

● DISPONIBILI STRUMENTI PROSSIMALI E REMOTI DA AEROMOBILE O SATELLITI

Sensori di monitoraggio, dalla teoria al campo

di **Francesco Marinello,**
Marco Sozzi, Alessia Cogato

Nella definizione degli utilizzi dei sensori è utile separare quelli attivi, applicati in prossimità della vegetazione direttamente sulle macchine o sul trattore, dalle camere infrarosse e multispettrali installate, a seconda delle esigenze, su macchine a terra o su velivoli, e attualmente presenti anche a bordo di alcuni satelliti.

Utilizzo di sensori prossimali attivi

Per quanto riguarda i sensori attivi, già da prima del 2000 sul mercato si trovano diversi dispositivi sviluppati nello specifico per l'ambito agricolo, tra cui il GreenSeeker (foto 1) o il WeedSeeker (Trimble Ag.), il CropSpect (Topcon positioning systems, inc.), il Crop Circle (Holland Scientific), l'OptRx (AgLeader technology) o l'N-Sensor (Yara). Si tratta di sensori con un prezzo che si aggira attorno al migliaio di euro, che va ovviamente moltiplicato per il numero di sensori acquistati (in genere vengono proposti in kit da 4) e aggiunto a quello delle eventuali centraline e monitor di controllo.

Tali sensori permettono di fare letture sia statiche sia in movimento: abbinati a un sistema di navigazione e geolocalizzazione satellitare, consentono di raccogliere dati di vigore vegetativo che opportunamente interpolati possono generare mappe zonali.

Ma l'aspetto più interessante di tali dispositivi è legato al fatto che equipaggiati con opportuni software ed elettroniche di comunicazione (ad esempio IsoBus) consentono di regolare e controllare in tempo reale e in modo automatico macchine operatrici predisposte per pratiche di precisione (tecnologie a dose variabile).

Per poter trarre piena utilità e vantaggio dai diversi sensori disponibili sul mercato i tanti dati raccolti devono essere elaborati e tradotti in informazioni pratiche e comprensibili, soprattutto in un settore agricolo come quello italiano caratterizzato da grande frammentazione e dimensioni ridotte. Per fare questo salto qualitativo servono competenze, formazione e investimenti

Tale automazione da un lato riduce le possibili elaborazioni limitando quindi in qualche modo il potenziale di informazioni estraibili, ma, dall'altro, dà l'indubbio vantaggio di liberare l'azienda agricola dalla gestione dei dati, cosa che spesso fa da deterrente per l'accesso di imprenditori agricoli alle nuove tecnologie.

Questo tipo di soluzione è noto e relativamente diffuso per la gestione delle concimazioni azotate, consentendo di modulare il rilascio di fertilizzanti proporzionalmente al vigore della vegetazione in atto e dunque dosando in modo adattato alle necessità della coltura. L'applicazione degli stessi sensori per la regolazione dei trattamenti fitosanitari non si è ancora consolidata in modo adeguato ed è ancora nella fase di passaggio dalla ricerca all'applicazione pratica.

Ci sono diversi esempi di casi stu-

dio in cui trattamenti fogliari vengono dosati sulla base del vigore della pianta, ma il maggiore interesse riguarda le operazioni di diserbo. In quest'ultimo caso la difficoltà riguarda il fatto che non è facile per questi sensori riconoscere le infestanti e discriminarle dalle colture, soprattutto quando le dimensioni o i colori risultano essere non troppo diversi. Qui sono potenzialmente più efficaci sensori che rilevano più lunghezze d'onda (camere multispettrali e iperspettrali) e sono in grado di ricostruire la firma spettrale della vegetazione e utilizzare questa informazione per isolare malerbe estranee alla coltura. Più facile operare in condizioni di pre-emergenza o di pre-semina: in questo caso uno strumento come il WeedSeeker può discriminare il suolo dalle infestanti e localizzare solo su queste il diserbante, con evidenti vantaggi economici e ambientali.

