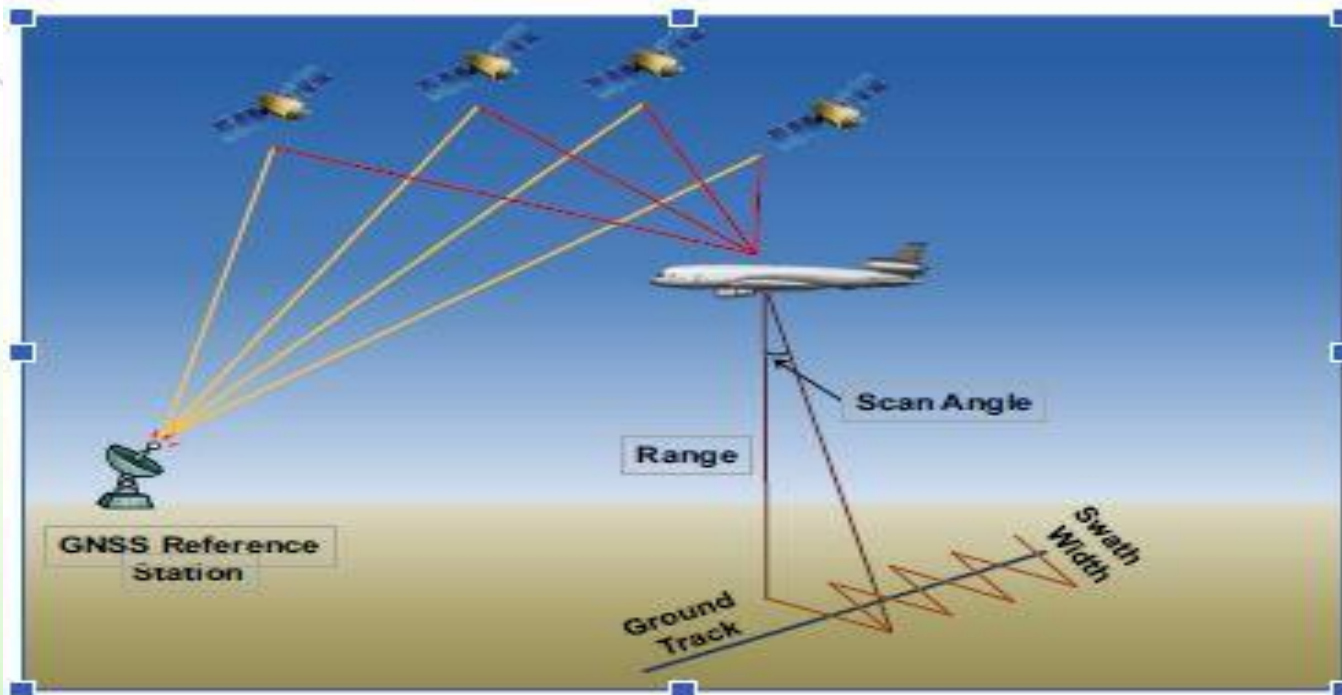
سلاح لیزری هوابرد که در داخل یک بوئینگ ۷۴۷ قرار داشت برای نیروی هوایی آمریکا ساخته شد.



