



Telerilevamento per il monitoraggio delle praterie

- **AUTORI:** Pilar Fernández Rebollo.
- **DESCRIZIONE:** Il telerilevamento delle praterie consiste nell'acquisire informazioni sullo stato e sulle condizioni delle praterie senza entrare fisicamente in contatto con esse. Questa procedura prevede la raccolta di dati con sensori (telecamere, scanner, radiometri, ecc.) montati su piattaforme (trattori, veicoli aerei senza pilota (UAV), aerei e satelliti). Questi dati vengono registrati su un supporto adeguato ed elaborati con l'aiuto di algoritmi matematici per tradurli in informazioni rilevanti per la gestione delle praterie. Il metodo ha avuto una diffusione limitata e i vantaggi per l'agricoltore medio non sono stati chiaramente dimostrati, anche se potenzialmente potrebbe avere una notevole utilità nelle aziende agricole e nelle tenute più grandi.
- **RAZIONALE:** I sistemi di supporto decisionali per la gestione delle praterie richiedono informazioni spaziotemporali sullo sviluppo e sulle condizioni del manto erboso. Le indagini distruttive richiedono molta manodopera, sono costose e non forniscono un'adeguata copertura spaziale e temporale. Il telerilevamento supera queste limitazioni ed è stato ampiamente applicato al monitoraggio della vegetazione e rappresenta uno strumento utile per avere più informazioni sull'agricoltura delle praterie.
- **MECCANISMO D'AZIONE:** Le informazioni sulle caratteristiche delle praterie possono essere ricavate da dati di telerilevamento spettrali e non spettrali. I primi si basano sulle proprietà specifiche e distintive di assorbimento e riflessione spettrale delle chiome delle praterie, mentre i secondi forniscono principalmente informazioni sull'altezza e sulla struttura delle chiome.

La radiazione elettromagnetica incidente su una prateria può essere parzialmente assorbita, trasmessa o riflessa. Le praterie emettono naturalmente anche radiazioni. L'intensità e le lunghezze d'onda di questa radiazione riflessa o emessa sono una funzione delle caratteristiche della prateria e questi dati spettrali possono essere registrati con l'aiuto di sensori. Esiste un'ampia gamma di sensori che registrano la radiazione elettromagnetica riflessa o emessa con una diversa risoluzione spettrale e radiometrica. La risoluzione spettrale descrive la capacità di un sensore di definire bande di lunghezza d'onda ristrette, mentre la risoluzione radiometrica si riferisce alla capacità di discriminare differenze di energia molto piccole. I sensori multispettrali registrano la radiazione in un numero ridotto di bande (ad esempio, Sentinel-2 della missione Copernicus ha 13 bande spettrali), mentre i sensori iperspettrali forniscono quasi continuamente bande molto strette (ad esempio, Hyperion fornisce 220 bande). I sensori possono essere collocati in posizione fissa nell'azienda agricola (ad esempio, telecamere digitali, fenocamere) o, più comunemente, montati su una piattaforma mobile: da veicoli a terra o operatori umani a UAV e satelliti.



Telerilevamento per il monitoraggio delle praterie

• MECCANISMO D'AZIONE (cont.):

L'utilità e l'applicazione del telerilevamento spettrale a livello aziendale dipendono anche dalla risoluzione spazio-temporale dei dati spettrali. Da un lato, alcuni aspetti della gestione delle praterie richiedono una risoluzione spaziale inferiore a 10 m per cogliere l'eterogeneità spaziale delle praterie. Alcuni sensori satellitari hanno questa risoluzione spaziale. Ad esempio, Sentinel-2 fornisce quattro bande a 10 m, sei bande a 20 m e tre bande a 60 m di risoluzione spaziale. Altri sensori commerciali montati su satelliti, come Planet o Maxar, forniscono dati spettrali con una risoluzione spaziale più elevata (<5 m). Le risoluzioni spaziali dei sensori aerei o UAV sono molto più elevate e vanno dai centimetri ai metri. D'altra parte, le praterie cambiano nel tempo, quindi sono necessarie misurazioni regolari per supportare le decisioni di gestione delle praterie. Ad esempio, Sentinel-2 fornisce dati liberamente disponibili in tutto il mondo con un tempo di rivisitazione di 5 giorni.