Utilizzo di sensori remoti

Come discusso nell'articolo «Quale futuro per l'impiego dei droni in agricoltura» (pubblicato su *L'Informatore Agrario*, n. 39/2017 a pag. 54), negli ultimi anni vi è stata una grande spinta verso l'utilizzo di aeromobili per la fornitura di nuovi servizi in agricoltura. Contoterzisti, studi agronomici o aziende agricole



Foto 1 GreenSeeker installato su trattore

sempre più frequentemente si dotano di velivoli a pilotaggio remoto per migliorare il livello di informazione in campo e per sperimentare nuove applicazioni. Parallelamente i sensori si stanno consolidando sul mercato con prezzi via via più interessanti. Si possono trovare quindi sonde iperspettrali da 25.000 a 50.000 euro come la OCI UAV-2000 (BaySpec inc.) o la Rikola Hyperspectral Camera (Senop Oy), ma la loro diffusione è ancora molto lenta.

Molto più frequenti, almeno in Italia, sono invece le sonde multispettrali con un numero variabile tipicamente tra le 2 e le 16 bande. Relativamente diffusi sono il sensore ADC Snap o Lite (di Tetracam), Parrot Sequoia (di Micasense), CMS (Silios Technologies) o Maia (dell'italiana SAL Engineering srl) (foto 2): i costi variano tipicamente da 500 a 1.500 euro per ogni banda rilevata, mentre se ci si rivolge a un professionista il costo varia tra i 30 e i 50 euro/ha e aumenta di almeno 50 euro/ha se si richiede anche l'elaborazione dei dati. Sul mercato si trovano anche sensori più economici, come ad esempio la Mapir Survey 2 (entry level della Peau Productions inc.), che fornisce immagini su una o due lunghezze d'onda a meno di 200 euro. Tutti questi sensori hanno grande facilità e flessibilità d'uso che li rende adeguati anche per il monitoraggio di prossimità dal trattore.

Le mappe fornite da questi sensori possono essere utilizzate per il monitoraggio dell'evoluzione durante il ciclo colturale (come è stato descritto anche nella parte dedicata ai sensori, pubblicata su *L'Informatore Agrario* n. 1/2018) e, insieme alle informazioni



Foto 2 Tre esempi di sensore: multispettrale Maia, con un canale di acquisizione fotografico (RGB) e 8 canali su 89 diverse lunghezze d'onda; al **centro** la fotocamera Mapir per acquisizioni infrarosse (NIR); a **destra** una camera Flir che opera sul lontano infrarosso per la stima delle temperature

FIGURA 1 - Applicabilità dei sistemi di rilievo di prossimità, da aeromobile e da satellite per la gestione sito-specifica differenziata nei sistemi colturali erbacei (1)

Tecnica agronomica	Sensore di prossimità	Sensore remoto	Satellite
Fertilizzazione	Concimazione azotata	Concimazione azotata	Concimazione azotata
Trattamenti fitosanitari			
Diserbo	Pre-semina	Pre-semina post-emergenza	
Irrigazione			
Semina		In corso di verifica	
Lavorazione		In corso di verifica	

Applicabilità:



NON PRATICABILE



SPERIMENTALE



OPERATIVA

(1) Adattato da «Linee guida per lo sviluppo dell'agricoltura di precisione in Italia» del Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali, a cura del gruppo di lavoro nominato con dm 8604 dell'1-9-2015.

su suolo e su meteo e rese delle annate precedenti, possono essere impiegate per eseguire zonazioni e per completare simulazioni. Tali operazioni sono indispensabili per prevedere gli andamenti produttivi e quindi ottimizzare gli input agronomici nelle diverse aree omogenee identificate. **Le analisi da drone (foto 3) hanno però la loro peculiarità (rispetto a satelliti e sensori prossimali) nella flessibilità e rapidità di ingresso in campo. Questo risulta fondamentale in alcuni trattamenti fitosanitari o di diserbo.** Un esempio recente è stato riportato nell'ambito di un progetto veneto (Droni e agrosistemi 4.0), in cui i droni sono stati impiegati con successo per distinguere le fasi di invaiatura del pomodoro e riconoscere il momento e le aree di maturazione dei frutti.