اصول کار لیزر

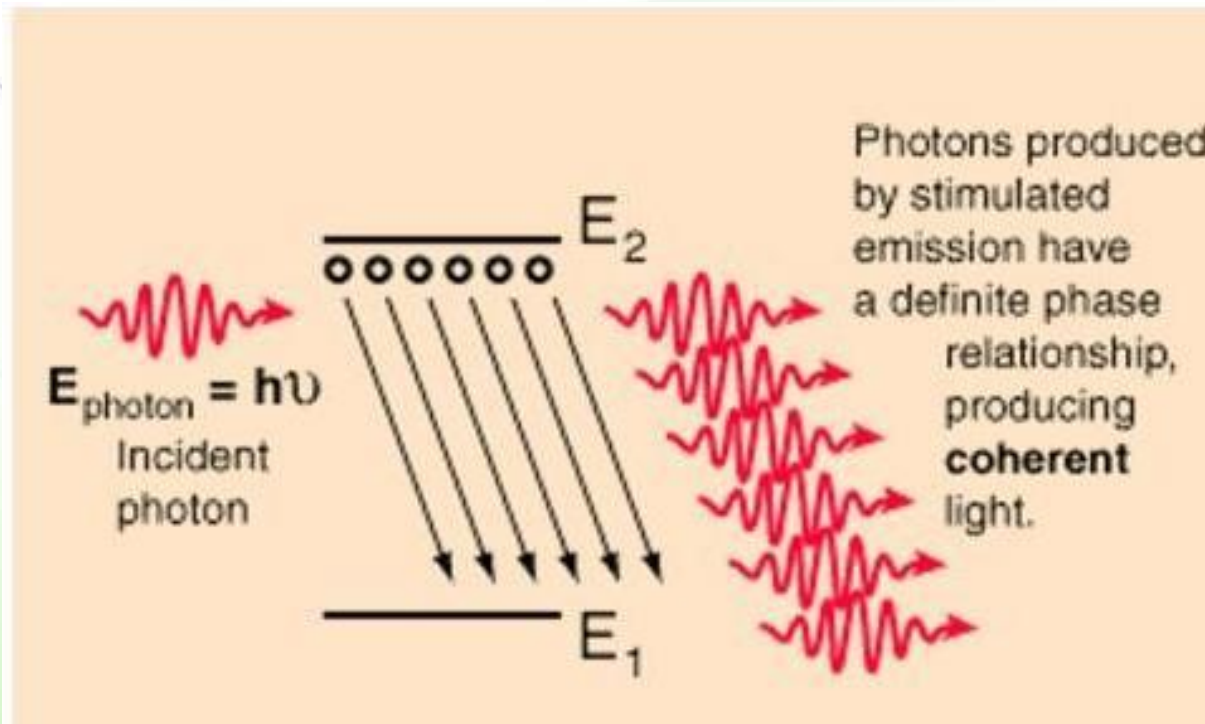
هوابرد

اندازه گیری لیزر هوابرد برای اصل استوار است که مختصات هر نقطه روی زمین با مشخص بودن مختصات محل ارسال لیزر، اندازه گیری طول فاصله مایل بین نقطه ارسال پالس و سطح زمین و اندازه گیری زاویه ارسال موج از محل ارسال پالس تا سطح زمین قابل محاسبه می باشد. با مشخص بودن بردار (بردار موقعیت مرکز ارسال لیزر که توسط مشاهدات جی پی اس مشخص می شود و بردار طولی که توسط طول یاب لیزری اندازه گیری می کند.



