



DATI SATELLITARI

Introduzione teorica e pratica

Per applicazioni Python & Machine Learning

SOMMARIO

Tipo di dati

SAR

Multispettrali

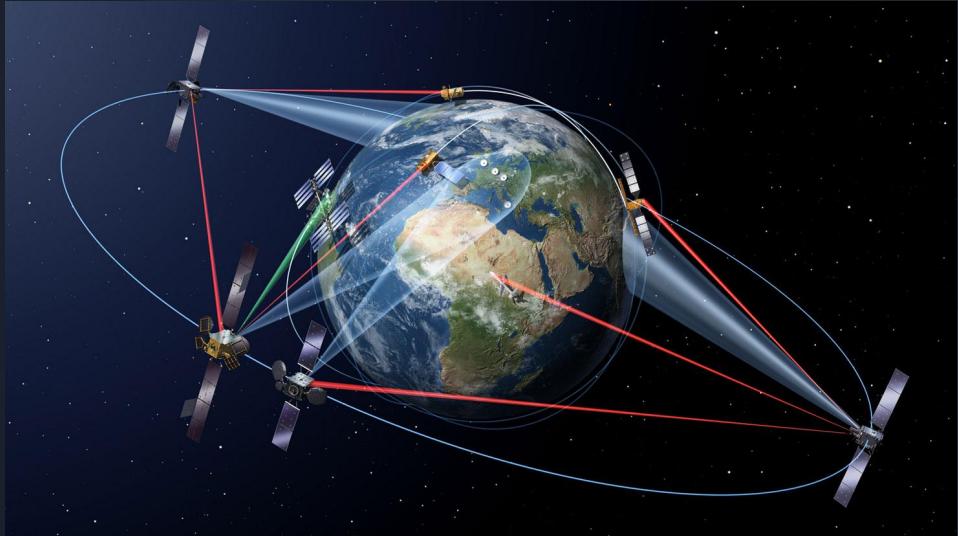
Accesso ai dati

Copernicus e sci-hub

Applicazioni

Indici (NDVI, NDWI...)

ML & AI



DATI SATELLITARI

TIPOLOGIE PRINCIPALI

MULTISPETTRALI:

Acquisizione
passiva

(Es. ESA Sentinel2,
Sentinel3, NASA
Landsat8)

SAR (Synthetic Aperture Radar):

Acquisizione attiva

(Es. ESA Sentinel1)



DATI SAR

Pro:

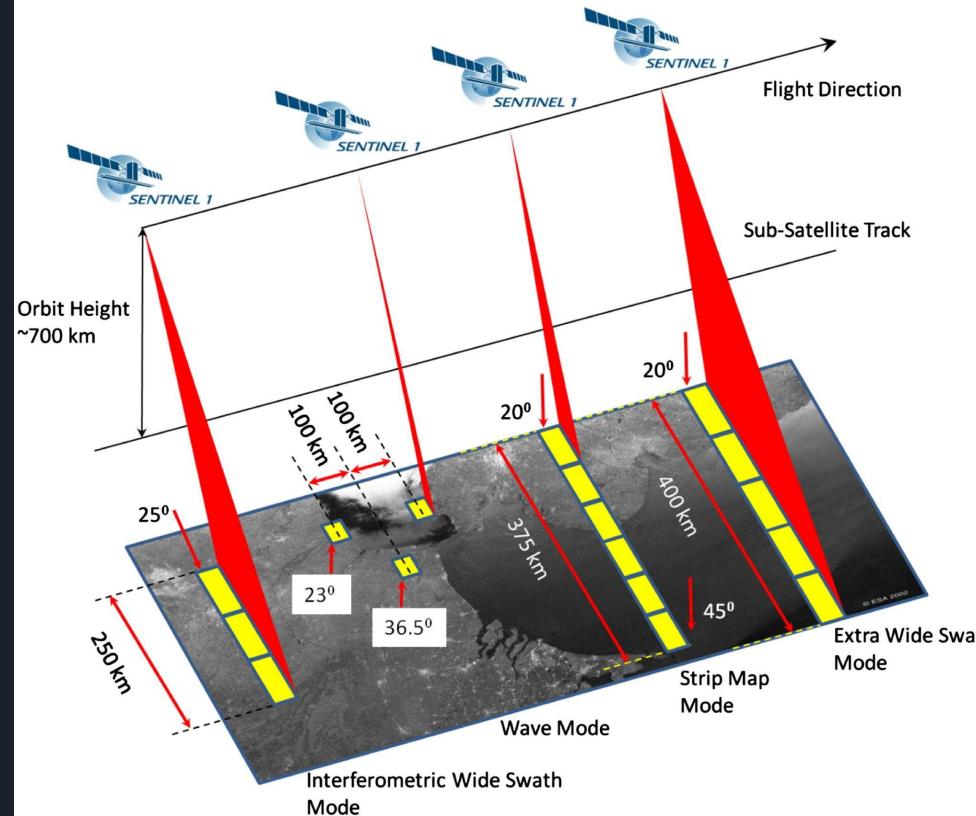
Rilevazione costante in ogni condizione temporale