L'uso di aeromobili come piattaforme di trasporto sensori è forse il più indicato nel caso di misure termiche nel lontano infrarosso per mezzo di microbolometri. Tali misure, infatti, risultano molto instabili se condotte a terra, a causa della lentezza dell'operazione, e non significative da satellite a causa dell'eccessiva distanza di acquisizione. Vi sono vari modelli sul mercato, commercializzati principalmente dalla Flir Systems (come la Tau 2, Duo R o Vue Pro) o dalla Optris GmbH

(come la PI400) con prezzi che variano tra 1.000 e 5.000 euro a seconda del numero di pixel (risoluzione laterale) e della sensibilità (risoluzione termica). La temperatura è un indicatore di evapotraspirazione, per cui temperature elevate di suolo e piante sono spesso sintomatiche di stress idrici (foto 4). Già da alcuni anni in Australia, Stati Uniti e Spagna si usano analisi termiche per supportare le attività di irrigazione, in particolare quando sono presenti in azienda centraline di programmazione e controllo. Inoltre gli stessi sensori consentono di riconoscere anomalie di funzionamento dei sistemi di irrigazione o di drenaggio, permettendo in questo modo interventi di riparazione mirati.

Utilizzo di satelliti

Negli ultimi anni si sta moltiplicando l'interesse per i dati spettrali raccolti da satellite. Già ormai da due anni sono rese disponibili gratuitamente le mappe raccolte dal satellite Sentinel 2 (del programma Copernicus, dell'Agenzia spaziale europea) e questo ha dato un forte impulso alla ricerca, così come a nuove iniziative imprenditoriali. La gestione dei dati, infatti, richiede spesso competenze e tempo di analisi non disponibili in azienda agricola, per cui

stanno emergendo sempre più servizi di analisi basati su piattaforme informatiche raggiungibili in internet. Il lancio del Sentinel 2 ha superato molti problemi, tra i quali i costi totali legati alle aree minime variabili tra i 25 e i 100 km², che tipicamente dovevano essere acquistate per ogni ordine con satelliti di missioni precedenti, quali ad esempio Quick-Bird, WorldView-2 o Rapid-Eye. L'uso dei satelliti già da tempo ha mosso grandi interessi.

Il primo di questi esempi risale infatti a quasi 20 anni fa, sviluppato in Francia per supportare le aziende nella gestione delle concimazioni per i sistemi colturali erbacei (Farmstar, basato su dati satellitari SPOT e oggi attivo su oltre 15.000 aziende per circa 800.000 ha). **Grazie anche all'integrazione con dati storici di resa e meteorologici, le mappe satellitari possono essere elaborate attraverso modelli di simulazione agronomica per confrontare diversi possibili scenari conseguenti a differenti pratiche agronomiche.** L'ottimizzazione di tali scenari consente non solo di definire le condizioni operative ottimali in termini di tempi di intervento, ma fornisce anche mappe di prescrizione per la dosatura variabile dei diversi input agronomici (semine, concimazioni, irrigazioni, ecc.). L'accesso a questo tipo di informazioni e servizi sta prendendo sempre più piede, con servizi che sono anche resi disponibili gratuitamente: un caso che sta facendo scuola è quello svedese di CropSat, che consente di stimare le variazioni di biomassa in campo e di definire mappe di prescrizione per macchine spandiconcime a rateo variabile. Per quanto concerne la fertilizzazione, questo consente importanti risparmi economici derivanti dalla riduzione o dalla migliore efficacia dei concimi.



Foto 3 Un drone equipaggiato con sonda multispettrale Maia

Non trascurabili anche tutti i vantaggi indiretti: non solo il minore impatto sull'ambiente, ma anche il minore utilizzo di macchine agricole, con risparmi conseguenti alla diminuita usura, minore impiego di carburante e inferiore calpestamento del suolo.

