

CONOCER NUESTRO PLANETA

Luis Fernando Martínez Sánchez

El efecto invernadero, el agujero de la capa de ozono, la deforestación, la lluvia ácida, la polución, la contaminación de los océanos... Hacia el final del siglo XX la humanidad se enfrenta a problemas medioambientales que requieren decisiones políticas a nivel internacional. Estas decisiones deben basarse en la determinación exacta de las condiciones actuales, el reconocimiento de las razones de los cambios del medio ambiente y las previsiones de futuros comportamientos. La tecnología espacial puede contribuir a resolver este problema. Desde una vista de pájaro puede proporcionar datos sobre el sistema ecológico de la Tierra, a partir de los cuales pueden inferirse evoluciones a largo plazo y verificarse modelos climáticos.

INTRODUCCIÓN

La teledetección se define como la adquisición de información sobre un objeto sin estar en contacto físico con él. Esta información es adquirida mediante la detección y medida de los cambios que el objeto provoca en el campo que lo rodea, sea electromagnético, acústico o potencial, lo que incluye un campo electromagnético emitido o reflejado por el objeto, ondas acústicas reflejadas o perturbadas por él o campos potenciales magnéticos debidos a su presencia.

Sin embargo el término teledetección se usa principalmente en relación a técnicas electromagnéticas de adquisición de información. Estas técnicas cubren por completo el espectro elec-

tróico, desde las ondas de radio de baja frecuencia pasando por las microondas, las regiones milimétricas, el infrarrojo lejano y cercano, el visible, el ultravioleta, los rayos X y los gamma, hasta los rayos cósmicos.

Nos centraremos principalmente en el espectro de microondas, que comprende frecuencias desde 1 a 100 GHz, o bien longitudes de onda desde 30 cm a 3 mm, y cuyas bandas se denominan: P, L, S, C, X, Ku, K, Ka, Q, V, y W -siendo estas tres últimas bandas milimétricas-. Las razones que justifican esta elección son las siguientes:

- atraviesan las nubes (lo que resulta absolutamente necesario

- para la obtención de datos sobre los bosques tropicales que, al estar siempre cubiertos por capas de nubes y formaciones de niebla, en el pasado habían escapado de la observación de satélites ópticos)

- no dependen de la iluminación solar (podemos utilizarlos las 24 horas del día)

- son capaces de penetrar vegetación, nieve y el subsuelo, dependiendo de la longitud de onda usada

- su alta sensibilidad a parámetros como distancia, humedad o viento

- suministran información complementaria a otras técnicas

- permiten una iluminación coherente, polarimétrica

Dentro de este ámbito de la teledetección, la que usa frecuencias den-

tro del espectro de las microondas, podemos distinguir entre dos tipos de técnicas:

- Técnicas Activas: son radares transmisores-receptores que aportan la iluminación. Tenemos radares de imagen -dentro de los cuales se encuentran los radares de apertura sintética o SAR-, dispersómetros y altímetros. Dan lugar a la llamada teledetección radar.

- Técnicas Pasivas: miden la radiación natural emitida por los cuerpos, ya sea por reflejo de la proveniente del Sol

- o debido a tener una temperatura mayor que el cero absoluto. Encontramos aquí los radiómetros, que son receptores de altísima sensibilidad.



Vista en perspectiva de la superficie construida por combinación de una imagen del satélite Landsat y una base topográfica digital.

U s a n d o

sensores activos controlamos totalmente el proceso de medida, pudiendo enviar la señal de la forma que nos interese para observar su comportamiento cuando incida sobre el objeto, mientras que con los sensores pasivos dependemos de factores externos como la presencia del Sol o la ausencia de nubes.

Paralelamente, el desarrollo de satélites está permitiendo la adquisición de información completa y detallada sobre los planetas, incluyendo la Tierra, y su medio ambiente. Los sensores montados en satélites que orbitan alrededor de la Tierra proporcionan información sobre estructuras globales y dinámica de las nubes, cubierta vegetal y sus variaciones estacionales, estructuras morfológicas de la superficie, temperatura superficial de

LUIS FERNANDO MARTÍNEZ SÁNCHEZ es proyectista del grupo AMRC en el desarrollo de un dispersómetro polarimétrico de banda ultraancha.

los océanos y vientos superficiales. La capacidad de cobertura a gran velocidad del satélite permite monitorizar los fenómenos de rápida variación, particularmente en la atmósfera. Sus características de larga duración y repetibilidad permiten observar los cambios estacionales, anuales y a más largo plazo de, por ejemplo, las placas de hielo polares, la expansión de los desiertos y la deforestación tropical. La cobertura de grandes extensiones simultáneamente nos sirve para la observación y el estudio de características regionales y continentales como los contornos de placas tectónicas y las cadenas montañosas.

