



INSEGNAMENTO: Telerilevamento Ambientale

DOCENTE: Valerio Tramutoli

e-mail valerio.tramutoli@unibas.it

Lingua di insegnamento	italiano	Inglese
------------------------	----------	---------

n. CFU: 9	A.A.: 2013/2014	sede: Potenza	Semestre: secondo
-----------	-----------------	---------------	-------------------

CONTENUTI

Principi fisici e nozioni di base del telerilevamento; osservazione della superficie terrestre in banda ottica; interazione della radiazione elettromagnetica con la superficie e l'atmosfera terrestre; strumenti e tecniche di telerilevamento in banda ottica; metodi e tecniche per il trattamento di immagini digitali; esercitazioni di laboratorio finalizzate all'uso dei principali strumenti per l'analisi di dati di osservazioni della Terra ed alla pratica di software e moduli applicativi per l'elaborazione di immagini satellitari multispettrali. Applicazione di tecniche satellitari attive e passive al monitoraggio dei rischi naturali e ambientali; scelta appropriate delle tecnologie; scelta degli strumenti analisi costi-benefici.

METODI DIDATTICI

Lezioni frontali - Esercitazioni teorico-pratiche – Seminari da parte di esperti italiani e stranieri - Messa a punto e presentazione pubblica di Progetti a potenziali utenti della PA e privati.

TESTI DI RIFERIMENTO

K. N. Liou An Introduction to Atmospheric Radiation - Second Edition – Academic Press (2002, 1980)

R. P. Gupta Remote Sensing Geology, Springer & Verlag, (1991).

W.G. Rees, Physical Principles of Remote Sensing, Cambridge University Press (1990)

Copia delle slides presentate durante le lezioni

Altri testi consigliati:

P.J. Curran, Principle of Remote Sensing, Longmann (1985).

J.B. Campbell Introduction to Remote Sensing, Taylor & Francis (1996)

N. M. Short The Remote Sensing Tutorial Edited by Jon Robinson: disponibile in biblioteca come iper-testo su CD-ROM e consultabile sul sito internet della NASA:
<http://code935.gsfc.nasa.gov/Tutorial/TofC/Coverpage.html>

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso punta a fornire una conoscenza approfondita degli elementi di base del telerilevamento ed a sviluppare autonome capacità di valutazione delle possibili applicazioni nel campo del monitoraggio e della mitigazione dei principali rischi naturali ed ambientali.

PREREQUISITI nessuno

MODALITA' DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO. Due prove pratiche di laboratorio intercorso, preparazione e presentazione di un progetto applicativo a fine corso, prova orale finale.

PROGRAMMA ESTESO

Introduzione al corso: principi fisici e nozioni di base

1. Definizione e breve storia del remote sensing.
 2. Richiami di elettromagnetismo. Regioni dello spettro della radiazione e.m.
 3. Misura della radiazione e.m. e grandezze radiometriche fondamentali: radianza, irradianza, potenza radiante, brillantezza, emittanza, luminosità.
 4. Decadimento dell'emittanza con il quadrato della distanza dalla sorgente
 5. Radiazione di corpo nero. Legge di Planck.
 6. Concetti di emissività e di temperatura di brillantezza.
 7. Legge dello spostamento di Wien. Legge di Planck nel dominio delle frequenze.
 8. Approssimazione di Rayleigh-Jeans. Approssimazione di Wien.
 9. Interazione della radiazione elettromagnetica con la superficie terrestre.
 10. Interazione radiazione-materia. Concetto di Trasmissione, Assorbimento, Riflettanza.
 11. Legge di Kirchhoff. Relazione emissività-riflettanza per corpi opachi.
 12. Interazione radiazione-materia nel visibile, oltre il visibile.
 13. Curve di risposta spettrale, firme spettrali di suoli, vegetazione, acqua.
 14. Lettura di firme spettrali della vegetazione.
-