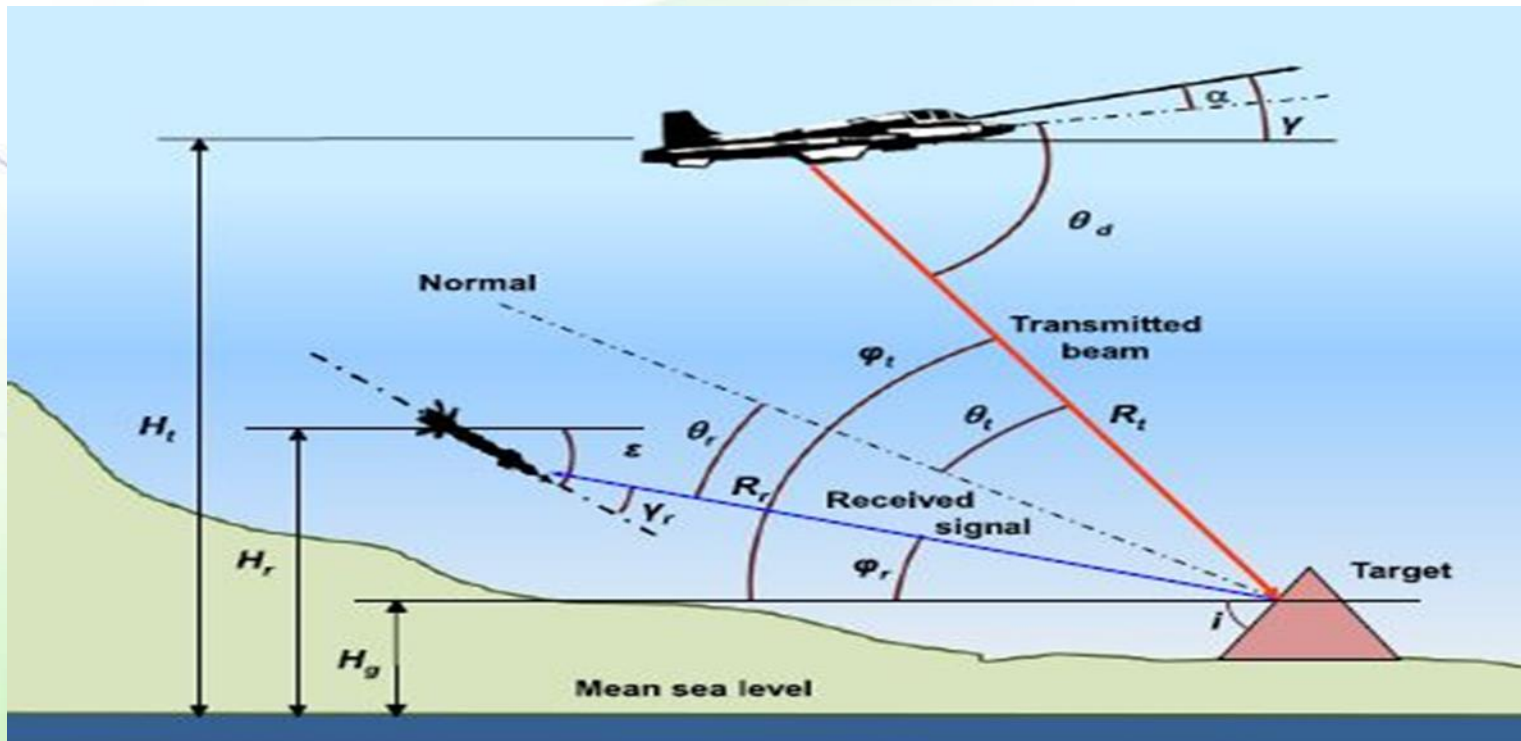
لیزر همدوس

این لیزرها از نوع انرژی مستقیم بوده اند. ساختار آنها به این صورت می باشد که پرتوهای لیزر در همان راستای اولیه به سمت هدف تابانده می شوند و با استفاده از بازتاب آنها می توان فاصله و مکان هدف را تشخیص داد. این نوع لیزر های هوابرد از اپتیک های خطی استفاده می کنند و فاصله یابی آنها نیز از فرمول های اپتیک خطی پیروی می کنند.



لیزر ناهمدوس

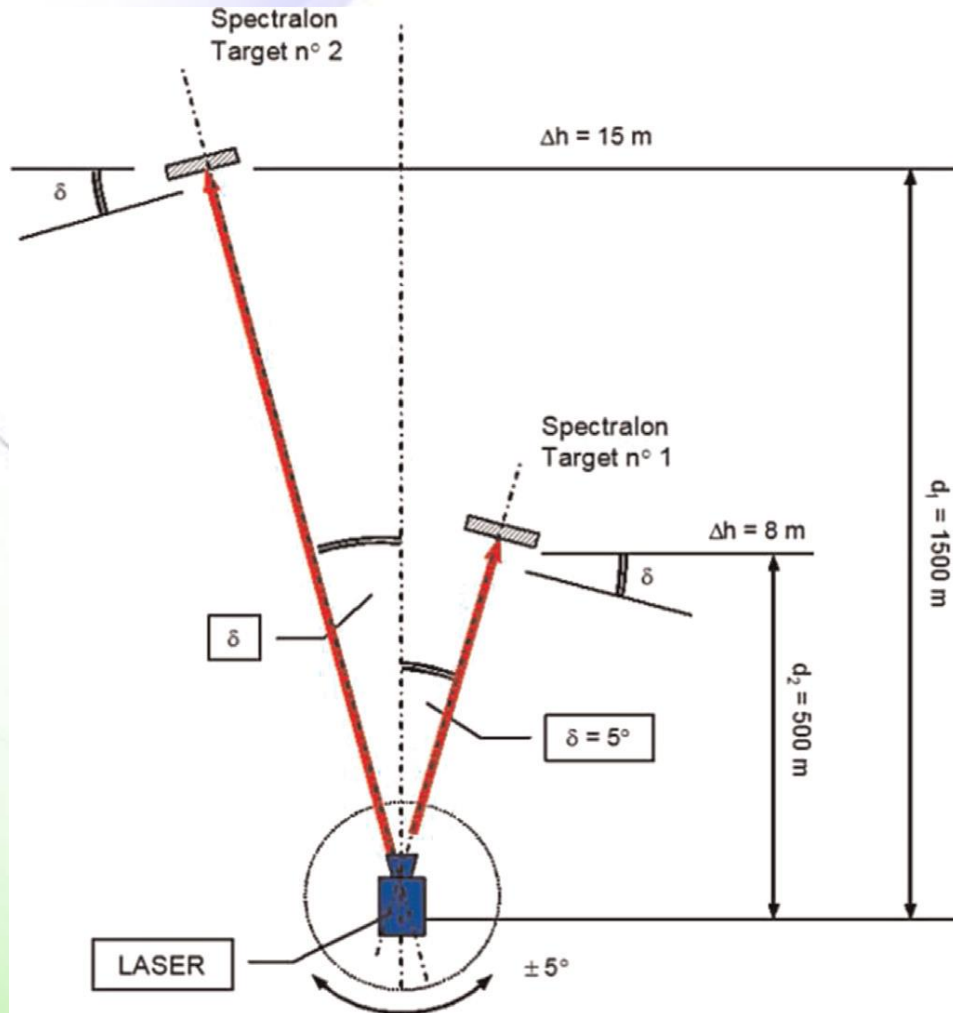
ساختار لیزری این نوع لیزر ها نیز مشابه لیزرهای همدوس می باشد، اما به جای استفاده از اپتیک خطی، از اپتیک های غیر خطی استفاده می شود. به این صورت که پس از ایجاد پرتو لیزر، این پرتو به سمت اپتیک های غیر خطی هدایت می شوند تا با فرآیندی مکانیکی این پرتو در فضا منتشر شود و قسمت بیشتری از فضا را زیر پوشش خود گیرد. پس از برخورد این امواج به هدف می توان از هدف مورد نظر تصویری با کیفیت بالا به دست آورد



اجزای تشکیل دهنده لیزر هوابرد

الف) فرستنده

معمولاً لیزرهای مورد استفاده این نوع سیستم های سنجش از راه دور لیزرهایی با طول موج بین ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر می باشد. لیزرهای در این رنج بسیار ارزان قیمت می باشند. وظیفه این بخش تولید نور و هدایت آن به درون محیط است. خواصی چون واگرایی کم، پهنای فرکانسی باریک و پالس هایی با پهنای زمانی کم با توان هایی بالا از مزایای پرتوهای لیزری می باشند. کوچک بودن واگرایی پرتوهای لیزری این مزیت را دارد که با استفاده از آن می توان منطقه کوچک و دلخواهی از محیط را مورد بررسی قرار داد و به این وسیله میزان تفکیک (تفکیک سطحی) را بالا برد.



