

Un sensore aviotrasportato per analisi immagini a supporto degli incendi

di Giovanni Laneve, Ramon Bueno Morles, Valerio Pampanoni



Fig. 1 -Sensore Owl con le sue principali caratteristiche.

Il progetto PEDROS (Sistema di PERimetrazione automatica di incendi con DROne equipaggiato con Sensore specifico) prevede la realizzazione di un sistema di supporto alle attività operative di perimetrazione dettagliata di aree boschive aggredite da insetti/patogeni e/o da incendi boschivi, per mezzo di un SAPR (Sistema Aviotrasportato a Pilotaggio Remoto) con definizione della traiettoria in automazione tramite riconoscimento in tempo reale assistito da sensore aviotrasportato e sistema satellitare.

PEDROS si inserisce nel contesto generale dello sviluppo di metodiche innovative per il rilievo delle aree boschive aggredite da insetti o percorse dal fuoco, basate sull'uso integrato di tecnologie satellitari ed impiego di SAPR, opportunamente allestiti e progettati, in grado di effettuare in modo automatico la perimetrazione in contesti rurali e montani, con un elevato livello di accuratezza e precisione submetrica.

I satelliti oggi utilizzano sensori sofisticati che forniscono dati con risoluzioni spaziali, temporali e radiometriche sempre più elevate ma hanno usi limitati in base alle condizioni meteorologiche e alla risoluzione dell'immagine.

I Droni sono diventati popolari negli ultimi anni e sono ora utilizzati in un'ampia varietà di applicazioni. Questo è il logico risultato di alcuni sviluppi tecnologici avvenuti negli ultimi anni, che hanno consentito ai

droni di essere dotati di diversi tipi di sensori in grado di fornire dati ad altissima risoluzione spaziale e capaci di registrare l'energia riflessa da oggetti della superficie terrestre nelle diverse lunghezze d'onda dello spettro elettromagnetico (generalmente visibile e infrarosso) permettendo di misurare gli indici chiave relativi ai parametri biofisici delle colture e nella vegetazione. I sensori che coprono anche l'infrarosso a onde corte (SWIR) sono raramente disponibile per applicazioni basate su SAPR. Il dominio SWIR fornisce per le applicazioni di telerilevamento ulteriori significative caratteristiche di assorbimento spettrale, ad esempio per applicazioni di geologia, stima dello stress idrico, così come per determinare le caratteristiche della vegetazione.

Progettazione hardware

La configurazione del sistema è stata progettata e divisa in due moduli:

1. Il sensore, costituito da un modulo telecamera OWL 640 Mini VIS-SWIR SWaP prodotto da Raptor Fotonica (Raptor Photonics, 2019). Le telecamere SWaP (size, weight and power) rappresentano l'ultima tendenza in questo processo di ottimizzazione, che si concentra sulla riduzione di "dimensioni, peso e potenza", con lunghezze d'onda comprese tra 900 nm e 1700

nm, da cui si possono ricavare informazioni per rilevare un'area bruciata.

2. L'unità di gestione del sensore, che combina tutti i componenti necessari per il funzionamento complessivo del sistema. L'unità è composta da tre componenti principali:

- Frame grabber
- Scheda adattatore
- Unità di calcolo

Indici Spettrali

La stima delle aree bruciate da satellite costituisce una delle applicazioni forse più semplici e più utili poiché l'osservazione remota da satellite permette di rilevare l'estensione delle aree bruciate senza risentire di alcun limite legato alla difficoltà di accesso dell'area interessata. Nel corso del tempo sono stati sviluppati una serie di indici specializzati per la mappatura delle aree affette da incendio da dati telerilevati, tra questi: il *Normalized Burn Ratio* (NBR), il *Burned Area Index* (BAI), il *Mid Infrared Burn Index* (MIRBI). Il *Normalized Burn Ratio* (NBR) è un indice che combina le bande del vicino infrarosso (NIR, Near InfraRed) e dell'infrarosso a onda corta (SWIR, Short Wave InfraRed) per distinguere tra aree bruciate e non bruciate. In particolare, la individuazione delle aree bruciate viene effettuata confrontando il valore dell'NBR stimato su ogni pixel dell'immagine post-incendio con quello ottenuto dall'immagine pre-incendio (Fig. 2). Lo NBR ha una formulazione del tutto simile a quella del *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), tranne per il fatto che utilizza le lunghezze d'onda nell'infrarosso a onde corte (SWIR) anziché la banda del rosso:

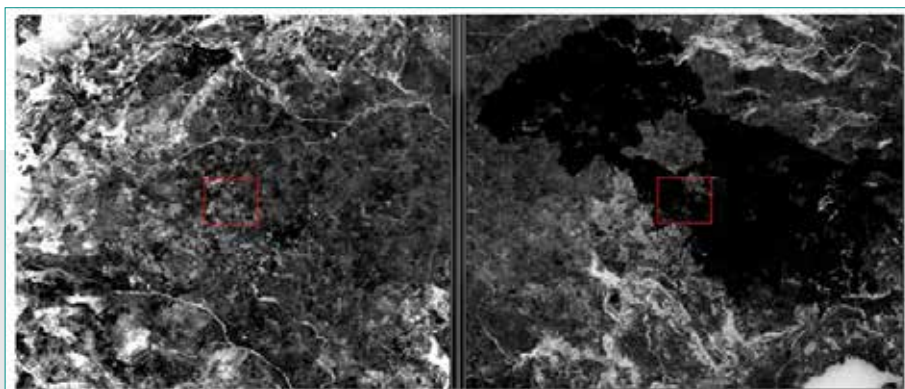


Fig. 2 - Esempio di calcolo del NBR pre-incendio (sinistra) e NBR post-incendio (destra). Nell'immagine post-incendio i pixel più scuri generalmente indicano le aree bruciate.

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

La figura 3 mostra una vegetazione sana con una riflettanza nel vicino infrarosso molto alta e una bassa riflettanza nella parte SWIR dello spettro. Le aree bruciate al contrario presentano

una riflettanza relativamente bassa nell'infrarosso vicino e un'alta riflettanza nella banda dello SWIR. Un valore elevato del NBR indica generalmente una vegetazione sana mentre un valore basso indica un suolo nudo e/o le aree bruciate di recente.

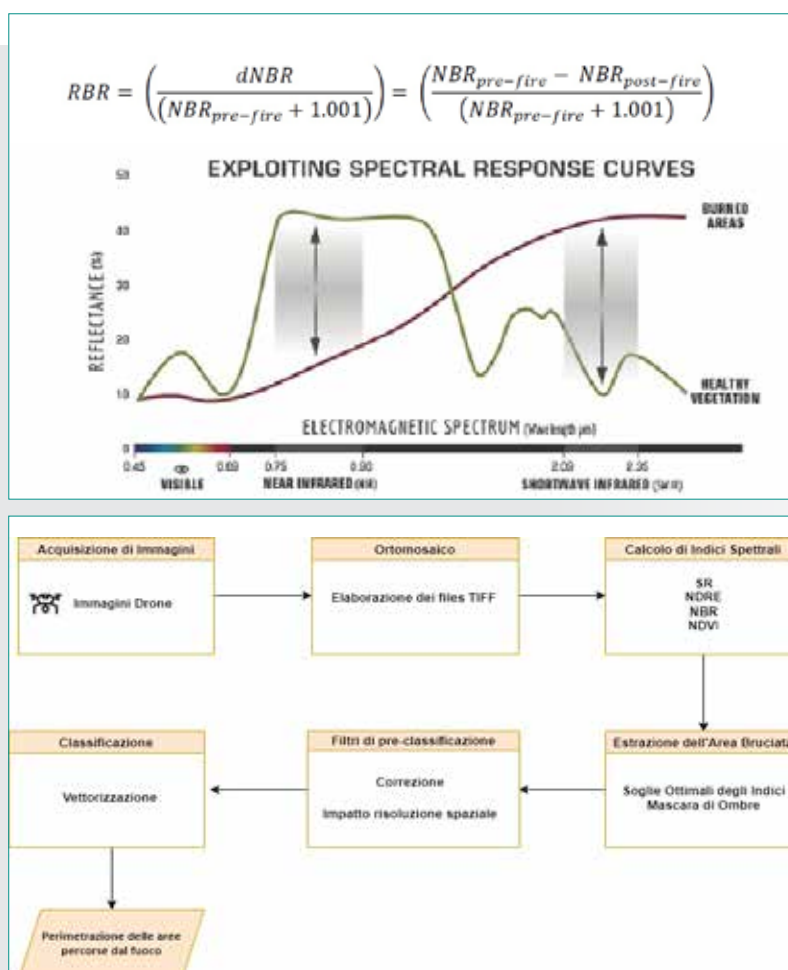


Fig. 3 - Workflow della procedura di calcolo delle aree bruciate.