Elaborando i segnali e' possibile rilevare cambiamenti fino a pochi millimetri

Contro:

Nessuna informazione sui colori

Difficile elaborazione





三



DATI MULTISPETTRALI

Pro:

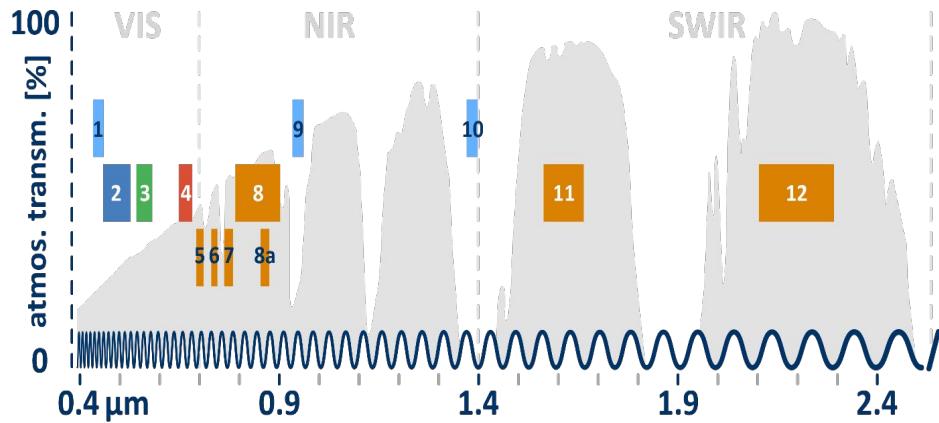
Informazioni dettagliate su onde EM visibili / invisibili

Facilmente interpretabili (bande RGB)

Contro:

