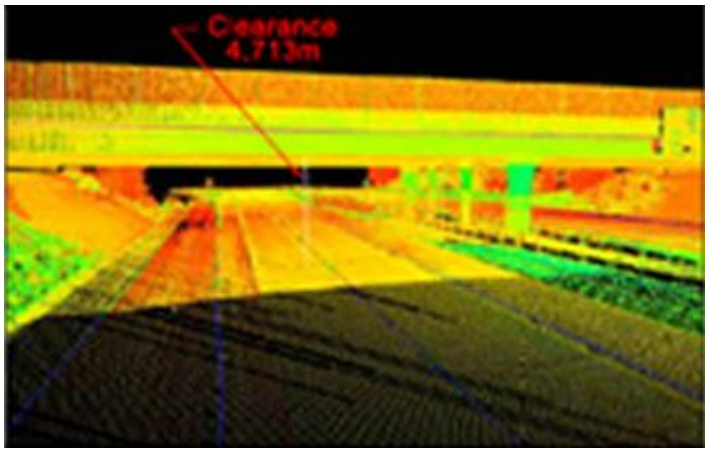
معرفیLaser
scanner

هر چند وقت یک بار ورود یک تکنولوژی جدید انقلابی در رشته نقشه برداری ایجاد می کند که باعث می شود انجام کارهای غیر ممکن یا سخت به کارهای روز مره و عادی تبدیل شود مانند GPS ، توتال استیشن ، تزاریاب های رقومی ، تیوپ های لیزر و.... . حال چند سالی است که جامعه نقشه برداری با تکنولوژی اسکنر های سه بعدی آشنا شده است.



همانگونه که در اولایل ظهور سیستم های تعیین موقعیت GPS ، توتال استیشن ها و نرم افزار های فتوگرامتری رقومی یک قابلیت لوکس و گران قیمت بودند در حال حاضر نیز به دلیل قیمت بالا ، این سیستم ها هنوز نه تنها در کشور ما بلکه حتی در سطح جهانی استفاده از این ابزار هنوز رایج و متداول نشده است ولی مطمئنا این تکنولوژی نیز به دلیل کاربردهای زیاد و قابلیت های بیشمار مانند سایر ابزار جدید جای خود را در بین جامعه نقشه برداری پیدا خواهد کرد.
تقریبا تمام نقشه بردار ها با سیستم کار دستگاه توتال استیشن آشنایی دارند ، ابزاری که با ثبت زاویه بین امتداد ها ، و اندازه گیری طول تا یک منشور امکان محاسبه مختصات نقاط نسبت به محل استقرار دستگاه را به کاربران آن می دهد.

با توسعه دانش استفاده از لیزر امکان جدید دیگری به سیستم های توتال استیشن اضافه شد، دیگر برای اندازه گیری طول از ابزار تا نقاط دلخواه نیاز به استفاده از منشور برای برگرداندن موج ارسال شده از ابزار نبود ، با اضافه شدن این قابلیت در خیلی از زمینه ها مانند جاهای که به راحتی در دسترس نبودند (مانند دیواره ها ، دره های پرشیب و یا نقاط موردنیاز بر روی سازه های بلند و ...) امکان اندازه گیری و ثبت مختصات نقاط بسیار ساده تر وسریع تر شد.

بر مبنای همین روش و عمل کرد ، خیلی زود ایده تولید اسکنر های سه بعدی در بین سازنده های ابزارهای نقشه برداری و تولید کنندگان ابزار های لیزری جا افتاد و سیستمی را تولید نمودند که به صورت منظم کلیه نقاطی را که در میدان دید دستگاه قرار داشت را اسکن می نماید و برای تمام نقاط مختصات تولید می کند و اصطلاحا ابری از نقاط ایجاد می کند. حال هر یک از سازندگان این سیستم ها به دنبال تولید ابزاری با برد بلند تر و دقت اندازه گیری طول و زاویه دقیق تر می باشند.

البته باید یاد آور شد که این ابزار مانند سایر ابزارهای نقشه برداری دارای محدودیت ها و قابلیت های خاص خود می باشد که به طبع نمی تواند جایگزین ابزار های موجود شود و فقط در زمینه های خاص می تواند قابل استفاده باشد از مزایا این ابزار می توان به برداشت نقاط با سرعت زیاد (در برخی از مدل ها به 500 هزار نقطه در ثانیه هم رسیده است) قابل استفاده بودن در تاریکی مطلق (چون عامل استفاده کننده عملا کار خاصی نیاز نیست انجام دهد و نیازی به دیدن محل مورد اندازه گیری ندارد ،امکان ادغام اطلاعات با تصاویر و ایجاد سیستم منو پلاتینگ(برای کاربرد های معماری ، باستان شناسی و(....