-
15. Principio base dell'osservazione multispettrale.
 16. Superfici lambertiane e speculari. Funzione di distribuzione della riflettanza bidirezionale (BRDF). Fattore di riflettanza bidirezionale (BRF).
 17. Esercitazioni teorico-pratiche in laboratorio: caratterizzazione spettro-radiometrica di corpi neri e di altre sorgenti.
 18. Esercitazioni teorico-pratiche: misura in laboratorio di firme spettrali in riflettanza di vegetazione, minerali e materiali artificiali
 19. Interazione radiazione materia alla superficie di corpi opachi. Criterio di Reyleigh per la rugosità.
 20. Spettroscopia atomica. Spettri di emissione e di assorbimento. Spettro dell'atomo di idrogeno.
 21. L'atomo di Bohr e la previsione dei termini spettroscopici degli atomi. Spettri molecolari (cenni).
 22. Spettri di minerali e rocce in riflettanza ed emissività.
 23. Composizione di firme spettrali (linear mixing).
 24. Spiegazione teorica e generalizzazione del principio base dell'osservazione multispettrale.
 25. Sorgenti naturali per l'osservazione della Terra dallo spazio: il Sole, la Terra.
 26. Tecniche attive e passive di telerilevamento.
 27. Tecniche SAR (cenni)
- Interazione della radiazione elettromagnetica con l'atmosfera terrestre.
28. Struttura e composizione chimico-fisica dell'atmosfera terrestre.
 29. Interazione radiazione-materia in atmosfera. Scattering di Rayleigh e di Mie (cenni).
 30. Finestre spettrali per l'osservazione della superficie terrestre in condizioni standard e variabili.
 31. Estinzione della radiazione e.m. in atmosfera. Sezione d'urto di estinzione, di assorbimento, di scattering.
 32. Sezione d'urto per unità di massa. Coefficiente di assorbimento. Funzione di sorgente.
 33. Equazione generale del trasferimento radiativo.
 34. Legge di Beer-Bouguer-Lambert. Cammino ottico.
 35. Equazione di Schwarzschild e sue soluzioni nel caso di radianze nadirali. Spessore ottico.
 36. Allargamento delle righe spettrali in funzione della pressione (altezza) in atmosfera (cenni)
 41. Penetrazione delle onde e.m. nella materia. Indice di rifrazione complesso. Lunghezza di attenuazione.
 42. Interazione della radiazione e.m. in atmosfera: le nubi meteorologiche.
 43. Bande spettrali diagnostiche della presenza di nubi e per distinguerle dalle coperture nevose .
- Strumenti e Tecniche di Telerilevamento in banda ottica
44. Sistemi satellitari per l'osservazione della Terra. Segmento spaziale e Segmento terrestre
 45. Orbite polari e geostazionarie.
 46. Orbite non-ruotanti. Orbite eliosincrone. Orbite di Molnyia.
 47. Equazione del razzo e messa in orbita di un satellite: carico utile.
 48. Orbite reali. Tempo di vita di un satellite per decadimento delle orbite.
 49. Elementi di forza e di debolezza dell'osservazione da satellite polare e geostazionario. Costellazioni satellitari.
 50. Radiometri. Radianza al sensore e rapporto S/R.
 51. Vantaggi e svantaggi dei sistemi attivi e passivi.
 52. Calibrazione di un sensore passivo.
 53. Sistemi a immagine optomeccanici. CCD lineari. Whiskbroom scanners.
 54. Across track scanning. Relazione tra parametri orbitali (V/H) e velocità di scansione.
 55. Along Track scanning. CCD bidimensionali: pushbroom scanners.
 56. Vantaggi e svantaggi dell'acquisizione along-track e across-track.
 57. Scansione da piattaforma geostazionaria.
 58. Costruzione di immagini digitali
 59. Risoluzione spaziale, spettrale, temporale e radiometrica di un sensore
 60. Interdipendenza fra risoluzione spaziale, spettrale e temporale di un sensore a S/R fissato.
 61. Le principali missioni satellitari: l'alta e altissima risoluzione spaziale
 62. Le principali missioni satellitari: l'alta e altissima risoluzione temporale.
 63. Scelta dei sensori: competizione tra risoluzione spaziale, spettrale e temporale.
- Trattamento ed interpretazione di dati telerilevati.
-
64. Definizione di immagine digitale multispettrale. Pre-processamento di immagini digitali.
-