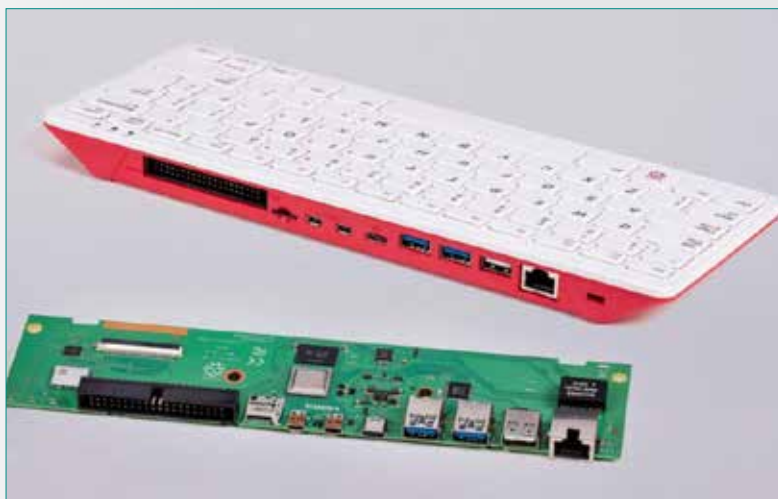


Fig. 4 - Raspberry Pi 400.

Sviluppo Algoritmo

Con riferimento al problema della perimetrazione delle aree percorse dal fuoco l'algoritmo sviluppato nell'ambito del progetto si basa su un approccio già largamente applicato nell'ambito del telerilevamento satellitare. La sua applicazione nel caso specifico dell'osservazione da drone richiede alcune modifiche, in particolare legate all'impossibilità di applicare tecniche di *change detection* e alla necessità di realizzare l'elaborazione delle immagini in *real time* a bordo del drone. L'implementazione di un algoritmo automatizzato in grado di analizzare (*on board*) le immagini acquisite da un drone in tempo reale e fornire mappe delle aree percorse dal fuoco risulta fondamentale per supportare il servizio fornito

dal progetto PEDROS. Questo algoritmo deve garantire la interoperabilità dei dati, deve essere capace di gestire un significativo flusso di dati ma soprattutto costituire una significativa evoluzione rispetto allo stato dell'arte nel processo di rilevamento remoto dei cambiamenti, permettendo la identificazione da immagini acquisite in tempo reale dei cambiamenti nella vegetazione.

L'algoritmo è composto da 4 sottosistemi principali:

1. Sistema di elaborazione dati: Una volta acquisita una immagine dal sensore a bordo del drone, il file viene elaborato tramite gli algoritmi dedicati alla generazione di prodotti, che includono il calcolo di una serie di indici per mappare e monitorare gli effetti degli incendi in tempo reale.

2. Soglie Ottimali e Classificazione: Il flusso dell'algoritmo continua applicando soglie fisse, basate su statistiche con l'intento di stabilire quali siano le migliori soglie delle bande spettrali e degli indici calcolati per classificare le classi: bruciato, non bruciato. Questa parte dell'algoritmo si è resa necessaria in assenza della immagine pre-incendio normalmente utilizzata per stimare le aree bruciate da dato satellitare.

3. Poligonizzazione e Way Point: Successivamente, l'algoritmo poligonizza l'immagine raster binaria (bruciato/non bruciato) ed estrae il poligono relativo ai pixel con valore diverso da zero. Viene creato anche un file di testo che contiene le coordinate dei vertici del poligono, che servono al sistema di guida del drone per acquisire nuove immagini.

4. Perimetrazione: Infine, quando il ciclo di acquisizione delle immagini è chiuso, l'algoritmo unisce i file poligonizzati dell'area percorsa dal fuoco in un unico dataset vettoriale. Il formato utilizzato è lo Shapefile (.shx, .dbf, .shp, .prj)."

L'algoritmo di individuazione delle aree bruciate è stato implementato su un computer adatto ad essere installato a bordo di un drone. Le immagini acquisite dal drone sono elaborate su un Raspberry Pi-400 con uno script scritto in Python.