این سیستم ها دارای محدودیت های نیز هستند مثلا از انجا که فقط نقاط قابل مشاهده مستقیم قابل اندازه گیری است عملا ابزار اندازه گیری مناسبی برای برداشت محل های که دارای پستی و بلندی های زیادی است نمی باشند و نمی تواند جایگزین ابزار توتال استیشن در زمینه برداشت توپوگرافی ساده در زمینه های تپه ماهوری شود (یا حداقل با توجه به قیمت بالای ابزار، اقتصادی نیست) و یا این ابزار فقط به درد برداشت اطلاعات می خورد و برای پیاده سازی و یا تهیه شبکه مبنای ابزار مناسبی نیست.

و حال کاربرد لیزر در مدل رقومی زمین
نمایش بعد سوم یا مولفه سوم مختصات برای بسیاری از کاربرد ها اهمیت اساسی دارد .اما نمایش بعد سوم سطح زمین یعنی Z بر روی سطح مسطح کاغذ یا صفحه نمایش دشوار است . به همین دلیل نقشه برداران از دیر باز تلاش کرده اند روش هایی را برای نمایش ارتفاعات روی نقشه ارائه نمایند . استفاده از هاشور ، سایه روشن ، گامهای رنگی ، اعداد ارتفاعی و منحنی های میزان از جمله این روش ها محسوب می شوند.
یکی از کاربردهای عمده لیزر در مهندسی عمران استفاده از آن در تهیه مدل رقومی زمین است . با استفاده از روش اسکن سه بعدی با لیزر که در واقع روش برداشت مستقیم نقاط است ، می توان به مدل سه بعدی رقومی از زمین دست یافت ، روش کار به این صورت است که پرتو لیزر تحت زاویه خاصی به سمت منطقه مورد نظر فرستاده می شود و پرتو های برگشتی از نقاط به طور منظم و به تعداد زیاد ثبت می شود . تعداد این پرتو های برگشتی و در واقع تعداد نقاط ثبت شده آنقدر زیاد است که در محیطی مثل CAD نمایش داده می شوند ، به نظر می رسد که سطح بازسازی شده است . این داده در اصطلاح ابر نقطه ای (point cloud) نامیده می شود.

دستگاه های لیزر اسکن دارای دو نوع هوایی و زمینی هستند یک لیزر اسکن هوایی سه عنصر اصلی دارد GPS : ، IMUو Laser Scanner . GPSدستگاهی است که موقعیت نقطه محل هواپیما را ثبت می کند ، IMUزاویه حرکت هواپیما با نقطه زمینی را می دهد و مسافت یاب Laser فاصله ی بین هواپیما و نقطه زمینی را مشخص می کند . برداشت نقاط بر اساس سه الگوی مختلف انجام می شود . بیضی ، دایره و زیگزاگ و همپوشانی عرضی بین الگوها بستگی به دقت مورد نظر و طراحی پرواز دارد . در لیزر اسکن زمینی دستگاه بر روی سه پایه سوار می شود و می تواند دور تا دور خود را به صورت استوانه ای برداشت نماید.

پس برخورد لیزر به منطقه مورد نظر ضریب انعکاس جسم تعیین می کند که چه مقدار از سیگنال منتشر شده به لیزر بر می گردد . مقدار این انعکاس به طول موج لیزر بستگی دارد و خصوصا برای سطوح سیاه و سفید متفاوت است . پرتو لیزر پس از انتشار ممکن است به موانعی برخورد کند، مثلا در لیزر اسکن هوایی در مناطق جنگلی ، پرتو لیزر قبل از رسیدن به زمین به یک یا چند شاخه برخورد می کند ، این مسئله باعث می شود دو یا چند انعکاس به مسافت یاب لیزری برگردد . اغلب سیستم ها قادرند تمام پالس های برگشتی را ثبت کنند . کاربرد ها و استفاده های مختلفی از آنها بر اساس این اندازه گیری ها امکان پذیر است . البته تهیه مدل از سطح زمین بر اساس اندازه گیری آخرین پالس است . اگر چندین پالس برگشتی وجود داشته باشد فقط آخرین پالس می تواند به نقطه ای روی زمین تعلق داشته باشد . زیرا فاصله زمین از فاصله یاب از بقیه نقاط بیشتر است.برای کاربرد های دیگر مثل تهیه مدل های سه بعدی شهر ، اولین پالس اهمیت بیشتری دارد و همچنین اولین و آخرین انعکاس ها برای تهیه تراکم زیستی مورد نیاز است.