-
-
65. Calibrazione: retta di calibrazione. Calibrazione in volo di sensori nell'infrarosso termico.
 66. Correzione delle radianze al sensore per gli effetti dell'atmosfera. Navigazione di immagini satellitari.
 67. Scatterogramma.
 68. Classificazione di immagini satellitari: classificazione supervisionata
 69. Classificazione non supervisionata.
 - Telerilevamento nei Rischi Naturali e Ambientali: metodi e applicazioni.
 70. Concetti di firma spettrale, spaziale, temporale, di intensità. Indici di vegetazione e NDVI
 71. Esempi di utilizzo dell'osservazione da aereo e l'alta risoluzione spettrale per l'identificazione di affioramenti di Serpentinite nell'area del Parco Nazionale del Pollino.
 72. Applicazione di tecniche robuste di classificazione supervisionata: Spectral Angle Mapper
 73. Utilizzo integrato di firme spaziali e spettrali. Esempio: censimento dei Pini Loricati nell'area del parco nazionale del Pollino.
 74. Firme temporali: mapping di aree inondate.
 75. Tecniche satellitari (split window) per la stima della temperatura superficiale del mare (SST) e del suolo (LST).
 76. Dipendenza della funzione di Planck dalla temperatura nel MIR e nel TIR per celle al suolo parzialmente interessate da incendi.
 77. Rapporto tra risoluzione spaziale e risoluzione radiometrica: dimensioni minime dell'hot spot rilevabile.
 78. Firme di intensità (identificazione degli incendi boschivi)
 79. Applicazione di tecniche satellitari integrate alla previsione e/o monitoraggio di eventi estremi (inondazioni, eruzioni vulcaniche, terremoti, etc.).
 80. Firme di intensità. Principali tecniche per il monitoraggio dell'attività vulcanica.
 81. Utilizzo integrato di firme temporali e di intensità. Esempio: tecniche robuste per il monitoraggio dell'attività termica vulcanica, delle nubi eruttive, degli sversamenti di idrocarburi a mare, dell'emissione termica terrestre in corrispondenza di forti terremoti.
 82. Scelta appropriata delle tecnologie in un contesto operativo. Studio di fattibilità e analisi costo/benefici. Esempio: perimetrazione delle aree percorse da incendi ai fini della L. 353/2000.
 - Esercitazioni teorico pratiche e di laboratorio
 83. Misura in laboratorio della radiazione di corpo nero e stima della temperatura della sorgente dalla Legge di Wien
 84. Misura in laboratorio di firme spettrali in riflettanza di vegetazione, minerali e superfici artificiali.
 85. Moltiplicazione di curve di risposta spettrale.
 86. Raffronto grafico di curve spettrali di vegetazione (riconoscimento di condizioni di stress idrico e/o di malattia).
 87. Calcolo dell'NDVI su immagini MODIS e caratterizzazione di nubi, acqua e coperture di suolo vegetate e non vegetate.
 88. Calcolo della immagine differenza delle temperature di brillanza a 11 e 12 micron per la discriminazione di nubi meteorologiche da nubi eruttive e tempeste di sabbia.
 89. Calcolo della funzione di Planck e verifica della legge di Wien
 90. Analisi delle firme spettrali di oceano, suoli e nubi da immagini muti spettrali MODIS

ALTRE INFORMAZIONI



COURSE: Remote Sensing of the Environment

TEACHER: Valerio Tramutoli

e-mail valerio.tramutoli@unibas.it

LANGUAGE	italian	english
----------	---------	---------

ECTS: 9	ACADEMIC YEAR 2013/2014	Campus: Potenza	Semester: second
---------	-------------------------	-----------------	------------------

TOPICS

Fundamental physical principles of remote sensing; observations of the Earth's surface in the optical band; interaction of electromagnetic radiation with the Earth's surface and atmosphere; tools and techniques of remote sensing in the optical band; methods and techniques for the processing of digital images; lab exercises on the use of the main Earth observation data analysis tools; practice of software for multispectral satellite images processing. Application active and passive satellite techniques for monitoring natural and environmental risks; appropriate choice of technologies/instruments, cost-benefit analysis.

