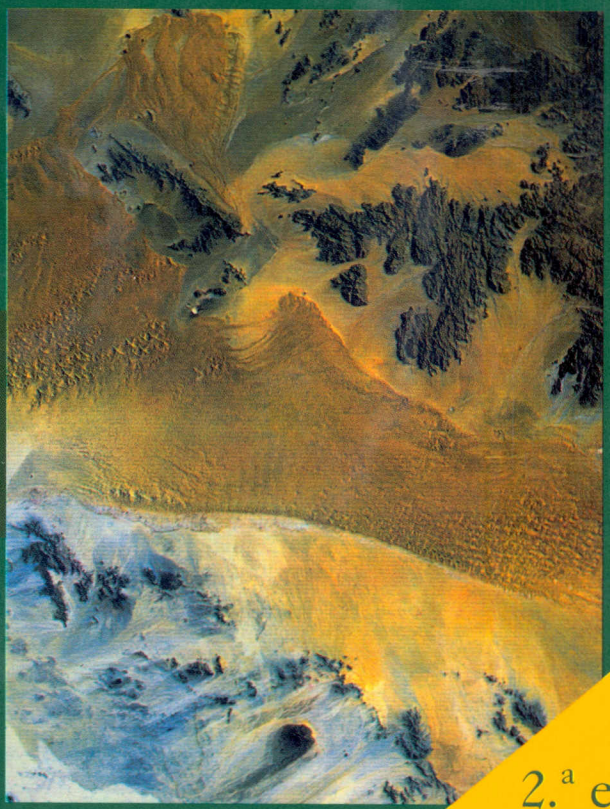
9879
C:

Emilio Chuvieco Salinero

Teledetección ambiental

La observación de la Tierra desde el Espacio



CONTIENE CD-ROM

Ariel Ciencia

2.ª ed. actualizada

ÍNDICE

Presentación 13

PRIMERA PARTE

LA OBTENCIÓN DE LA IMAGEN

CAPÍTULO 1. **Nociones introductorias** 17
1. Definición y objetivos 17
2. Un poco de historia 20
3. Desarrollo actual 25
4. Aspectos legales de la teledetección 31
5. Las ventajas de la observación espacial 33
   5.1. Cobertura global y exhaustiva de la superficie terrestre 33
   5.2. Perspectiva panorámica 35
   5.3. Observación multiescala 35
   5.4. Información sobre regiones no visibles del espectro 35
   5.5. Cobertura repetitiva 36
   5.6. Transmisión inmediata 37
   5.7. Formato digital 37
6. Fuentes bibliográficas 39

CAPÍTULO 2. **Principios físicos de la teledetección** 41
1. Fundamentos de la observación remota 41
2. El espectro electromagnético 44
3. Términos y unidades de medida 46
4. Principios y leyes de la radiación electromagnética 48
5. El dominio óptico del espectro 50
   5.1. Características de la radiación energética en el espectro óptico 50
   5.2. Comportamiento espectral de la vegetación en el espectro óptico 57
   5.3. El suelo en el espectro óptico 60
   5.4. El agua en el espectro óptico 62
   5.5. Bibliotecas espectrales 64
6. El dominio del infrarrojo térmico 65
   6.1. Características de la radiación energética en el infrarrojo térmico 65
   6.2. Comportamiento espectral de la vegetación en el infrarrojo térmico 67
   6.3. Los suelos y el agua en el dominio térmico 68
7. La región de las micro-ondas 69
   7.1. Características de la radiación energética en la región de las micro-ondas 69

7.2. Características de la vegetación en la región de las micro-ondas 76
7.3. Características del suelo y el agua 77
8. Interacciones de la atmósfera con la radiación electromagnética 79
8.1. Absorción atmosférica 80
8.2. Dispersión atmosférica 81
8.3. Emisión atmosférica 83

CAPÍTULO 3. **Sensores y satélites de teledetección** 85
1. Tipos de sensores 85
2. Resolución de un sistema sensor 86
2.1. Resolución espacial. 86
2.2. Resolución espectral 88
2.3. Resolución radiométrica 91
2.4. Resolución temporal 91
2.5. Resolución angular 93
2.6. Relaciones entre los distintos tipos de resolución 94
3. Sensores pasivos. 95
3.1. Cámaras fotográficas 96
3.2. Exploradores de barrido 102
3.3. Exploradores de empuje 105
3.4. Cámaras de vídeo. 106
3.5. Radiómetros de micro-ondas. 107
4. Sensores activos 108
4.1. Radar 108
4.2. Lidar 116
5. Plataformas de teledetección espacial 118
5.1. El programa Landsat 119
5.1.1. Características orbitales 120
5.1.2. Instrumentos de observación. 123
5.1.3. El futuro del programa Landsat 127
5.2. El satélite SPOT. 128
5.3. El programa IRS 131
5.4. Satélites comerciales de alta resolución 133
5.5. Tiros-NOAA 135
5.6. Satélites meteorológicos geoestacionarios 137
5.7. Terra. 139
5.8. DMSP 143
5.9. ERS-Envisat 143
5.10. Radarsat 145
5.11. Otros programas de observación terrestre 146
5.11.1. Programas con sensores radar 147
5.11.2. Programas con sensores ópticos 148
5.11.3. Programas con sensores hiperespectrales 150