ب) گیرنده

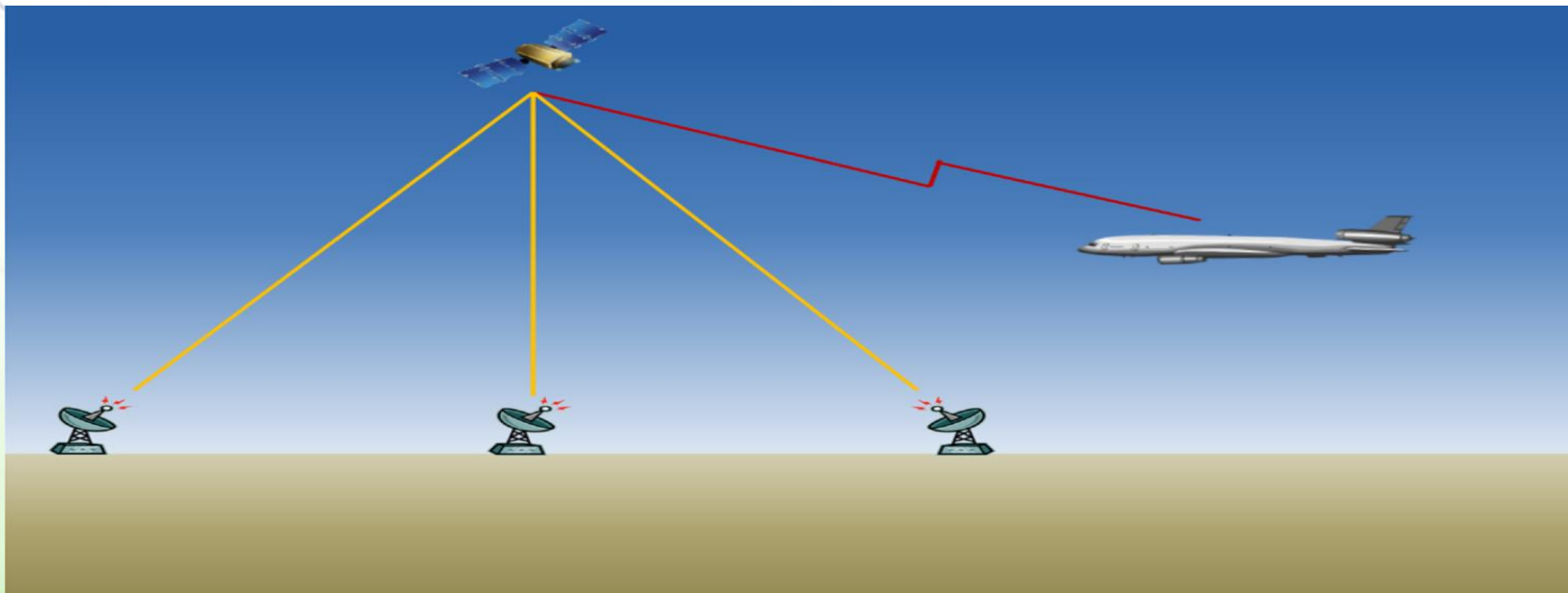
سیستم دریافت کننده یک لیزر هوابرد، تابش های پراکنده شده از هدف را جمع آوری می نماید و آنها را به درون سیستم آشکارساز لیزر هدایت می کند. این سیستم به طور معمول از دو بخش اپتیکی و قسمت تجزیه گر تشکیل شده است. ساده ترین وسیله اپتیکی مورد استفاده می تواند یک آینه باشد که نور پراکنده شده از محیط را در یک نقطه کانونی نماید. قطر دهانه سیستم اپتیکی می تواند از چند سانتی متر تا چند متر متغیر باشد. معمولاً سیستم های اپتیکی با دهانه کوچک را برای دورحسی در فواصل نزدیک به کار می برند. بعد از اینکه پرتوهای نوری توسط قسمت اپتیکی جمع آوری شد، قبل از رسیدن به سیستم آشکارساز مورد تحلیل قرار می گیرند. این تحلیل ها بسته به هدف ما می تواند بر اساس قطبش، طول موج و یا فاصله باشد.

تفاوت های لیزر هوابرد و رادار

تفاوت های لیزر هوابرد و رادارها را می توان در موارد زیر خلاصه کرد.

۱- لیزرهای هوابرد از نور لیزر و یک تلسکوپ /اسکمر استفاده می کنند در حالی که رادارها از امواج رادیویی و یک آنتن بشقابی استفاده می کنند.

