سنجش از دور (Remote Sensing)

سنجش از دور دانش و فن جمع‌آوری اطلاعات از عوارض سطح زمین، بدون تماس فیزیکی با آنها است.

سنجش از دور شامل اندازه‌گیری و ثبت انرژی بازتابی از سطح زمین و جو پیرامون آن از یک نقطه مناسب بالاتر از سطح زمین است. پرتوهای بازتابی که از نوع امواج الکترومغناطیسی هستند، می‌توانند دارای منابع گوناگونی همانند پرتوهای خورشیدی، پرتوهای حرارتی اجسام یا حتی پرتوهای مصنوعی باشند. سنجش از دور، دانش بسیار گسترده‌ای است، که از جهات مختلف توسط صاحبنظران زیادی از جمله Campbell، Lillesand و Kiffer و Sabins به معرفی آن پرداخته شده‌است. Campbell با سعی در بیان کلّی از سنجش از دور، این مقوله را چنین تعریف می‌کند:

سنجش از دور عبارتست از بدست آوردن اطلاعاتی از سطح زمین و سطح دریاها با استفاده از تصاویری که بر فراز آنها به کمک قسمتهایی از طیف الکترومغناطیس که از سطح زمین تابش یا بازتابش می‌گردد، اخذ می‌شود. همانطور که در بالا نیز شرح داده شد، سنجش از دور از انرژی الکترومغناطیسی بهره می‌گیرد. قویترین منبع تولیدکنندهٔ این انرژی، خورشید است، در تمامی طیف الکترومغناطیس، تابش می‌کند. در کنار منبع طبیعی تولید انرژی الکترومغناطیسی که در سنجش از دور غیر فعال کاربرد دارد، انرژی الکترومغناطیسی می‌تواند بطور مصنوعی نیزتولید شود که آنرا اصطلاحاً سنجش از دور فعال می‌نامند. وقتی انرژی الکترومغناطیسی به زمین می‌رسد، قسمتی از آن بازتابیده و قسمت دیگری جذب می‌شود. انرژی جذب شده ممکن است متعاقباً تابش گردد، که این تابش عمدتاً در طیف فروسرخ رخ می‌دهد. سهم بازتاب شده یا جذب و تابش مجدد شده انرژی الکترومغناطیسی، برای مواد مختلف متفاوت است. با اندازه‌گیری مقدار انرژی الکترومغناطیسی بازتابش شده و مقایسه آن با منحنی‌های بازتابش طیفی موادی معین، می‌توان اطلاعاتی از سطح خشکی و سطح دریاها بدست آورد.

پرتوهای بازتابیده شده از اجسام زمینی توسط سنجنده‌های ویژه‌ای به صورت قابل نمایش و پردازش ثبت و ذخیره می‌شوند.

دو نوع اصلی از سنجش از دور وجود دارد:

سنجش از دور فعال(Active) و سنجش از دور تابع یا کنش پذیر (passive)

1. **سنجش از دور تابع یا کنش پذیر (passive)** تابش های طبیعی ساطع شده و یا منعکس شده از اجسام محیط را تشخیص داده و اندازه گیری می کنند.تابش خورشید رایج ترین منبع اندازه گیری شده توسط سنسورهای کنش پذیر است.

نمونه هایی از سنسورهای کنش پذیر از راه دور عبارتند از: فیلم های عکاسی ، مادون قرمز ، و سنجندهای رادیویی

2. **سنجش از دور فعال(Active)** از انرژی انرژی ساطع شده یا منعکس شده به منظور اسکن اشیاء و نواحی مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. رادارها و سنسورهای لیدار (آشکارساز لیزری مسافت یاب) نمونه هایی از سنجش از راه دور فعال هستند که در آنها تاخیر زمانی بین گسیل و بازگشت انرژی از محل، ارتفاع، سرعت و جهت یک شی اندازه گیری می شود. سنجش از راه دور امکان جمع آوری داده ها در مناطق خطرناک یا غیر قابل دسترس را امکانپذیر می کند. برنامه های کاربردی سنجش از دور شامل نظارت بر قطع درختان جنگلی در مناطقی مانند حوضه آمازون، ویژگی های یخ ها در مناطق قطب شمال و قطب جنوب، و صداهای اعماق اقیانوس ومناطق ساحلی است. در دوران جنگ سرد از داده های جمع آوری شده عوارض زمین توسط انسان در مناطق مرزی خطرناک مورد استفاده قرار می گرفت. سنجش از راه دور جایگزینی کم هزینه تر برای جمع آوری اطلاعات توسط انسان است.