SEGUNDA PARTE

LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

CAPÍTULO 4. **Bases para la interpretación de imágenes de teledetección** 155
1. Limitaciones para el empleo de la teledetección 156

2.2.3. Método no supervisado 383
2.2.4. Métodos mixtos 387
2.2.5. Análisis de las estadísticas de entrenamiento 388
2.3. Fase de asignación 394
2.3.1. Clasificador de mínima distancia 394
2.3.2. Clasificador de paralelepípedos 396
2.3.3. Clasificador de máxima probabilidad 397
2.3.4. Clasificadores en árbol 404
2.3.5. Clasificadores basados en el contexto espacial 407
2.3.6. Redes neuronales 412
2.3.7. Clasificación borrosa 417
2.4. Obtención y presentación de resultados 421
2.4.1. Productos cartográficos 422
2.4.2. Productos estadísticos 423
3. Técnicas de análisis multitemporal 424
3.1. El factor tiempo en los estudios de teledetección espacial 424
3.2. Requisitos previos para el análisis multitemporal 427
3.2.1. Ajuste geométrico 427
3.2.2. Homogeneización radiométrica 429
3.3. Técnicas para el análisis estacional 431
3.4. Técnicas para la detección de cambios 434
3.4.1. Composiciones de color multitemporales 435
3.4.2. Diferencia entre imágenes 436
3.4.3. Cocientes multitemporales 437
3.4.4. Componentes principales 439
3.4.5. Regresión 442
3.4.6. Vectores multitemporales 445
3.4.7. El problema de delimitar los umbrales 447
3.4.8. Análisis multitemporal de imágenes clasificadas 449
4. Determinación de la estructura espacial del territorio: la imagen como mosaico paisajístico 453
4.1. Teledetección y ecología del paisaje 453
4.2. Técnicas para medir la estructura espacial de una imagen 454
4.2.1. Medidas de la variación espacial en imágenes de intervalo 454
4.2.2. Medidas de la variación espacial en imágenes clasificadas 462
4.2.3. Dinámica de la estructura espacial del paisaje 467

CAPÍTULO 8. **Verificación de resultados** 473
1. Necesidad de verificar resultados 473
2. Medidas de la fiabilidad 474
3. Fuentes de error en una clasificación temática 476
3.1. Limitaciones del sensor 477
3.2. Métodos de análisis 477
3.3. Estructura del territorio 478
3.4. Proceso de verificación 480
4. Diseño del muestreo para la verificación 482
4.1. Distribución de la información 482
4.2. Unidad de muestreo 483
4.3. Tipos de muestreo 483
4.4. Tamaño de la muestra 486

INTI - CONSTRUCCIONES
BIBLIOTECA

5. Recogida de la información 488
6. Medidas del error para variables continuas 491
7. Medidas del error para imágenes clasificadas 492
7.1. La matriz de confusión 492
7.2. Fiabilidad global 494
7.3. Fiabilidad del usuario y del productor 495
7.4. El estadístico kappa 497
7.5. Normalización de la matriz de confusión 499
8. Verificación de análisis multitemporales 500

CAPÍTULO 9. **Teledetección y sistemas de información geográfica** 503
1. Necesidad de los SIG 503
2. Paralelismo y convergencia 505
3. Requisitos técnicos comunes 507
4. Los SIG como apoyo a la teledetección 508
5. La teledetección como fuente de datos para un SIG 510
5.1. El acceso a la información geográfica 510
5.2. Fase de inventario 511
5.3. El problema de la actualización 513
6. Integración de imágenes en un SIG 513
7. Ejemplos de conexión entre la teledetección y los SIG 519

Referencias bibliográficas 525

ANEXOS

1. **Abreviaturas utilizadas en el texto** 565

2. **Glosario** 569

3. **Índice temático** 575

4. **Fuentes adicionales de información** 579

5. **Situación y características de las imágenes utilizadas en los capítulos 6 y 7** . 583