۲- در یک هوای صاف بازتاب های یک سیستم رادار ممکن است ناشی از برخورد با یک شیء مزاحم باشد. همچنین تغییرات رطوبت، دما و فشار می تواند به عنوان یک منبع موج رادیویی عمل کند.



تفاوت های لیزر هوابرد و رادار

۳- میزان واگرایی پرتو لیزری در لیزر هوابرد در حدود سه یا چهار برابر از واگرایی امواج رادیویی در رادارها کمتر است. برای همین میزان برد مفید و مسافتی که توسط لیزر طی می شود بیشتر خواهد بود.

۴- نور لیزر دارای واگرایی بسیار کمتری از امواج رادیویی است. از طرف دیگر محدوده طیفی تابش های لیزری شامل خط های جذبی بسیاری از مواد و عناصر می باشد و این باعث می شود که استفاده از لیزر در سنجش از دور به اطلاعات بیشتری راجع به ساختار مواد منجر شود.



محاسن لیزر هوابرد

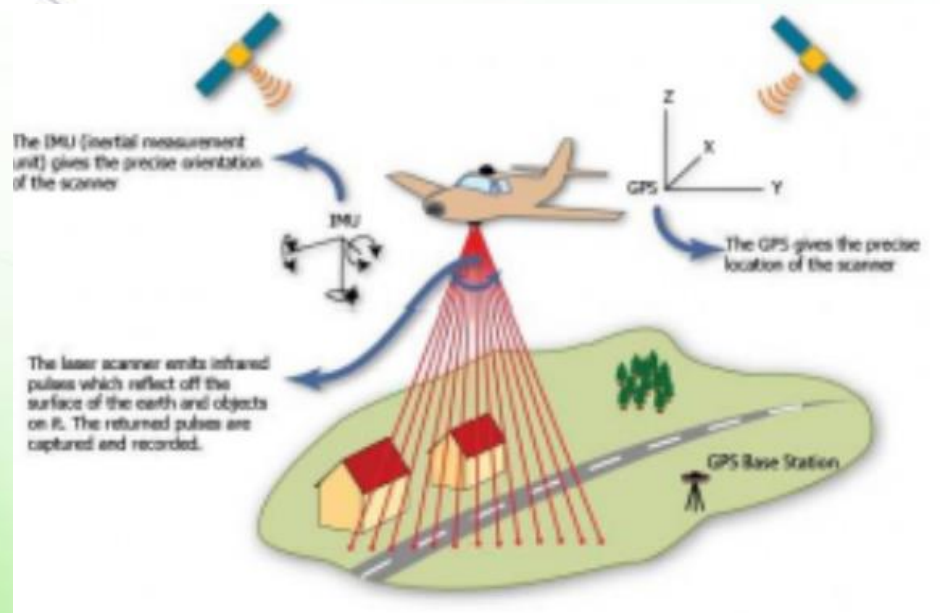
برخی از محاسن و معایب استفاده از سنسورهای لیزر هوابرد
محاسن

۱. میزان صحت و دقت بالا
۲. لیزر هوابرد به راحتی می تواند از پوشش گیاهی عبور کرده و سطح زمین را نقشه برداری کند که این کار موفقیت بزرگی در شیوه سنتی نقشه برداری هوایی و فتوگرامتری است
۳. دقت عمودی بالای ۱۵ سانتی متری و تراکم بالای نقاط مورد اسکن در هر متر مربع
۴. رزولوشن بالای دستگاه لیزر هوابرد باعث ایجاد مدل های دقیق تر و بهتر می گردد.
۵. سنسورهای لیدار معایب یو اس جی اس (شیوه سنتی) را ندارد و پرتوهای آن در شرایطی مثل نقشه برداری از سیل هم اطلاعات توپوگرافی را مهیا می سازد
۶. تراکم نقاط هوایی در لیزر هوابرد بسیار بیشتر از شیوه سنتی است.
۷. اطلاعات به دست آمده از لیزر هوابرد را می توان برای پیش بینی تغییراتی که در اثر بالا آمدن آب دریا پیش می آید بکار برد.

عواملی که دقت لیزر هوابرد را تحت تأثیر قرار می دهند:

۱. بادهای در ارتفاع بالا، برف، باران، مه و....
۲. شرحی بودن هوا و وجود ابر در ارتفاع پایین.
۳. پر هزینه بودن استفاده از لیدار.
۴. هنگامی که در معرض امواج رادیویی و مخابراتی قرار می گیرد دقت آن کاهش می یابد.
۵. فرمت داده های لیزر های هوابرد برای تمام کاربران شناخته شده نیست

پرتو لیزر هوابرد دارای چهار خاصیت مهم است که عبارتند از: شدت زیاد ،
مستقیم بودن ، تکفامی و همدوسی
سیستمی شبیه رادار ، شامل یک منبع انرژی و سیستم دریافت کننده
در این سیستمها فاصله شیء تا سنجنده تابعی از زمان می باشد



نکاتی در باره سیستم لیزر هوابرد

استفاده از امواج نوری ۵۰ هرتز
قدرت تفکیک بسیار بالا در مولفه ارتفاعی ۵ تا ۱۵ سانتیمتر
(فواصل برداشت اطلاعات متغیر از ۵/۰ متر تا ۲ متر در ۴ باند طیفی
جمع آوری اطلاعات بصورت نقاط با تعداد زیاد و حجم بانک اطلاعاتی بالا

قدرت انعکاسی اشیاء در برخی موارد باعث اشتباه سنجنده گردیده و هیچ
اطلاعاتی ثبت نمی گردد.