داده های تصاویر ماهواره ای امروزه توسط هواپیماها، فضاپیماها، شناور ها، کشتی ها و هلیکوپترها، ایجاد می شود و به تجزیه و تحلیل و مقایسه داده ها در زمینه هایی مانند میزان پوشش گیاهی، فرسایش، آلودگی، جنگلداری، آب و هوا، مورد استفاده قرار می گیرند. این چیزها را می توان به صورت نقشه ، تصویر ردیابی و مشاهده کرد.

فرایند سنجش از راه دور جهت بکار گیری در برنامه ریزی شهرسازی، تحقیقات باستان شناسی، مشاهدات نظامی و نقشه برداری ژئومورفولوژی زمین نیز مفید است.

تکنیک های کسب داده ها:

اساس تکنولوژی جمع آوری تجمعی داده ها(multispectral collection) تجزیه و تحلیل اشعه منتشر شده از اشیاء در مناطق مورد بررسی است.

برنامه های کاربردی از اطلاعات سنجش از دور:

a) **رادارها** معمولا با برج های کنترل ترافیک هوایی و ایستگاه های هوا شناسی در ارتباط هستند.به طور مثال رادار داپلر در نظارت بر اجرای قانون محلی محدودیت سرعت و در هواشناسی در جمع آوری اطلاعاتی از جمله سرعت و جهت باد در درون سیستم آب و هوایی مورد استفاده قرار می گیرد.از این گونه رادارها می توان از RADARSAT، TerraSAR-X،و ماژلان نام برد.
b) **رادارهای لیزری** ارتفاع سنج با توانایی اندازه گیری برآمدگی ها به وجود آمده در سطح دریا توسط گرانش زمین و ارائه طیف گسترده ای از داده ها در اندازه گیری ارتفاع و طول موج امواج اقیانوس، به اندازه گیری سرعت باد و جهت و سطح جریانهای اقیانوسی در فواصل یک مایلی می پردازد.
c) **رادارهای تشخیص نور** یا لیدار در شناسایی و اندازه گیری غلظت مختلف مواد شیمیایی در جو با دقت بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد.نرمافزار لیدار نرم افزار اصلی تحلیل دادها از پوشش های گیاه است.
d) **رادیو مترها و فتومترها** رایج ترین ابزارهای جمع آوری اطلاعات تابشهای منعکس شده و ساطع شده با فرکانسهای مختلف از جمله نور مرئی و سنسورهای مادون قرمز، مایکروویو، اشعه گاما و به ندرت، اشعه ماوراء بنفش هستند. آنها همچنین ممکن است در تشخیص طیف انتشار مواد شیمیایی در غلظتهای مختلف در اتمسفر مورد استفاده قرار گیردند.

از دیگر برنامها **استروگرافیکها ی جفتی** هستند که اغلب در تحلیل عکسهای هوایی و ایجاد تصاویر توپوگرافی جهت بکارگیری در بخش بزرگراه ها و مسیرهای بالقوه مورد استفاده قرار می گیرد.شبیه سازهای multi-spectral از دهه هفتاد میلادی مورد استفاده قرار گرفته است.این برنامه با ثبت طول موج های تابشی الکترو مغناطیسی (چند طیفی) مختلف به تهیه نقشه های موضوعی می پردازد از این جمله برای مثال می توان به برنامه های لندست یا ماهواره ای IKONOS اشاره کرد. از جمله چشم انداز استفاده از نقشه های موضوعی شناسایی و یا استفاده از زمین، جنگل زدایی، نظارت و بررسی سلامت گیاهان بومی و محصولات کشاورزی است.

e)تصویربرداری Hyperspectral (Hyperspectral imaging) تولید یک تصویر که در آن هر پیکسل دارای اطلاعات کامل طیفی با باند طیفی باریک تصویربرداری بیش از یک محدوده طیفی پیوسته است.از این روش در برنامه های مختلف از جمله کانی شناسی، زیست شناسی، دفاع، و اندازه گیری های زیست محیطی استفاده می شود.