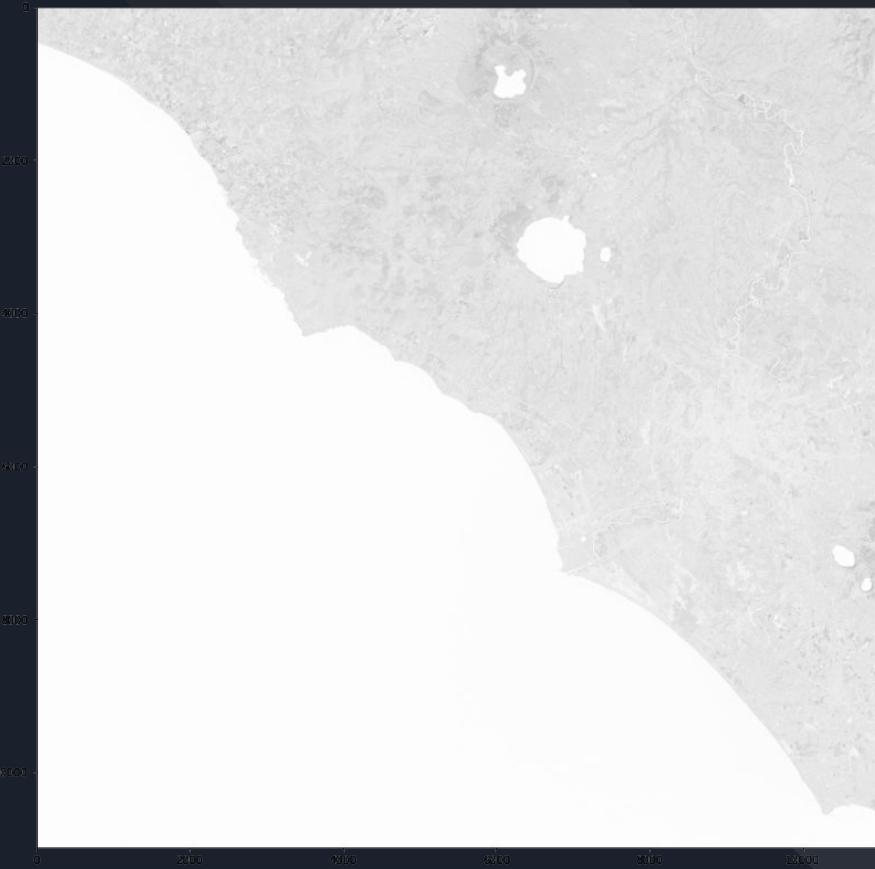
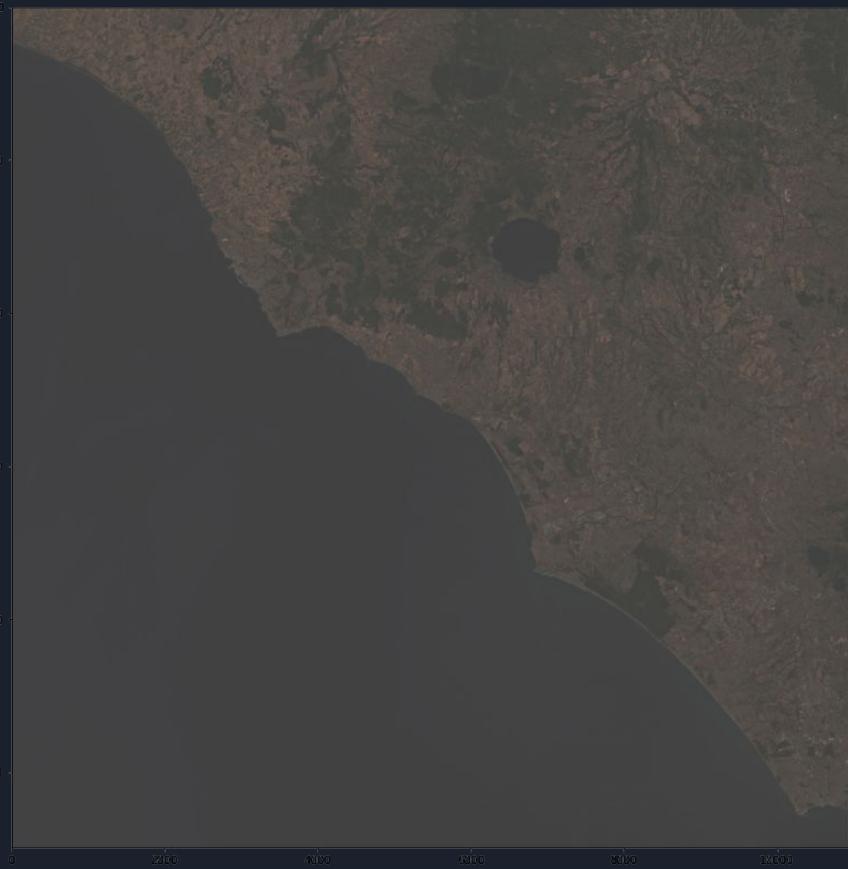
Correzioni atmosferiche necessarie

Nuvole



BAND	SPECTRAL	WAVELEN. [μm]	GEOM. [m]	SENSOR
1	aerosols	0.429 – 0.457	60	MSI
2	blue	0.451 – 0.539	10	MSI
3	green	0.538 – 0.585	10	MSI
4	red	0.641 – 0.689	10	MSI
5	red edge	0.695 – 0.715	20	MSI
6	red edge	0.731 – 0.749	20	MSI
7	red edge	0.769 – 0.797	20	MSI
8	NIR	0.784 – 0.900	10	MSI
8a	narrow NIR	0.855 – 0.875	20	MSI
9	water vapour	0.935 – 0.955	60	MSI
10	SWIR cirrus	1.365 – 1.385	60	MSI
11	SWIR	1.565 – 1.655	20	MSI
12	SWIR	2.100 – 2.280	20	MSI