In genere, per esaminare i dati multispettrali, si calcolano gli indici di vegetazione (una combinazione di alcune bande, ad esempio il Normalised Difference Vegetation Index - NDVI) e poi si mettono in relazione con le caratteristiche specifiche della prateria mediante regressione o utilizzando approcci di modellazione empirici o meccanicistici. Tuttavia, l'attenzione è rivolta all'utilizzo dell'intero spettro piuttosto che di bande specifiche quando si lavora con i dati iperspettrali. Tecniche come l'apprendimento automatico e profondo sono particolarmente utili per valutare i dati iperspettrali.

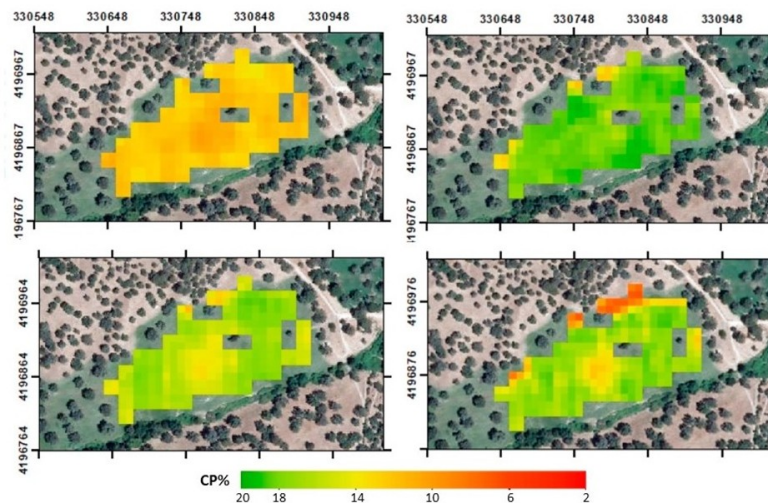


Fig.1: Previsioni spaziali della proteina grezza (PG) per quattro date diverse in un campo di prateria irrigata. Previsioni effettuate utilizzando un modello Partial least squares (PLS) adattato ai dati spettrali del campo e alle immagini Sentinel-2 per la previsione. L'immagine di sfondo è un'ortofoto aerea a risoluzione 0.5 m del luglio 2016. Fonte: Fernandez-Habas et al. (2021) <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148101>.

Telerilevamento per il monitoraggio delle praterie

- **MECCANISMO D'AZIONE (cont.):**

I dispositivi di scansione LiDAR (Light detection and ranging) rappresentano la tecnologia più innovativa per l'acquisizione di dati non spettrali. Questi dispositivi emettono impulsi laser ad alta frequenza (metodo di telerilevamento attivo) e registrano gli impulsi riflessi per rappresentare con precisione la topografia della superficie della prateria scansionata. Il risultato è una nuvola di punti 3D che può essere utilizzata per stimare l'altezza del manto erboso. La maggior parte dei sistemi LiDAR può registrare diversi ritorni da un singolo impulso laser quando raggiunge un oggetto con più strati, fornendo informazioni sull'intera struttura verticale del manto erboso. Il LiDAR può essere montato su un UAV o utilizzato da terra (TLS, Terrestrial Laser Scanner, o i nuovi SLAM (Simultaneous Location and Mapping) portatili). Il radar (SAR) è un altro metodo di telerilevamento attivo, disponibile anche da satellite. Il sensore invia un segnale a microonde (radio) in direzione del bersaglio e raccoglie la componente retrodiffusa del segnale. Il ritardo temporale tra il segnale inviato e quello riflesso stabilisce la distanza dal bersaglio e la forza del segnale retrodiffuso viene misurata per distinguere i vari bersagli. Il vantaggio del SAR è che può raccogliere dati praticamente sempre, indipendentemente dalle condizioni atmosferiche.