شب یا روز بودن تاثیری بر عملیات تصویربرداری ندارد
بازتابش شدید نور خورشید گاهی باعث بروز اشتباه در شناسائی شیء می گردد
تغییرات درجه حرارت هیچ تاثیری در عملیات تصویربرداری ندارد

برای بررسی دقیق عملکرد سیستم های لیزر هوابرد موجود در بازار و مقایسه آنها با یکدیگر لازم است که مشخصات آنها را با استفاده از پارامتر های زیر تعیین نمود:

بر اساس استاندارد های بین المللی، لیزر های مورد استفاده در سیستم های هوابرد از نظر میزان خطر آنها برای چشم به کلاس های مختلفی تقسیم بندی می شوند.

لیزر، لیزر هوابرد دارای ۴ کلاس است. لیزر کلاس ۴ در فواصل بیش از ۳۰۰ متر برای چشم اپراتور خطری ندارد، اما در فاصله کمتر از ۵/۰ متر برای چشم غیر مسلح خطرناک است. تعداد اندازه گیری های لیزر اسکنر در هر ثانیه، فرکانس پالس لیزر را مشخص می کند. هرچه پالس های لیزر با فرکانس بالاتری ارسال شوند، سرعت عملیات افزایش می یابد.

مرکز تحقیقات نانوپترونیکس





بسته به نوع لیزر مورد استفاده در سیستم لیزر اسکنر، طول موج آن متفاوت خواهد بود. مقدار بازتاب پالس های ارسال شده به طول موج لیزر مورد استفاده بستگی دارد

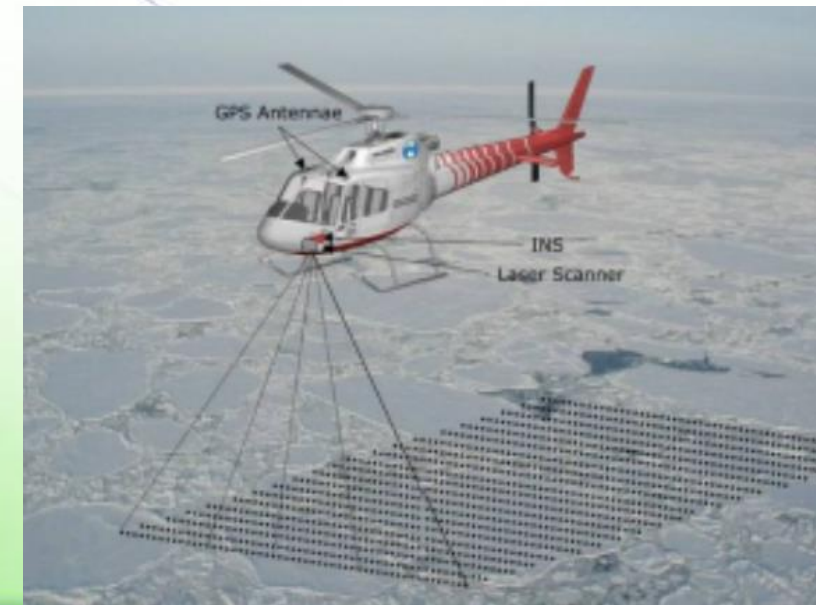
سیستم های لیزر هوابرد پس از ارسال هر پالس ، پالس های برگشتی به صورت منظم و به تعداد زیاد در سنجنده ثبت می شوند. برخورد پالس لیزر ارسالی پالس های بازتابی را تحت تأثیر قرار می دهد به نحوی که ممکن است دو یا چند پالس بازتابی به سیستم لیزر اسکنر بازگردد. اغلب سیستم ها قادر به ثبت تمامی پالس های بازگشتی هستند.

سیستم لیزر هوابرد دارای کاربردهای گوناگونی در زمینه های مختلف هستند که از جمله آنها میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

سنجنده لیزر هوابرد یک موج لیزر را به زمین ارسال می کند و موج بازگشتی دارای اطلاعاتی است که می توان از آن برای تهیه نقشه سه بعدی سطح زمین استفاده وجود ساختمان هایی با ارتفاعات مختلف در مناطق شهری، تهیه نقشه های سه بعدی این مناطق را به امری سخت و طاقت فرسا تبدیل کرده است



سنجنده های لیزر هوابرد با ارسال موج به دریا و اندازه گیری اختلاف زمانی بین موج بازتابی از سطح آب و موج بازتابی از بستر دریا، عمق دریا ها را برآورد می کند .