Los sensores montados en sondas espaciales (orbitales y viajeras) nos proveen de información similar sobre los planetas y objetos del sistema solar. En los últimos años de la década de los ochenta todos los planetas del sistema solar, excepto Plutón, habían sido visitados y sus

Las imágenes bidimensionales son necesarias cuando se necesita información espacial de alta resolución, como en el caso de mapas de superficies y estructuras, tanto naturales como producidas por el hombre, o cuando se requiere una visión sinóptica instantánea, como en el caso de observaciones meteorológicas. Estas imágenes pueden ser adquiridas en extensas regiones del espectro electromagnético y con una amplia selección de anchos de banda. Los sensores de imagen pueden trabajar en las microondas, el infrarrojo, el visible y el ultravioleta, usando detectores electrónicos y fotográficos. Las imágenes son adquiridas mediante el uso de iluminación activa, como radares o láseres; iluminación solar, como en el ultravioleta, el visible y el infrarrojo cercano; o emisión desde la superficie, como en el infrarrojo térmico, emisión de microondas y los rayos X y gamma.

Los espectrómetros se usan para detectar, medir y cartografiar el contenido espectral del campo electromagnético incidente. Este tipo de información representa

En ciertas aplicaciones los aspectos espaciales y espaciales son menos importantes, y la información que necesitamos está principalmente contenida en la medida precisa de la onda electromagnética sobre una amplia región del espectro. Los sensores correspondientes, llamados radiómetros, son usados en la medida de perfiles de temperatura atmosférica y de las superficies oceánicas. Una clase de radiómetros, los de imagen, son utilizados para representar espacialmente la variación de estos parámetros. En teledetección activa de microondas se usan dispersómetros para medir con exactitud el campo dispersado cuando la superficie es iluminada por una señal incidente, lo que se aplica a la medición de la constante dieléctrica y la rugosidad de un suelo, o la velocidad del viento estudiando las olas capilares que se forman sobre una superficie marina, por ejemplo. Un tipo especial de radiómetro es el polarimétrico, en el que la información clave está incluida en la polarización de la onda transmitida, reflejada o dispersada. La característica polarimétrica de la iluminación reflejada o dispersada proporciona información sobre propiedades físicas

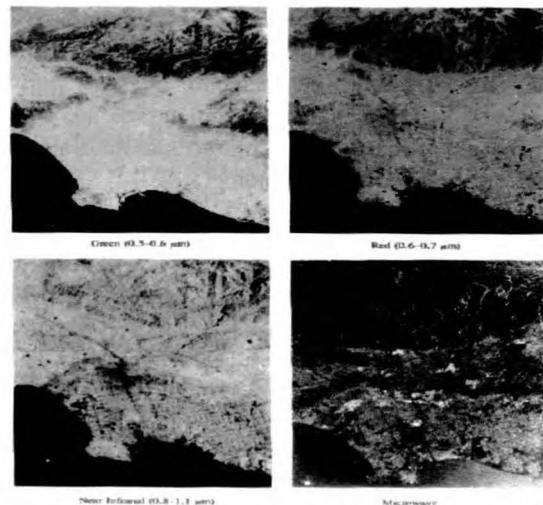


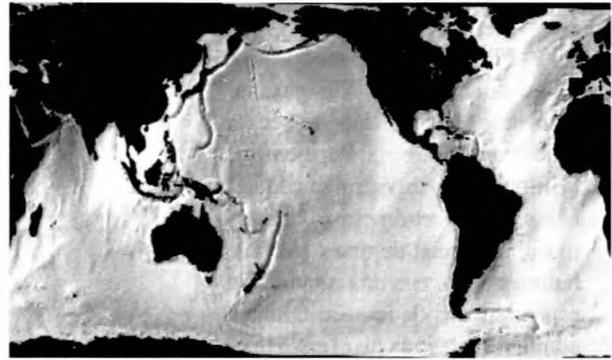
Imagen multiespectral de Los Ángeles adquirida en el visible, el infrarrojo y la región de microondas. Podemos observar que cada una de las bandas pone de relieve un tipo de detalles diferente.

propiedades detectadas a distancia por sofisticados sensores espaciales. El estudio comparativo de las propiedades de los planetas está proporcionando nuevos puntos de vista respecto a la formación y la evolución de nuestro sistema solar.

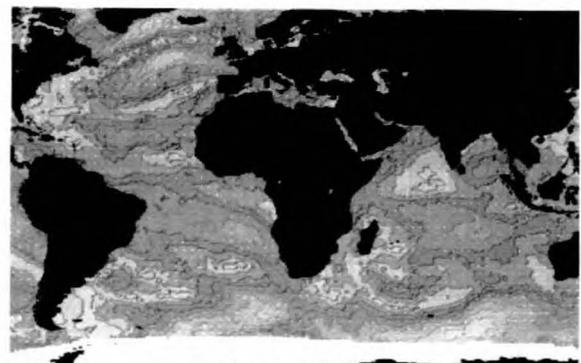
TIPOS DE DATOS Y SENSORES DE TELEDETECCIÓN

El tipo de datos adquiridos por teledetección es dependiente del tipo de información que se desee, así como del tamaño y la dinámica del objeto o fenómeno que se está estudiando.

un papel clave en la identificación de la composición química del objeto en observación, sea una superficie planetaria o una atmósfera. En el caso de estudiar superficies tanto la información espacial como la espectral son esenciales, lo que nos lleva a necesitar espectrómetros de imagen.

