

# Nuovi trends nella classificazione dei dati satellitari per analizzare l'uso del suolo

di Renzo Carlucci

La classificazione delle immagini è il processo di assegnazione delle classi di copertura del suolo ai pixel. In generale, sono tre le principali tecniche di classificazione delle immagini nel telerilevamento. Le più comunemente usate solo le tecniche *Unsupervised Classification* e la *Supervised Classification*, tuttavia la classificazione basata su oggetti *Object-Based Classification* ha recentemente raggiunto un forte utilizzo in quanto utile per i dati ad alta risoluzione.

La *Unsupervised Classification* raggruppa prima i pixel in "cluster" in base alle loro proprietà. Per creare "cluster", gli analisti utilizzano algoritmi di clustering di immagini quali K-means e ISODATA. Esistono molti software di uso libero nel campo del telerilevamento per creare mappe di copertura del suolo. Dopo aver scelto un algoritmo per effettuare il clustering, si determinano il numero di gruppi che si vogliono generare. Questi saranno ancora cluster non classificati perché nella fase successiva si procederà ad identificare manualmente ciascun cluster con classi di copertura territoriale. Nel complesso, la classificazione senza supervisione è la tecnica più basilare poiché non ha

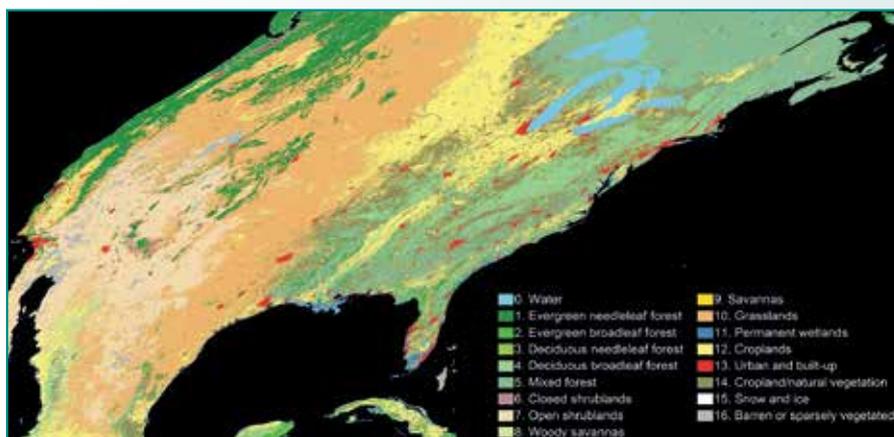


Fig. 1 - Mapa divisoria di copertura del terreno in 16 categorie a risoluzione di 30 metri. Zhang & Roy, 2017.

bisogno di campioni ed è un modo semplice per segmentare e comprendere un'immagine. Nella *Supervised Classification* invece, si selezionano campioni rappresentativi per ciascuna classe di copertura del suolo e il software utilizza questi siti per l'apprendimento e li applica all'intera immagine. Si utilizza la firma spettrale definita nel set utilizzato per l'apprendimento.

La procedura in sintesi prevede la selezione delle aree di riferimento, la generazione di un file delle firme spettrali e la classificazione finale.

La *Unsupervised* e la *Supervised Classification* sono basate sulla creazione di pixel quadrati e ogni pixel ha una classe.

Invece la classificazione delle immagini *Object-based* raggruppa i pixel in forme e dimensioni rappresentative con una segmentazione multirisoluzione.

La segmentazione multirisolu-

zione produce oggetti immagine omogenei raggruppando i pixel. Genera contemporaneamente oggetti con diverse scale in un'immagine. Questi oggetti sono più significativi perché rappresentano le caratteristiche dell'immagine.

Ma soprattutto, si può classificare gli oggetti in base a texture, contesto e geometria.

## Un nuovo algoritmo

La classificazione dei dati multispettrali e iperspettrali è diventata sempre più importante per rilevare il cambiamento dell'uso del suolo. Sebbene esistano molti algoritmi e approcci per tale classificazione, il miglioramento delle tecniche di classificazione che utilizzano dati ampiamente disponibili come i dati satellitari di Landsat si è ampiamente arrestato negli ultimi anni.