I dati spettrali e non spettrali sono stati utilizzati per stimare le proprietà delle praterie, come il tasso di crescita della vegetazione, l'indice di area fogliare (LAI), le specie infestanti indesiderate, gli eventi di sfalcio, la fase fenologica, il tipo di prateria, i gradienti floristici, la diversità delle piante e i contenuti di proteine grezze (PG), fibre neutre deterse (NDF) e fibre acide deterse (ADF). L'altezza del manto erboso derivata da TLS e UAV-LiDAR è stata utilizzata con successo per stimare la biomassa in piedi e il SAR è stato utilizzato per valutare l'eterogeneità spaziale della copertura delle praterie. Il modo migliore per sviluppare indici affidabili degli attributi delle praterie è quello di combinare tecniche di analisi dei dati spettrali e non spettrali, che funzionano meglio su scale multitemporali.

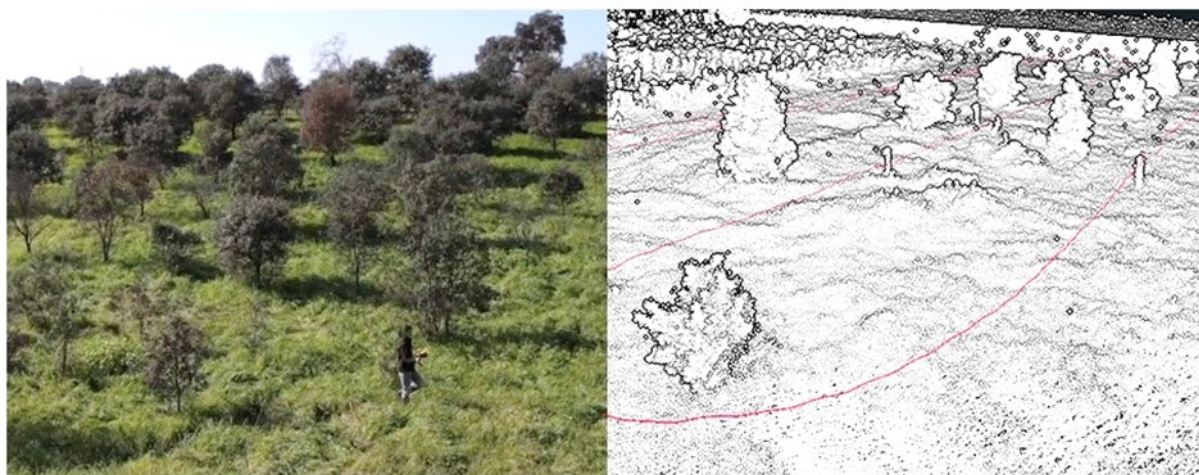


Fig.2: Un operatore esegue la scansione di una prateria con una scansione laser terrestre TLS (a sinistra) e genera una nuvola di punti 3D (a destra). La nuvola di punti 3D viene utilizzata per generare un Modello di Superficie della Prateria (GSM). Il software GIS (Geographical Information System) può essere utilizzato per sottrarre il Modello Digitale del Terreno (DTM) da un GSM, ottenendo dati sull'altezza delle piante, che possono essere utilizzati per stimare la biomassa in piedi.