همانطور که ذکر شد انعکاس به جنس مواد بستگی دارد . سطوح طبیعی مثل گیاهان مقدار انعکاس بیشتری نسبت به مواد ساخت بشر مانند آسفالت و بتون دارند . بنابراین به طور کلی ، تشخیص گیاهان و ساختمانها امکان پذیر است . به کمک روش های filtering می توان نقاط مورد نظر را در موارد خاص استخراج کرد و تعداد نقاط جمع آوری شده را برای هر کاربرد کاهش داد .لیزر اسکن در حقیقت فنی است که مختصات نقاط را به طور مستقیم و به همراه زوایا و offset ها برداشت می

کند.

لیزر در سیستم های قدیمی تنها مختصات نقاط را اندازه گیری می کرد ، اما اطلاعات دیگری نیز از عوارض برای پی بردن به نوع عارضه برداشت می کند . روش های دیگر جمع آوری داده ها در مناطق کم عارضه مثل ساحل دریا دچار مشکل می شوند ، اما لیزر اسکن توانایی برداشت در این مناطق را نیز دارد . همچنین از آنجا که لیزر از عوارضی مثل برگ درختان نیز عبور می کند ، در مناطق جنگلی نیز کاربرد دارد.
سرعت برداشت لیزر اسکن به حدود 28000 نقطه در ثانیه می رسد و طی 4 دقیقه ، 360درجه (یک دور کامل) را برداشت می کند .دقت دستگاهها بر اساس فاصله نقاط برداشت شده سنجیده می شود ، که معمولا حدود 2 سانتی متر الی 2 میلی متر است و قیمت آنها بستگی به قدرت تفکیک و دقت آنها دارد.

کاربرد لیزر در ایجاد واقعیت مجازی

laser scanningمی تواند داده های لازم برای تولید مدل های دقیق سه بعدی را به صورت بسیار سریع ، راحت ، کارامد و مقرون به صرفه ای جمع آوری کند . در واقع ، داده های حاصل از Laser Scanning در تهیه Virtual Reality بسیار مورد استفاده قرار می گیرند . در مورد برداشت اطلاعات توسط دستگاههای Laser Scanner در قسمت قبل توضیح داده شد ، داده های سه بعدی جمع آوری شده در رایانه ذخیره می شوند و نرم افزارهای مناستب قادرند آنها را برای مقاصد مختلف مورد بررسی و تفسیر قرار بدهند.
مراحل مدل سازی سه بعدی با این روش را می توان در شش مرحله اساسی خلاصه کرد:
. 1نشانه روی بر منطقه یا سازه مورد نظر
. 2اسکن (جاروب) منطقه یا سازه مورد نظر و تولید ابر نقطه ای(point cloud)
. 3دسته بندی نقاط تشکیل دهنده اجزا و اشکال مختلف و اجزای مختلف منطقه یا سازه مورد نظر
. 4تشکیل سطوح و مشخص نمودن اجزا در زمینه برداشت شده
. 5ثبت و ترکیب اشکال حاصله با یکدیگر و خلق مجموعه دادههای مصنوعی
. 6تشکیل مدل سه بعدی با جزئیات

از آنجا که تعداد نقاط ثبت شده بسیار زیاد است ، مدل سه بعدی تشکیل دارای جزئیات بسیاری است . از این رو برای اندازه گیری ها و مطالعات بسیار دقیق و سریع بسیار مناسب است . از کاربرد های مهم این روش در مهندسی عمران طراحی سازه های مختلف مثل پل ها و ساختمانها و همچنین طراحی مسیر راه ها و بزرگراههاست . با استفاده از این فن می توان از زوایا و دیدگاه های مختلف سازه یا موضوع مورد نظر را مورد بررسی قرار داد و در تعیین نوع مصالح قابل استفاده و هزینه ها قبل از انجام طرح از آن بهره گرفت . در زمینه طراحی بزرگراهها با در دسترس بودن دید سه بعدی حاصل از منطقه می توان در ساعات پر ترافیک بدون حضور در منطقه و بستن جاده ، بازدید و بررسی های لازم را انجام داد.

در برخی موارد با استفاده از این روش می توان با لیزر اسکن نمودن ساختمانها و شبیه سازی موقعیت فعلی بناها و ساختمان ها در یک منطقه ، در زمینه ایجاد و ساخت بناهای جدید و بررسی محدودیت ها و امکانات موجود و آینده مطالعات لازم را انجام داد. این فناوری این امکان را به وجود می آورد که بتوان هر سازه را در جاهای مختلف قرار داد. و مشکلات آن را بررسی کرد . همچنین طراح می تواند با استفاده از وسایل مخصوص مثل عینک و دستکش های خاص ، در قسمت های مختلف قرار گرفته و حرکت نماید و از زوایای مختلف سازه های تشکیل دهنده منطقه را مورد بازدید قبل از ساخت قرار دهد . این فناوری همچنین قابلیت شبیه سازی موقعیت های مختلف مثل هوای طوفانی ، سیل و امکان بررسی مقاومت سازه هایی مانند پل و کانال های فاضلاب در هنگام بروز چنین وقایعی را نیز دارد.