Recentemente è stata sviluppata una nuova tecnica di classificazione utilizzando

insieme un gran numero di immagini di MODIS, che ha una risoluzione di 500 metri, e Landsat che ha una risoluzione 30 metri. Complessivamente, sono stati raccolti tre anni di dati dai programmi Landsat 5, Landsat 7 e MODIS. La ricerca si è concentrata sull'area che copre 20 e 50 gradi di latitudine nord, principalmente in Nord America. L'algoritmo sarà esteso utilizzando la serie Sentinel 2 e combinando tali dati per ottenere anche una classificazione globale a risoluzione di 30 metri.

Il metodo [ZHANG2017-1] sfrutta un ampio set di formazione che consente di tenere conto di più insiemi di informazioni, e quindi di classi, nel tempo e nella stagionalità. In precedenza, sarebbero state prese in considerazione 1-2 scene per un'area; ora questo numero è salito a più di 10 volte. L'algoritmo consiste di due tipi di tecniche di classificazione delle foreste casuali; uno dei metodi valuta localmente ogni tessera mentre l'altro guarda tutte le tessere e le classifica per le tessere complessive.

Nell'esempio mostrato con il metodo sopra descritto sono state identificate in totale 16 classi che hanno permesso ai risultati di distinguere addirittura tra diversi tipi di foreste sempreverdi o caduche e latifoglie o no.

30 milioni di prodotti open Landsat Data (GWELD) mensili a livello mondiale, disponibili al pubblico, generati da tutte le immagini Landsat 7 ETM + e Landsat 5 TM disponibili per un periodo di tre anni, allineati ai prodotti di terreno MODIS e dati coerentemente preelaborati (schermati dalle nuvole, saturazione segnalata, correzione per via atmosferica e normalizzata per

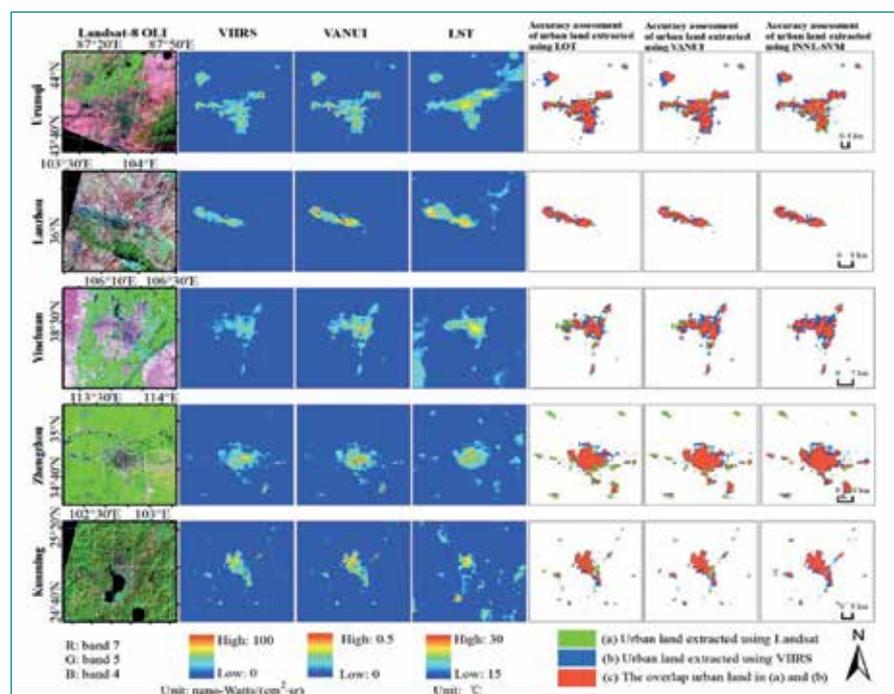


Fig. 1 - Mappa divisoria di copertura del terreno in 16 categorie a risoluzione di 30 metri. Zhang & Roy, 2017.