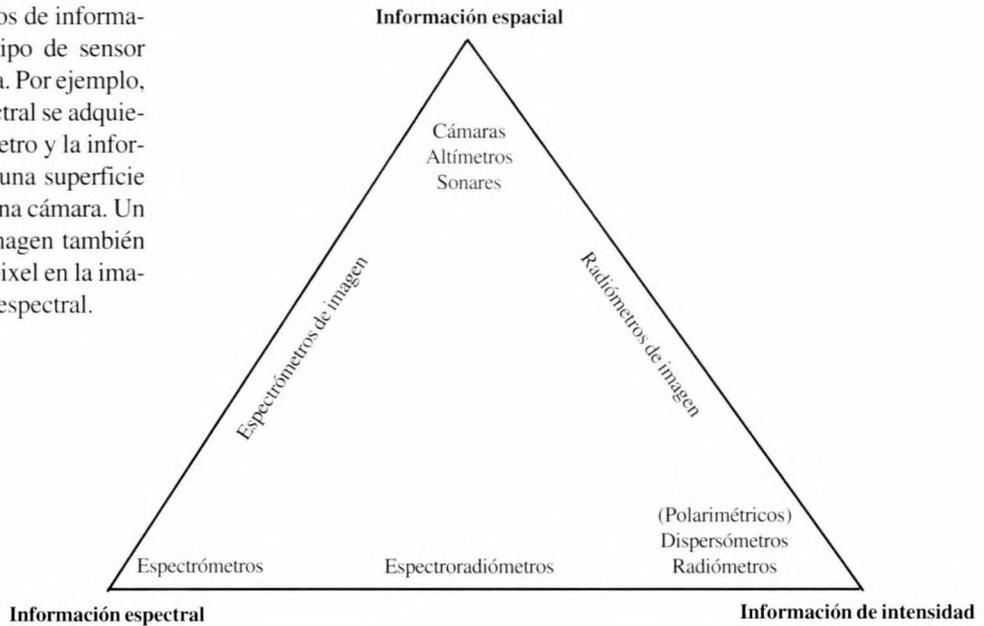


Topografía media del océano derivada de las medidas del altímetro del Seasat.



Vientos medios en la zona del Atlántico, según el dispersómetro del satélite Seasat, entre el 6 y el 8 de septiembre de 1978.

Figura 1. Diagrama que ilustra los diferentes tipos de información deseada y el tipo de sensor usado para adquirirla. Por ejemplo, la información espectral se adquiere con un espectrómetro y la información espacial de una superficie bidimensional con una cámara. Un espectrómetro de imagen también adquiere para cada pixel en la imagen la información espectral.



sicas de superficies y atmósferas planetarias.

En un cierto número de aplicaciones la información requerida está fuertemente asociada a las características espaciales tridimensionales y a la localización del objeto. En ese caso se usan altímetros para cartografiar la topografía de la superficie y sondas en el caso de estructuras del subsuelo, o para cartografiar parámetros atmosféricos (temperatura, composición, presión) en función de la altitud.

La figura 1 esquematiza todo lo expuesto en esta sección.

Así pues tenemos distintos elementos a estudiar:

- el cambio de polarización de la señal recibida respecto de la emitida y su nivel nos da información sobre la rugosidad, estructura geométrica, morfología y constante dieléctrica del objeto en estudio.

- el tiempo que tarda el eco de la señal emitida en llegar y su contenido espectral permiten calcular la posición y velocidad del objeto.

- en la región milimétrica y de infrarojos podemos determinar la naturaleza y concentración de sus elementos constituyentes; en el visible y en la región del infrarojo cercano estudiaremos su composición química y, eventualmente, su estructura cristalina; observando el espectro de rayos X y gamma obtendremos

características de la estructura atómica y nuclear del objeto.

En conclusión, la teledetección es uno de los mayores logros tecnológicos de la exploración del espacio. Nos permite observar y monitorizar la superficie terrestre y la atmósfera de un modo global y continuo, transformando nuestro conocimiento de nuestro mundo y del funcionamiento de su medio ambiente, lo que nos puede permitir prevenir catástrofes naturales a pequeña y gran escala. También nos ha mostrado por primera vez imágenes cercanas de nuestros

planetas vecinos y nos han ayudado a comprender la naturaleza de su entorno, ensanchando nuestros horizontes de conocimiento de una manera espectacular y única en la historia de la tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

ELACHI, C., *Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing*, JOHN WILEY & SONS, 1987

ELACHI, C., *Spaceborne Radar Remote Sensing: Applications and Techniques*, NEW YORK, NY: IEEE PRESS, 1988



Imagen pasiva de microondas de la capa de hielo antártica, obtenida con un radiómetro embarcado en un satélite. La gama de grises representa la temperatura de brillo de la superficie.