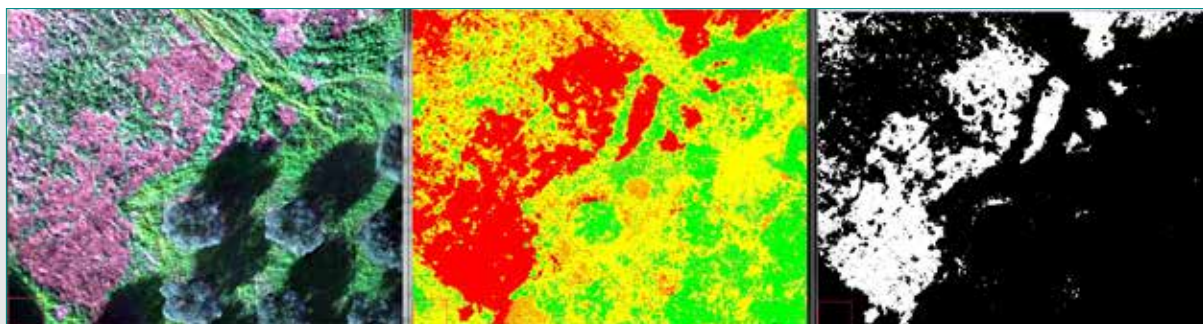


Fig. 5 - Estrazione della superficie priva di vegetazione.

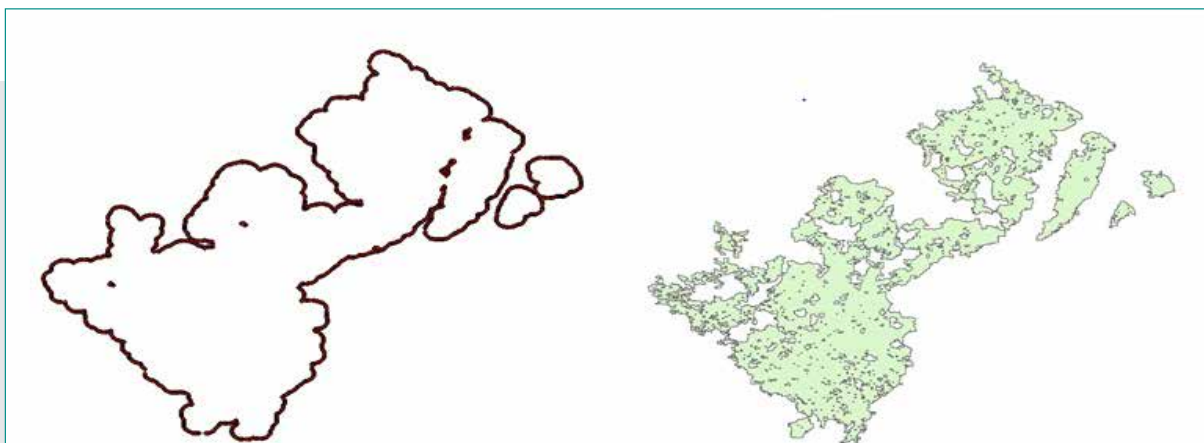


Fig. 6 - Serie di punti elaborati come guida drone(sinistra). Perimetrazione in formato shapefile (destra).

Risultati

Un'analisi preliminare è stata condotta utilizzando le immagini multispettrali ottenute da drone equipaggiato con una fotocamera MicaSense RedEdge-MX. Questo strumento ad alte prestazioni cattura sia le bande spettrali necessarie per generare indici dello stato di salute delle piante (verde, rosso, bordo rosso e vicino infrarosso), sia una banda blu, utile per altre applicazioni, nonché per la costruzione di immagini RGB composite.

PAROLE CHIAVE

INCENDI, SENSORI, SAPR,

ABSTRACT

This contribution describes the creation of a support system for the operational activities of detailed perimeter of wooded areas attacked by insects/pathogens and/or forest fires, by means of a SAPR (Airborne System with Remote Piloting) with definition of the trajectory in automation via real-time recognition assisted by an airborne sensor and satellite system.

AUTORE

GIOVANNI LANEVE,
GIOVANNI.LANEVE@UNIROMA1.IT
RAMON BUENO MORLES,
VALERIO PAMPANONI

SIA (SCUOLA DI INGEGNERIA AEROSPAZIALE)
EARTH OBSERVATION SATELLITE IMAGES APPLICATIONS LAB (EOSIAL)
SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

PEDROS

Perimetrazione automatica di incendi
con DRONE con Sensore specifico



Agenzia Spaziale Italiana