سنجش از راه دور این امکان را می دهد تا به پیگیری و نظارت بر مناطقی که در دراز مدت در خطر بیابان زایی قرار دارند پرداخته شود.در تعیین عوامل گسترش بیابان ها نیاز به حمایت مدیران در تعریف و ارزیابی عوامل موثر و نیز اقدامات مربوط به مدیریت زیست محیطی نیاز خواهد بود.

خط اقصر

خط اقصر(کوتاه ترین خط ترسیم شده بین دو نقطه در روی سطح وابسته به علم زمین پیمایی در سطح کره) برای اولین بار در تشخیص داده های گرانشی هوایی و زیردریایی در نقشه های نظامی استفاده شد. این داده ها آشفتگی ها در میدان گرانشی زمین را نشان میدهد که به نوبه خود، ممکن است برای مطالعات زمین شناسی در تعیین تغییرات در توزیع جرم زمین استفاده شود.

پردازش داده ها

به طور کلی سنجش از راه دور اثرات **مسایل معکوس** (Inverse Problems)*را بررسی می کند.

معمولا اندازه گیری متغیرهای محدودی مورد علاقه صاحبان سرمایه از جمله دولت است.پس نمیتوان کلیه متغیرها را از روش مشاهده ای به دست آورد و برای باقی آنها از روش غیر مستقیم استفاده می شود مانند استفاده از رد پای حیوانات برای تعیین نوع آنها وقتی دسترسی به آنها امکانپذیر نیست.

* **مسایل معکوس** (Inverse Problems) (دسته‌ای از مسایل‌اند که از لحاظ ریاضی، یافتن پاسخ نهایی آنها به وسیلهٔ روش‌های کلاسیک ممکن نیست.)

به عنوان مثال، در حالی که به طور مستقیم اندازه گیری دما در جو فوقانی آن غیر ممکن است، اما این امکان هست که برای اندازه گیری از انتشار طیفی از مواد شناخته شده شیمیایی (مانند دی اکسید کربن) در آن منطقه استفاده شود. سپس ممکن است از میزان فرکانس انتشار و از طریق روابط ترمودینامیکی مختلف به درجه حرارت در این منطقه دست یافت.

کیفیت داده های سنجش از دور بر اساس کیفیت مکانی، طیفی، رادیومتری و وضوح زمانی تعین میشود:

- **قدرت تفکیک فضایی**

قدرت تفکیک فضایی به اندازه یک پیکسل است که در یک تصویر شطرنجی ثبت می شود(به طور معمول پیکسل به مناطق مربع شکل در محدوده ی طول ضلع از 1 تا 1،000 متر (3.3 تا 3300 فوت) گفته می شود)

- **وضوح طیفی**

به اندازه طول موج فرکانسهای مخطلف ثبت شده گفته می شود.و معمولا برای تعدادی از باندهای فرکانسی ثبت شده در پلت فرم استفاده می شود. مجموعه لندست هم اکنون از هفت باند اعم از طیف مادون قرمز با وضوح طیفی از 0،07 تا 2،1 میکرومتر بهره مند است.

- **رزولوشن رادیومتری**

تعداد پرتو های با شدت مختلف که توسط سنسور قادر به تشخیص است.

- **وضوح زمانی**

.

تصحیح رادیومتری

تصحیح رادیومتری مقیاس پیکسلی ای جی را به مقیاس تک رنگ از 0 تا 255 و درخشندگی واقعی تبدیل می کند.

تصحیح توپوگرافی

در کوه های ناهموار،نور دریافتی از هر پیکسل بطور قابل توجهی متفاوت است. هدف از تصحیح توپوگرافی از بین بردن اثر بازتاب و بهبود درخشندگی اشیاء در شرایط افقی است. این فرض کمی نرم افزار سنجش از راه دور است.