در موقعیت های خطرناک و پیچیده و در مکانهای غیر قابل دسترس که در آنها امکان انجام نقشه برداری زمینی جود ندارد ، با استفاده از این روش می توان به خوبی و با دقت بالا مدلی مناسب از منطقه تهیه نمود.
یکی دیگر از کاربردهای این روش استفاده از آن در بررسی یا ترمیم آثار باستانی است . با این روش مجموعه نقاطی به صورت

ابر نقطه ای از مکانهای قدیمی و تاریخی برداشت می شود و پس از پردازش این نقاط در رایانه ، مدل بنا تشکیل شده و امکان بازسازی یا ترمیم آن سنجیده می شود . همچنین نرم افزار امکان آنرا فراهم می آورد که بتوان موقعیت و شکل بنا را قبل از تخریب یا تغییر شبیه سازی نمود.

بکارگیری لیزر در ماهواره ها

یکی از کاربرد های عمده لیزر در مهندسی نقشه برداری استفاده از آن برای فاصله یابی از طریق ماهواره هاست . این سیستم ها در تعیین موقعیت ماهواره ها به عنوان فاصله یاب های لیزری (Satellite Laser Ranging –SLR) استفاده می شود . در SLR از لیزر استفاده می شود ، منتها لیزرهایی که توان و برد بالا دارند و می توان از فاصله ای حدود 20000 کیلومتر پالسهایی را از ایستگاه زمینی به ماهواره فرستاده و از طریق منشور های تعبیه شده در ماهواره به ایستگاه زمینی برگشت داده شوند.

در اوایل ایجاد SLR از یاقوت استفاده می شد ، ولی در نسل های بعدی از نئودیوم استفاده شده است . در SLR دقت فاصله یابی طول های بلند از ایستگاه به ماهواره در نسل اول حدود 10 متر بوده که در نسل های بعدی (نسل چهارم) به حدود 2 میلیمتر رسیده است.

کاربرد لیزر در مسافت یابی الکترونیکی

دسته ای از مسافت یابهای الکترونیکی (Electronic Distance Measuring Instrument) که اختصارا به آنها EDMمی گویند ، با استفاده از اشعه لیزر کار می کنند. در این دستگاهها از لیزر های با منبع جامد نظیر یاقوت یا نئودیوم استفاده نمی شود ، بلکه منبع آنها نیمه هادی است . نمونه این نمونه هادی را می توان دیود گالیم آرسناید نام برد . این نیمه هادی پرتو تک رنگی ایجاد می کند که خود برانگیخته است و ایجاد لیزری می کند که برای تعیین موقیتهای دقیق و برای جاهایی که دقت امتدادی مدنظر است ، مورد استفاده قرار می گیرد . اساس کار مسافت یابهای الکترونیکی سنجش غیر مستقیم زمانی است که یک پرتو نور فاصله بین دو نقطه را طی می کند.

گرچه اولین نسل مسافت یابهای الکترونیکی برای فواصل زیاد بسیار دقیق بودند ، ولی اندازه آنها بزرگ ، وزن آنها سنگین و قیمت آنها گران بود. بنابراین در کارهای روزمره نقشه برداری وارد نشدند ،در حالی که مهندسان به دستگاههای سبک ،کوچک ارزان و دقیق برای سنجش طول های کوتاه ، از چند متر تا دو الی سه کیلومتر نیاز داشتند . در واقع ، دستگاههای EDM استفاده کننده از نور لیزر نسل سوم این دستگاهها هستند . مزایای این مسافت یابها عبارتند از:مصرف کم ، سبکی و قابلیت حمل و نقل آسان ، برد زیاد (حداکثر برد 15 تا60 کیلومتر) و دقت بالا در حدود میلیمتر.

با کوچک شدن این دستگاهها و قابلیت ترکیب آنها با دستگاههای دیگر دستگاههایی به نام توتال استیشن به بازار عرضه شد که توسط آنها می توان تمام کارهای برداشت و پیاده کردن را با دقت و سرعت بسیار زیاد انجام داد. علاوه بر این می توان همزمان اطلاعات برداشت را در قسمت ذخیره کننده داده انباشته کرد . در مرحله بعد می توان این داده ها را در دفتر کار به صورت خودکار به رایانه منتقل کرد . رایانه نیز به نوبه خود پس از انجام محاسبات ب اساس برنامه ، داده را به دستگاه رسام برای ترسیم نقشه یا چابگر برای چاپ منتقل می کند.

نویسنده : مهندس محمد رسول برومند