IMMAGINI MULTI BANDE: RGB e NIR



MISSIONI SATELLITARI DELL'ESA

Sentinel-1

Missione SAR (non disturbata dalle nuvole)

Due satelliti (S1A e S1B), orbita ripetuta ogni 12 giorni

Risoluzione spaziale fino a 5m

Sentinel-2

Dati multispettrali (12 Bande EM, da UV a SWIR)

Due satelliti (S2A, S2B), orbita ripetuta ogni 10 giorni

Risoluzione spaziale da 10m (R, G, B, NIR) a 60m

Sentinel-3

Missione MSI per monitoraggio temperature, oceani ed ambiente

4 strumenti a bordo, risoluzione da 250m a 1km

Ciclo dell'orbita: 27 giorni

ACCESSO AI DATI

Copernicus Open Access Hub

<https://scihub.copernicus.eu/> (Sentinel 1, 2, 3)

Accesso gratuito registrandosi alle API

Google Earth Engine

<gs://gcp-public-data-sentinel-2> (Sentinel 2)

Accesso gratuito con registrazione alle API

Sentinel Hub

<https://www.sentinel-hub.com/> (Sentinel, Landsat, Airbus ...)

Vari livelli di accesso a pagamento

APPLICAZIONI: INDICI SPETTRALI

Attraverso la combinazione algebrica delle varie bande spettrali è possibile ricavare degli indici che evidenziano

NDVI: Normalized Difference Vegetation Index

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{RED} + \text{NIR})$$

NDWI: Normalized Difference Water Index

$$\text{NDWI} = (\text{GREEN} - \text{NIR}) / (\text{GREEN} + \text{NIR})$$

NBR: Normalized Burned Ratio

$$\text{NBR} = (\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{SWIR} + \text{NIR})$$

Custom Scripts su Sentinel Hub

<https://custom-scripts.sentinel-hub.com/#sentinel-2>

custom-scripts

A repository of custom scripts that can be used with Sentinel-Hub services.

[View On GitHub](#)

Remote sensing indices

- › NDVI - normalized difference vegetation index
- › NDVI uncertainty - visualization of uncertainty of NDVI due to uncertainty in band values
- › NDVI time series - NDVI time series as a multi-band TIFF with a JSON containing a list of timestamps
- › collection of remote sensing indices from an extensive [Index database \(IDB\)](#)
- › MAX NDVI
- › ARI - anthocyanin reflectance index
- › mARI - modified anthocyanin reflectance index
- › ARVI - atmospherically resistant vegetation index
- › CHL_REDEDGE - chlorophyll red-edge
- › REDEDGE_POSITION - red edge position index
- › EVI - enhanced vegetation index
- › EVI2 - enhanced vegetation index 2
- › GNDVI - green normalized difference vegetation index
- › MCARI - modified chlorophyll absorption in reflectance index
- › MSI - moisture index
- › NDMI - normalized difference moisture index
- › NDWI - normalized difference water index
- › NDMI STRESS - normalized difference moisture index for crop moisture stress
- › NBR - normalized burn ratio
- › NDII - normalized difference 819/1600 NDII
- › NDCI - normalized difference chlorophyll index
- › NDSI - normalised difference snow index
- › PSSRB1 - pigment specific simple ratio for chlorophyll b (800/650)
- › SAVI - soil adjusted vegetation index
- › SIP11 - structure insensitive pigment index
- › LAI - Leaf Area Index
- › Leaf chlorophyll content
- › Canopy chlorophyll content
- › FAPAR - the fraction of absorbed photosynthetically active radiation
- › FCOVER - the fraction of green vegetation cover

NDVI

NDWI

APPLICAZIONI ML & AI

Analisi delle immagini

Algoritmi di classificazione **ML classico**, pixel based:

- Random Forest
- SVM
- Gradient boosting

Algoritmi di **deep learning** basate su CNN, in particolare U-Net

La scelta dipende dal tipo di dato, risoluzione, precisione desiderata, class imbalance, tipo di task, bisogno di generalizzazione...

OBJECT DETECTION: YOLO & DATI SAR



OBJECT DETECTION: YOLO & DATI MSI



LAND USE: SEGMENTAZIONE SEMANTICA

Applicazione di segmentazione U-Net