کاربرد لیزر هوابرد

از این سیستم ها می توان برای شناسایی معادن استفاده کرد.
سیستم لیزری هوابرد شناسایی معدن
Airborne Laser Mine Detection System

سیستم لیزر هوابرد است که بر مبنای لیزر پر انرژی
سبز-آبی به شناسایی و طبقه بندی معادن واقع در
نزدیکی بستر دریا می پردازد.



سیستم لیدار

- یک موج LIDAR مجموعه ای از اطلاعات که اغلب با تقدم یا تاخیر از یک نقطه باز می گردد را پردازش می نماید.

- برخلاف رادار، امواج ارسالی از سیستم LIDAR دارای طول موج کوتاهتری (نور) می باشند.

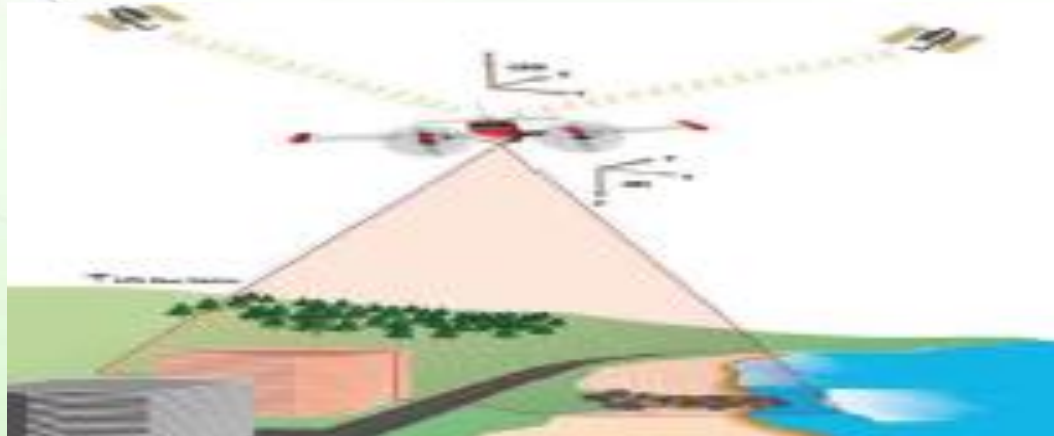
- بازتابش بالا : سطوح روشن ، شیشه ، درختان ، آبها

- بازتابش کم : سطوح تیره ، آسفالت ، زغال سنگ و اکسید آهن ، سطوح مرطوب و گل و لای ، مرداب

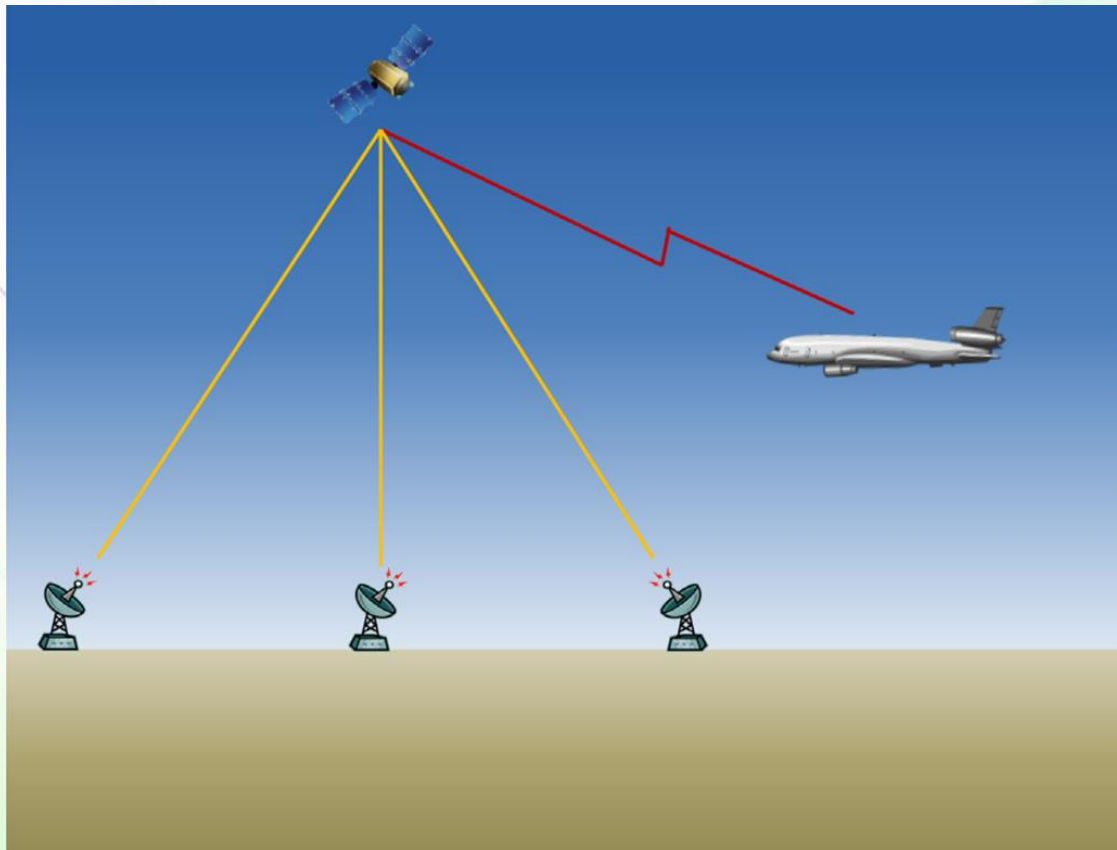
هرچه انعکاس بیشتر باشد ← قدرت و شدت سیگنال بازگشتی بیشتر است