Telerilevamento per il monitoraggio delle praterie



Potenziale di applicazione dell'opzione di gestione

La raccolta e l'elaborazione dei dati di telerilevamento richiedono notevoli competenze e risorse informatiche, rendendo necessario per la maggior parte degli agricoltori che utilizzano questa tecnologia un supporto professionale. Nell'ultimo decennio si è assistito a un aumento della ricerca sull'uso del telerilevamento per comprendere le dinamiche delle praterie e alla nascita di servizi gratuiti e commerciali che utilizzano questa tecnologia per il monitoraggio delle praterie. I servizi commerciali per le praterie che utilizzano il telerilevamento si stanno sviluppando e, sebbene in numero limitato, esiste un mercato per questi servizi, che si sta espandendo. Tuttavia, nonostante il suo grande potenziale, ci sono ancora poche prove conclusive sui benefici per gli agricoltori derivanti dall'uso del telerilevamento delle praterie, in termini di aumento delle rese o di riduzione dei costi degli input. Il telerilevamento delle praterie potrebbe essere utilizzato in tutti i sistemi agricoli basati sulle praterie e può essere implementato in qualsiasi regione biogeografica. Tuttavia, attualmente è probabilmente più applicabile nelle grandi aziende agricole e nelle tenute che desiderano monitorare la crescita e la qualità dell'erba su vaste aree.



Supporto

Non sono necessari incentivi agli agricoltori per utilizzare i servizi basati su questa tecnologia. L'opzione ha il potenziale di aumentare le conoscenze degli agricoltori sugli attributi delle praterie per ottimizzarne il loro uso e la gestione. La tecnologia verrebbe adottata dagli agricoltori se si dimostrasse che aumenta la produttività dell'azienda, riduce i costi di produzione o fa risparmiare tempo.



Telerilevamento per il monitoraggio delle praterie



Considerazioni pratiche

Il telerilevamento basato su immagini satellitari a bassa risoluzione spaziale (da centinaia di metri a metri) può essere di uso limitato nelle praterie con una fitta copertura arborea o arbustiva, poiché i pixel di prateria pura saranno scarsi. Una situazione simile può verificarsi nelle aziende agricole di piccole dimensioni o con campi di dimensioni ridotte, dove un pixel dell'immagine può contenere più di un singolo campo. In questa situazione, l'utilizzo di immagini da drone con una risoluzione spaziale più elevata (da decine di centimetri a centimetri) è un'alternativa.

I servizi commerciali sono più economici quando si utilizzano immagini gratuite provenienti da satelliti e possono essere più costosi quando si utilizzano immagini provenienti da satelliti commerciali o da sensori montati su aerei. Il costo del servizio per i droni è intermedio (inferiore rispetto ai satelliti commerciali). Le nuvole limitano la raccolta di dati spettrali. I voli dei droni possono essere ostacolati dal vento. L'accuratezza delle previsioni e la generalizzabilità dei modelli devono ancora essere migliorate. La maggior parte dei servizi non è stata completamente testata nell'eterogeneità delle praterie europee, quindi le soluzioni sviluppate per un'area potrebbero non dare buoni risultati in un'altra, e sono necessari ulteriori lavori.



Esempio di servizi

Di seguito sono elencati alcuni servizi gratuiti e commerciali che utilizzano il telerilevamento per il monitoraggio delle praterie.

CropSAT è uno strumento che consente di visualizzare mappe della biomassa a partire dai dati Sentinel 2 (basati su NDVI). Le mappe di diversa data possono essere utilizzate per valutare lo sviluppo delle colture durante la stagione e per controllare l'applicazione di N. È un servizio gratuito.

<https://cropsat.com/>

Pasture.io è un sistema di supporto decisionale per la gestione dei pascoli e dei prati. Utilizza satelliti commerciali, intelligenza artificiale, registri aziendali e dati meteorologici locali per fornire raccomandazioni sul pascolamento più volte alla settimana. Il servizio è a pagamento. <https://Pasture.io>

Pasture From Space stima l'offerta di foraggio verde (FOO) e i tassi di crescita dei pascoli (PGR) nell'Australia occidentale. I dati MODIS consentono di calcolare l'indice NDVI per stimare la FOO. Il PGR utilizza le informazioni meteorologiche per determinare gli indici di crescita delle piante in termini di umidità e di temperatura del suolo, che indicano entrambi il potenziale di crescita. L'ultimo input del PGR è la radiazione solare. È un servizio gratuito. <https://pasturesfromspace.dpird.wa.gov.au/#/map>