la riflettanza adattata al nadir BRDF), sono stati classificati. Il prodotto di copertura del terreno MODIS 500 m è stato filtrato in modo migliorativo, utilizzando solo pixel di buona qualità che non hanno cambiato classe di copertura del suolo nel 2009, 2010 o 2011, seguito dalla selezione automatizzata di valori metrici GWELD spaziali corrispondenti di 30 m, per definire grandi dati campionati in Nord America. I dati di test sono stati campionati in modo che le proporzioni di classe fossero le stesse delle proporzioni di classe di prodotto di copertura del suolo del Nord America MODIS e corrispondessero all'1% delle risoluzioni pixel a 500 metri e al 0,50% dei 30 metri. Trentanove metriche temporali GWELD per ogni 30 m di pixel nordamericano sono state classificate utilizzando (a) una singola foresta casuale e (b) un metodo adattivo localmente con un classificatore di foresta casuale derivato e applicato localmente e i risultati della classificazione

spazialmente mosaicati insieme. I risultati della classificazione della copertura del suolo apparivano geograficamente plausibili e alla scala sinottica erano simili al prodotto di copertura del terreno MODIS. Un'ispezione visiva dettagliata ha rivelato che le classificazioni casuali delle foreste casuali adattative e le confidenze di classificazione associate erano generalmente più coerenti rispetto ai singoli risultati della classificazione casuale delle foreste. Con il livello di accordo tra le classificazioni di 30 m e i dati di addestramento derivati dal prodotto di copertura del terreno MODIS è stato valutato mediante il bootstrap della implementazione casuale delle foreste.

L'algoritmo di Hankui Zhang, della South Dakota State University, può essere ottenuto utilizzando un server FTP dopo aver ottenuto un nome utente e una password da Zhang qui <ftp://bruin.sdstate.edu> Tra le varie possibilità, l'algoritmo consente un raffinamento



e una classificazione accurata delle terre coltivate e delle aree sviluppate. Ciò gli consente di essere utile sia per il monitoraggio agricolo che per lo sviluppo dell'uso del territorio, incluso lo sprawl urbano.

### Classificazione acquatica

Sebbene questo approccio abbia dimostrato una grande novità per la classificazione terrestre, la maggior parte del globo è coperta dall'acqua e altre ricerche si stanno ora con-

centrando su questa area.

Il telerilevamento satellitare può essere un'alternativa efficace per la mappatura di cianobatteri e della distribuzione di macrofite acquatiche su vaste aree rispetto ai campionamenti specifici on-site effettuate da navi. Tuttavia, caratteristiche di spettri ottici simili tra macrofite acquatiche e fasci di cianobatteri nelle bande d'onda del vicino infrarosso (NIR) creano una barriera alla loro discriminazione quando si verificano in concomitanza.

Un gruppo di ricerca [LIANG2017] ha sviluppato un nuovo indice di cianobatteri e macrofite (CMI) basato su una banda infrarossa blu, una verde e una a onde corte per separare le acque con le scorie cianobatteriche da quelle dominate dalle macrofite acquatiche e un indice di torbidità dell'acqua (TWI) per evitare interferenze da alte acque torbide tipiche dei laghi poco profondi. Combinando CMI, TWI e l'indice delle alghe fluttuanti (FAI), è stato utilizzato un nuovo approccio di classificazione per discriminare l'acqua del lago, le fioriture dei cianobatteri, le macrofite sommerse e le macrofite emergenti / galleggianti usando le immagini MODIS nel grande lago poco profondo ed eutrofico (Cina).

La precisione complessiva della classificazione è stata dell'86% in totale e l'accuratezza dell'utente è stata dell'88%, 79%, 85% e 93% rispettivamente per macrofite sommerse, macrofite emergenti / galleggianti, scisti cianobatterici e acqua del lago.

### Classificazione urbana

La mappatura delle aree urbane a livello regionale e globale è stata utilizzata in ecologia,

ambiente, sociologia e altre materie. Recentemente, è diventato sempre più popolare estrarre aree urbane dai dati di rilevamento remoto della luce notturna. In Cina [ZHANG2017-2] è stato testato un metodo alternativo per estrarre informazioni di aree urbane dai dati VIIRS Day / Night Band (DNB) e MODIS normalizzati di indice di vegetazione differenziale (NDVI) basati sull'algoritmo AMPSO (adaptive mutation swarm optimization) e il Support Vector Machine (SVM).

Questo metodo è stato convalidato utilizzando le aree urbane di alcune città cinesi classificate dalle immagini Landsat con algoritmo di classificazione delle immagini Object-based. È stato dimostrato che questo nuovo metodo per l'estrazione di aree urbane aveva una buona coerenza di classificazione con il risultato del Landsat 8 OLI. Inoltre, è più robusto rispetto ad altri metodi di classificazione e può essere utilizzato anche per caratterizzare la trama interurbana.