نرم افزارهای سنجش از دور:

سنجش از دور از طریق برنامهای کامپیوتری که داده های آن را تجزیه وتحلیل می کنند شناخته می شود. .تعداد زیادی برنامه های کاربردی منبع باز و اختصاصی وجود دارد که به پردازش داده های سنجش از دور می پردازند. با توجه به تحقیقات های گروه NOAA پر استفاده ترین نرم افزارها در میان گروه های دانشگاهی آسیایی در سنجش از دور به شرح زیر است:

ERDAS 36% (ERDAS IMAGINE 25% & ERMapper 11%)

ESRI 30%

ITT Visual Information Solutions ENVI 17%

MapInfo 17%

دیگر نرم افزارهای مهم سنجش از راه دور شامل:

TNTmips from MicroImages

PCI Geomatica made by PCI Geomatics

IDRISI from Clark Labs

Image Analyst from Intergraph

RemoteView made by Overwatch Textron Systems

Dragon/ips

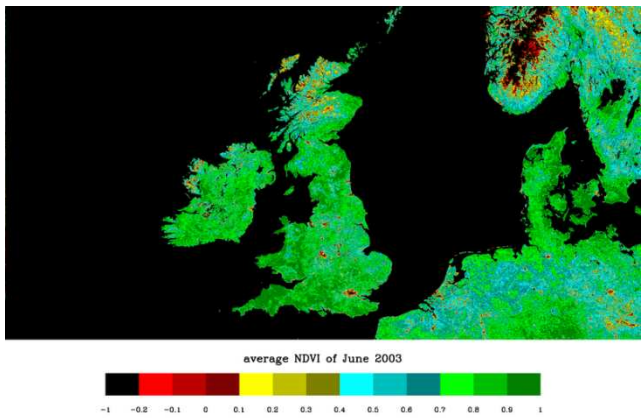
و از برنامه های کد باز:

GRASS GIS, ILWIS, QGIS, OSSIM, Opticks (software), Orfeo .toolbox, and TerraLook

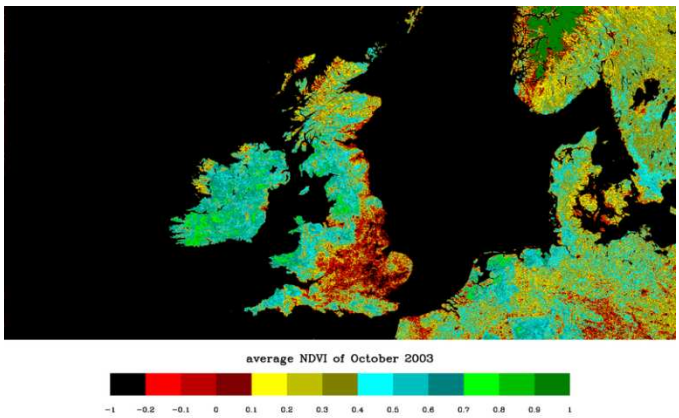
شاخص ها:

شاخص نرمال تفاوت پوشش گیاهی(NDVI)(Normalized Difference Vegetation Index)

شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) یک شاخص ساده گرافیکی است که می تواند برای تجزیه و تحلیل اندازه گیری سنجش از دورمورد استفاده قرار گیرد ،این شاخص به طور معمول اما نه لزوما همیشه از یک پایگاه واقع در خارج از جو صورت میگیرد، و ارزیابی اینکه آیا هدف در حال مشاهده شامل پوشش گیاهی سبز زنده است یا نه را نشان میدهد.



NDVI در ماه ژوئن از جزایر بریتانیا (NOAA AVHRR)



NDVI در ماه اکتبر بیش از جزایر بریتانیا (NOAA AVHRR)

VCI (شاخص شرایط پوشش گیاهی) و PCI (شاخص وضعیت بهره وری)

دو شاخص نسبی VCI و VPI پیشرفت توده سبز در طول سال و سطح سبزی در مقایسه با سال های تاریخی را منعکس خواهدکرد. دامنه زمانی مورد استفاده هر ده سال خواهد بود . این دو شاخص برای سری NDVI NOAA و VGT در سطح پیکسل محاسبه می شود.

SAVI (شاخص خاک تعدیل شده پوشش گیاهی)

" شاخص خاک تعدیل شده پوشش گیاهی " و یا SAVI برای اولین بار توسط (Huete 1988) پیشنهاد شد و به عنوان یک جایگزین برای NDVI معرفی شد، دلیلش آن است که حساسیت کمتری نسبت به تغییرات در انعکاس(σ) پس زمینه خاک دارد. SAVI برای مناطق با پوشش گیاهی سبز به ویژه با پوشش گیاهی کم استفاده می شود.