Per quanto riguarda invece la gestione dell'acqua, servizi quali Irrisat (di Ariespace srl), Irrimax (di Sentek Technologies), Aquatek (di Monsanto International sarl) o Manna (di Manna Irrigation ltd), sfruttando mappe satellitari, modelli di evapotraspirazione e indici di sviluppo fogliare, consentono di monitorare nel tempo lo sviluppo delle colture irrigue e di fornire contestualmente raccomandazioni agronomiche. Questi sistemi sono concepiti in modo diverso, richiedendo un differente grado di coinvolgimento dell'azienda agricola, con un conseguente diverso grado di precisione: in alcuni casi, infatti, sono utilizzate sonde di umidità posizionate a diverse profondità in punti spia in campo, mentre in altri casi sono sufficienti i dati provenienti da centraline Arpa o da sonde virtuali. In tutti i casi, i monitoraggi continui dell'umidità e del suolo forniscono indici di correzione ai modelli di simulazione impiega-

ti, supportando l'imprenditore agricolo con informazioni e raccomandazioni aggiornate in tempo reale. Questo tipo di soluzione diventerà via via sempre più interessante in futuro, in scenari di riduzione della disponibilità idrica o con il prevedibile aumento dei costi conseguenti alle politiche di tariffazione delle risorse idriche, spinte dall'Unione europea.

Grandi potenziali

Questa grande disponibilità di nuovi strumenti, siano essi prossimi o remoti da aeromobile o satellite, può cambiare, e sta di fatto cambiando, il modo di fare agricoltura in molte parti del mondo. Tuttavia, in un contesto come quello italiano, caratterizzato da una grande frammentazione e da dimensioni limitate delle aziende agricole, queste nuove tecnologie faticano a farsi spazio. Ma è proprio **l'estrema variabilità dei nostri suoli e della nostra orografia che può determinare il successo e il vantaggio che deriva da questi dati.** I dati da soli però valgono poco e devono essere tradotti in informazioni per diventare comprensibili e fruibili: solo una volta che è stato fatto questo passo si può passare all'azione, cioè alla pratica in campo. Per questo passaggio il processo non è banale e sono necessarie competenze, formazione e anche investimenti non solo in strumentazioni e attrezzi predisposti per la dose variabile, ma anche in tempo e in personale adeguatamente formato per la gestione e l'elaborazione di informazioni e mappe.

Francesco Marinello

Dipartimento Tesaf - Università di Padova
Neos srl

Marco Sozzi

Dipartimento Tesaf - Università di Padova

Alessia Cogato

Dipartimento Tesaf - Università di Padova
Isiss G.B. Cerletti di Conegliano (Treviso)

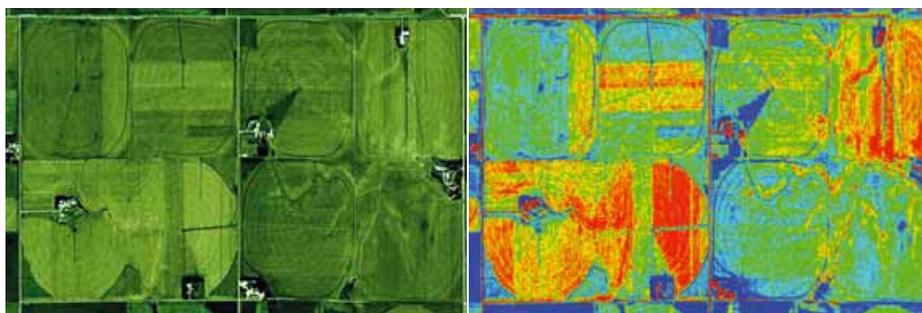


Foto 4 Immagine aerea e corrispondente analisi termica su un'area irrigata con sistemi a pivot: le aree rosse sono relative a quelle con temperature della vegetazione superiori e quindi più probabilmente soggette a uno stress idrico a causa di un malfunzionamento nel rilascio dell'acqua o di un terreno più drenante. Foto Neos srl

Per commenti all'articolo, chiarimenti o suggerimenti scrivi a:
redazione@informatoreagrario.it

ALTRI ARTICOLI SULL'ARGOMENTO

- *Sensori ottici per la raccolta dei dati in agricoltura.*
Pubblicato su *L'Informatore Agrario* n. 1/2018 a pag. 80-83.

www.informatoreagrario.it/bdo

L'INFORMATORE AGRARIO

www.informatoreagrario.it



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.