TEACHING METHODS

Lectures - Theoretical and practical tutorials - Seminars by Italian and foreign experts - Projects development and public presentation to potential users of the public administration and private companies.

TEXTBOOKS

K. N. Liou An Introduction to Atmospheric Radiation - Second Edition – Academic Press (2002, 1980)

R. P. Gupta Remote Sensing Geology, Springer & Verlag, (1991).

W.G. Rees, Physical Principles of Remote Sensing, Cambridge University Press (1990)

Slides of lectures and seminars

Additional textbooks:

P.J. Curran, Principle of Remote Sensing, Longmann (1985).

J.B. Campbell Introduction to Remote Sensing, Taylor & Francis (1996)

N. M. Short The Remote Sensing Tutorial Edited by Jon Robinson: available in the SI library on CD-ROM and at <http://code935.gsfc.nasa.gov/Tutorial/TofC/Coverpage.html>

LEARNING OUTCOMES

The course aims to provide a thorough understanding of the basic elements of remote sensing and to develop autonomous capability for evaluating potential applications in the field of monitoring and mitigation of major natural and environmental hazards.

PREREQUISITES None

EVALUATION METHODS Two lab practical tests, preparation and public discussion of a project at the end of the course, final oral examination.

DETAILED CONTENT

Introduction: physical principles and basics

1. Definition and brief history of remote sensing.
 2. Basic concepts of electromagnetism. Regions of the e.m. spectrum
 3. Measurement of e.m radiation. Concepts of radiance, irradiance, radiant power, brightness, emittance, etc.
 4. Decay of the emittance with the square of distance from the source
 5. Black body radiation. Planck's law.
 6. Concepts of emissivity and brightness temperature.
 7. Wien's displacement law. Planck's law in the frequency domain.
 8. Rayleigh-Jeans approximation. Approximation of Wien.
 9. Interaction of electromagnetic radiation with the Earth's surface.
 10. Radiation-matter interaction. Concept of Transmittance, Absorbance, Reflectance.
 11. Kirchoff's law. Relation emissivity-reflectance for opaque bodies.
 12. Radiation-matter interaction in the visible, beyond the visible.
-



-
13. Spectral response curves, spectral signatures of soils, vegetation, water.
 14. Interpretation of spectral signatures of vegetation.
 15. Basic principle of multi-spectral observation.
 16. Lambertian and specular surfaces. Bidirectional reflectance distribution function (BRDF). Bidirectional Reflectance Factor (BRF).
 17. Theoretical and practical exercises in the laboratory: spectro-radiometric characterization of black bodies and other sources.
 18. Theoretical and practical exercises: laboratory measurement of spectral signatures in reflectance of vegetation, minerals and man-made materials
 19. Radiation-matter interaction at the surface of opaque bodies. Rayleigh criterion for roughness.
 20. Atomic spectroscopy. Emission spectra and absorption. Spectrum of the hydrogen atom.
 21. The Bohr atom and the prediction of spectroscopic terms of atoms. Molecular spectra (features).
 22. Spectra of minerals and rocks in reflectance and emissivity.
 23. Composition of spectral signatures (linear mixing).
 24. Theoretical explanation and generalization of the basic principle of multi-spectral observation.
 25. Natural sources for observing the Earth from space: the Sun, the Earth.
 26. Active and passive remote sensing techniques.
 27. SAR techniques (outline)
 - Interaction of electromagnetic radiation with the Earth's atmosphere.
 28. Structure and chemical-physical composition of Earth's atmosphere.
 29. Radiation-matter interaction in the atmosphere. Rayleigh scattering and Mie (features).
 30. Spectral windows for the observation of the Earth's surface under standard and variables conditions.
 31. Extinction of radiation e.m. in atmosphere. Cross section of extinction, absorption, scattering.
 32. Cross section per unit mass. The absorption coefficient. Source function.
 33. General equation of radiative transfer.
 34. Law of Beer-Bouguer-Lambert. Optical path.
 35. Schwarzschild equation and its solutions, in the case of nadir radiances. Optical thickness.
 36. Line broadening as a function of pressure (height) in the atmosphere (outline)
 41. Penetration of the e.m. waves in the matter. Complex refractive index. Attenuation length.
 42. Interaction of radiation e.m. in the atmosphere: meteorological clouds.
 43. Spectral bands diagnostic of the presence of clouds and of snow cover.
 - Tools and Techniques of Remote Sensing in the optical band
 44. Satellite systems for Earth observation. Space segment and ground segment
 45. Polar and geostationary orbits.
 46. Non-rotating orbits. Sun-synchronous orbits. Orbits of Molnyia.
 47. Equation of the rocket and launch of a satellite: payload.
 48. Real orbits. Life time of a satellite, orbit's decay.
 49. Strengths and weaknesses of the observation from geostationary and polar satellite. Constellations of satellites.
 50. Radiometers. Radiance to the sensor and S / N ratio
 51. Advantages and disadvantages of active and passive systems.
 52. Calibration of a passive sensor.
 53. Optomechanical image systems. linear CCD. Whiskbroom scanners.
 54. Across track scanning. Relationship between orbital parameters (V / H) and scanning speed.
 55. Along Track Scanning. Two-dimensional CCD: pushbroom scanners.
 56. Advantages and disadvantages of the acquisition along-track and across-track.
 57. Scanning from a geostationary platform.
 58. Construction of digital images
 59. Spatial, spectral, temporal and radiometric resolution of a sensor.
 60. Interdependence between spatial, spectral and time resolution of a sensor. S/N ratio.
 61. The main satellite missions: the high and very high spatial resolution
 62. The main satellite missions: the high and very high temporal resolution.
 63. Sensor selection: competition between spatial, spectral and temporal resolution.
 - Processing and interpretation of remotely sensed data.
 64. Definition of multispectral digital image. Pre-processing of digital images.
-