موقعیت لیزر هوابرد

داشتن موقعیت دقیق لیزر هوابرد در طول زمان برداشت بسیار مهم و اساسی است. این امر با استفاده از تکنولوژی تعیین موقعیت تفاضل نسبی انجام می گیرد. بر اساس استفاده از دو گیرنده که همزمان به ثبت اطلاعات موقعیت مشغول هستند، می باشد. یک گیرنده در ایستگاه زمینی قرار دارد که موقعیت مسطحاتی و ارتفاعی آن به صورت دقیق با نقشه برداری زمینی تعیین می شود. گیرنده دوم بر روی سنجنده نصب شده که موقعیت آنتن لیزر هوابرد را در طول زمان برداشت و جمع آوری می کند. بعد از اینکه داده های لیزر هوابرد جمع آوری شد، داده های دو گیرنده با داشتن موقعیت معلوم آنتن ایستگاه اصلی، مورد پس پردازش قرار می گیرد تا موقعیت دقیق آنتن لیزر هوابرد در کل زمان پرواز تعیین شود دقت موقعیت سنجنده به طور کلی بیشتر از ۵ تا ۱۰ سانتی متر می باشد. خروجی در واحد طول و عرض می باشد.



دیگر کاربردهای سیستم لیزر هوابرد این سیستم ها کاربردهای مختلفی دارند که می توان آنها را به چند دسته کلی تقسیم بندی کرد.



کاربرد در توسعه شهری

کاربرد در جنگل داری

کاربرد در سنجش از دور

کاربرد نظامی

کاربردهای لیزر های هوابرد در ترافیک

یکی دیگر از کاربردهای لیزر های هوابرد در ترافیک برای اندازه گیری سرعت وسایل نقلیه است، به عنوان یک جایگزین برای تفنگ های راداری، تکنولوژی برای این کاربرد به اندازه کافی کوچک است که در یک تفنگ دستی (دوربین) قرار گیرد و سرعت یک وسیله نقلیه مشخص را در جریان ترافیک اندازه گیری می کند. برعکس رادار که برای اندازه گیری به سرعت وابسته بود، لیزر های هوابرد به اصول زمان حرکت پرتو برای محاسبه سرعت وابسته است دستگاه های معادل که برپایه سیستم های راداری هستند گاهی ممکن است نتوانند وسیله نقلیه مشخص را از جریان ترافیک تمیز دهند و معمولاً برای اینکه در دست قرار بگیرند بزرگ هستند لیزر های هوابرد دارای این مزیت ویژه است که می تواند وسیله نقلیه مشخص را در موقعیت ترافیک درهم ریخته تشخیص دهد .

جمع بندی و نتیجه

گیری

انحراف یا گریز از چنگ این نوع لیزرهای هوا برد وجود دارد؟

سلاح لیزری در داخل جو بیشتر از ۱۰ تا حداکثر ۲۰ کیلومتر برد ندارد.

تنها راه جلوگیری از تابش تشعشعات لیزری در ادوات زمینی استفاده از دود و ایجاد گرد و خاک مصنوعی پیرامون هدف میباشد تا امواج هدفیاب تسلیحات لیزری و غلاف های هدفگیری نصب شده بر روی جنگنده و بمب افکن ها دچار اختلال گردند.

آزمون و ارزیابی سیستم های لیزری هوا برد بر تابلو سطحی

وضوح زاویه ای؛

پهنای باند سنسور.

آستانه تشخیص سنسور.

کالیبراسیون سنسور.

با کیفیت نقطه؛

- 1- Sabatini, Roberto, et al. "Airborne laser sensors and integrated systems." Progress in Aerospace Sciences 79 (2015): 15-63.
- 2- Elberink, Sander Oude, and George Vosselman. "Quality analysis on 3D building models reconstructed from airborne laser scanning data." ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 66.2 (2011): 157-165.
- 3- Wagner, Wolfgang. "Radiometric calibration of small-footprint full-waveform airborne laser scanner measurements: Basic physical concepts." ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 65.6 (2010): 505-513.
- 4- Yu, Xiaowei, et al. "Predicting individual tree attributes from airborne laser point clouds based on the random forests technique." ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 66.1 (2011): 28-37.
- 5- Kaartinen, Harri, et al. "An international comparison of individual tree detection and extraction using airborne laser scanning." Remote Sensing 4.4 (2012): 950-974.

با تشکر فراوان از توجه شما