Anche per la classificazione delle regioni urbane si stanno utilizzando fonti alternative come la luce notturna della VIIRS Day / Night Band (DNB).

Un approccio utilizza una tecnica di ottimizzazione dello swarm delle particelle adattive che consente a tali dati notturni di aiutare a indicare le regioni urbane. Nel complesso, la precisione è stata dell'82% circa per la nuova tecnica, che è migliore dei metodi standard, sebbene non di una grande percentuale. Forse prendendo l'approccio di Zhang e utilizzando la varietà di dati di telerilevamento come l'osservazione notturna e la copertura dei corpi idrici, allora è possibile

una copertura veramente globale e temporale.

Nuovi metodi di classificazione stanno iniziando a migliorare le forme multispettrali e altre forme di dati satellitari che potenzialmente consentono classificazioni di risoluzione più accurate e relativamente più alte che possono estendersi su tutto il globo. Forse come sviluppo significativo l'algoritmo di Zhang consentirà una comprensione più sfumata delle forme generali del terreno, come i paesaggi boschivi, aprendo nuove aree di ricerca per scienziati che probabilmente non avrebbero considerato l'utilizzo della classificazione del telerilevamento in precedenza.

#### BIBLIOGRAFIA

Some [ZHANG2017-1] Zhang, Hankui K., and David P. Roy. 2017. "Using the 500 m MODIS Land Cover Product to Derive a Consistent Continental Scale 30 m Landsat Land Cover Classification." *Remote Sensing of Environment* 197 (August): 15–34. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.05.024>.  
 [LIANG2017] Liang, Qichun, Yuchao Zhang, Ronghua Ma, Steven Loiselle, Jing Li, and Minqi Hu. 2017. "A MODIS-Based Novel Method to Distinguish Surface Cyanobacterial Scums and Aquatic Macrophytes in Lake Taihu." *Remote Sensing* 9 (2): 133. <https://doi.org/10.3390/rs9020133>.  
 [ZHANG2017-2] Zhang, Qiao, Ping Wang, Hui Chen, Qinglun Huang, Hongbing Jiang, Zijian Zhang, Yanmei Zhang, Xiang Luo, and Shujuan Sun. 2017. "A Novel Method for Urban Area Extraction from VIIRS DNB and MODIS NDVI Data: A Case Study of Chinese Cities." *International Journal of Remote Sensing* 38 (21): 6094–6109. <https://doi.org/10.1080/01431161.2017.1339927>.

#### PAROLE CHIAVE

TÉLERILEVAMENTO; REMOTE SENSING; CLASSIFICAZIONE; DATI SATELLITARI; USO DEL SUOLO

#### ABSTRACT

New trends in satellite data classification to analyze land use.

Image classification is the process of assigning land cover classes to pixels. In general, there are three main image classification techniques in remote sensing. The most commonly used are Unsupervised Classification and Supervised Classification techniques, however the Object-Based Classification classification has recently achieved a strong use as useful for high resolution data.

#### AUTORE

RENZO CARLUCCI  
 R.CARLUCCI@MEDIAGEO.IT  
 WWW.MEDIAGEO.IT



I.MODI® è un servizio che sfrutta i dati di Osservazione Terrestre per monitorare la stabilità di edifici e infrastrutture civili in tutto il mondo.

Fornendo report in maniera user-friendly tramite WebGIS, I.MODI® rende il dato satellitare utilizzabile in modo semplice e intuitivo.

 Controllo sistematico di aree molto vaste

 Back Analysis usando dati archiviati dal 1992

 Dati satellitari facili da capire

 Integrazione con il contesto geologico

 Non richiede dispositivi installati sulla struttura

 Servizi modulari per le esigenze dell'utente



I.MODI® è sviluppato da

**Survey Lab**

Survey Lab, spin off dell'Università La Sapienza di Roma, è impegnata nello sviluppo di nuove tecnologie per la realizzazione di prodotti, processi e servizi di geomatica. Dal 2008 opera nel campo del controllo di edifici e infrastrutture civili e del monitoraggio del territorio mediante l'utilizzo integrato di sensori satellitari e terrestri.

[www.imodi.info](http://www.imodi.info)

[www.surveylab.info](http://www.surveylab.info)



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 720121