-
65. Calibration: calibration curve. In-flight calibration of thermal infrared sensors.
 66. Atmospheric corrections. Navigation of satellite images.
 67. Scatterogram.
 68. Classification of satellite images: supervised classification
 69. Unsupervised classification.
- Remote Sensing in Natural and Environmental Risks: methods and applications.
70. Concepts of spectral, spatial, temporal, intensity, signatures. Vegetation indices and NDVI
 71. Examples of use of the observation from aircraft and the high spectral resolution for the identification of Serpentine outcrops in the National Park of Pollino.
 72. Application of robust techniques for supervised classification: Spectral Angle Mapper
 73. Integrated use of spatial and spectral signatures. Example: mapping of Pines Loricati in the national park of Pollino.
 74. Temporal signatures: mapping of flooded areas.
 75. Satellite techniques (split window) for the estimation of sea (SST) and land (LST) surface temperature.
 76. Dependence of brightness temperatures in the MIR and TIR measured on cells partially affected by fire.
 77. Relationship between spatial resolution and radiometric resolution: minimum size of detectable hot spots.
 78. Intensity signatures (identification of forest fires)
 79. Application of integrated satellite techniques for forecasting and / or monitoring extreme events (floods, volcanic eruptions, earthquakes, etc.).
 80. Intensity signatures: main techniques for monitoring volcanic activity.
 81. Integrated use of intensity and temporal signatures. Example: robust techniques for monitoring the thermal volcanic eruption clouds, of oil spills at sea, at the Earth's thermal emission of strong earthquakes.
 82. Appropriate choice of technologies in an operational context. Feasibility study and cost / benefits. Example: delimitation of the areas hit by fire for the purposes of L. 353/2000.
- Theoretical and practical exercises and laboratory
83. Laboratory measurement of black-body radiation and temperature estimation of the source by the Law of Wien
 84. Laboratory measurement of reflectance spectral signatures of vegetation, minerals and artificial surfaces.
 85. Multiplication of spectral response curves.
 86. Comparison graph of spectral curves of vegetation (recognition of water stress conditions and / or disease).
 87. Calculation of NDVI MODIS images and characterization of clouds, water and vegetated and non vegetated soils.
 88. Calculation of the difference image of the brightness temperatures at 11 and 12 microns for the discrimination of meteorological clouds from eruptive clouds and sandstorms.
 89. Planck function calculation and verification of the Wien's law.
 90. Analysis of spectral signatures of ocean, land and clouds from MODIS spectral images.
-

OTHERS INFORMATION
