

STA DIVENTANDO COMPLICATO...OCCORRE UNA BASE COMUNE!!!

AGRICOLTURA DI PRECISIONE

E' una strategia gestionale integrata dell'azienda agricola e delle lavorazioni che si avvale di moderne strumentazioni ed è mirata all'esecuzione di interventi agronomici che tengano conto delle effettive esigenze colturali e delle caratteristiche biochimiche e fisiche del suolo.

Si realizza grazie all'integrazione di diverse scienze e tecnologie quali: Agronomia, Geologia, Chimica, FMIS*, ISOBUS, Sistemi di guida assistita o automatica, VRA*, Controllo Automatico delle sezioni, GNSS*, etc.

NON richiede connettività remota di macchine e sistemi verso il cloud.

AGRICOLTURA SMART

«Smart» è un termine di uso comune con il quale si indica la capacità di un sistema di utilizzare le informazioni disponibili per offrire servizi sempre più mirati.

In ambito agricolo si indica quindi una strategia in grado di utilizzare grandi moli di informazioni per adattare ed ottimizzare - anche in tempo reale - ogni operazione svolta in azienda agricola o in campo.

AGRICOLTURA 4.0

Termine derivato dal programma Europeo per la Transizione Digitale denominato Industria 4.0.

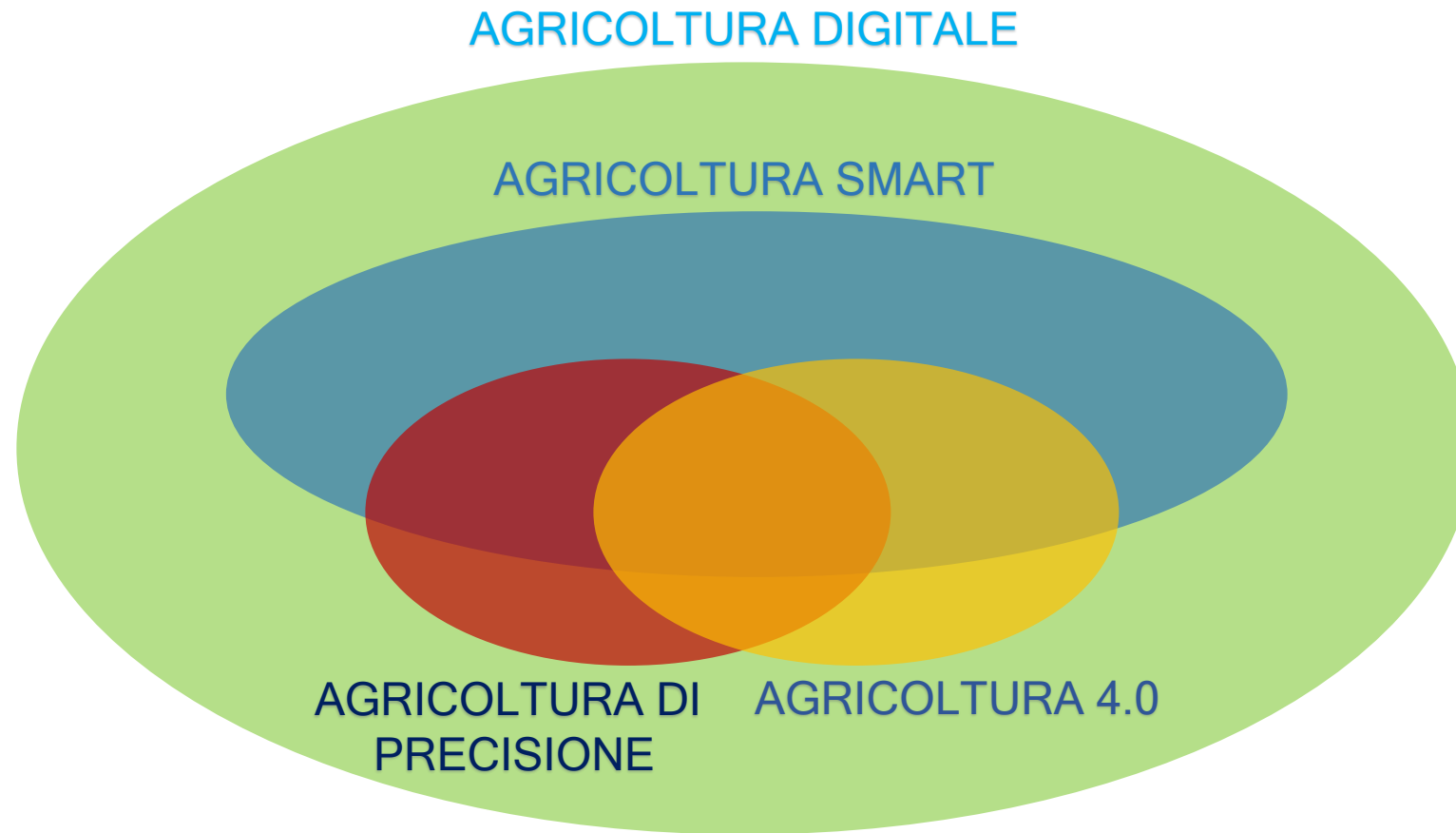
Ha come principale requisito l'interconnessione di macchine e sistemi con servizi in cloud e la loro integrazione in termini di flusso di informazioni.

Non riguarda le strategie ma le tecnologie per la connettività e la trasmissione delle informazioni

AGRICOLTURA DIGITALE

E' il termine che indica l'utilizzo di informazioni in formato digitale e di macchine e sistemi in grado di generare, elaborare ed utilizzare tali dati.

PIU' IN BREVE...

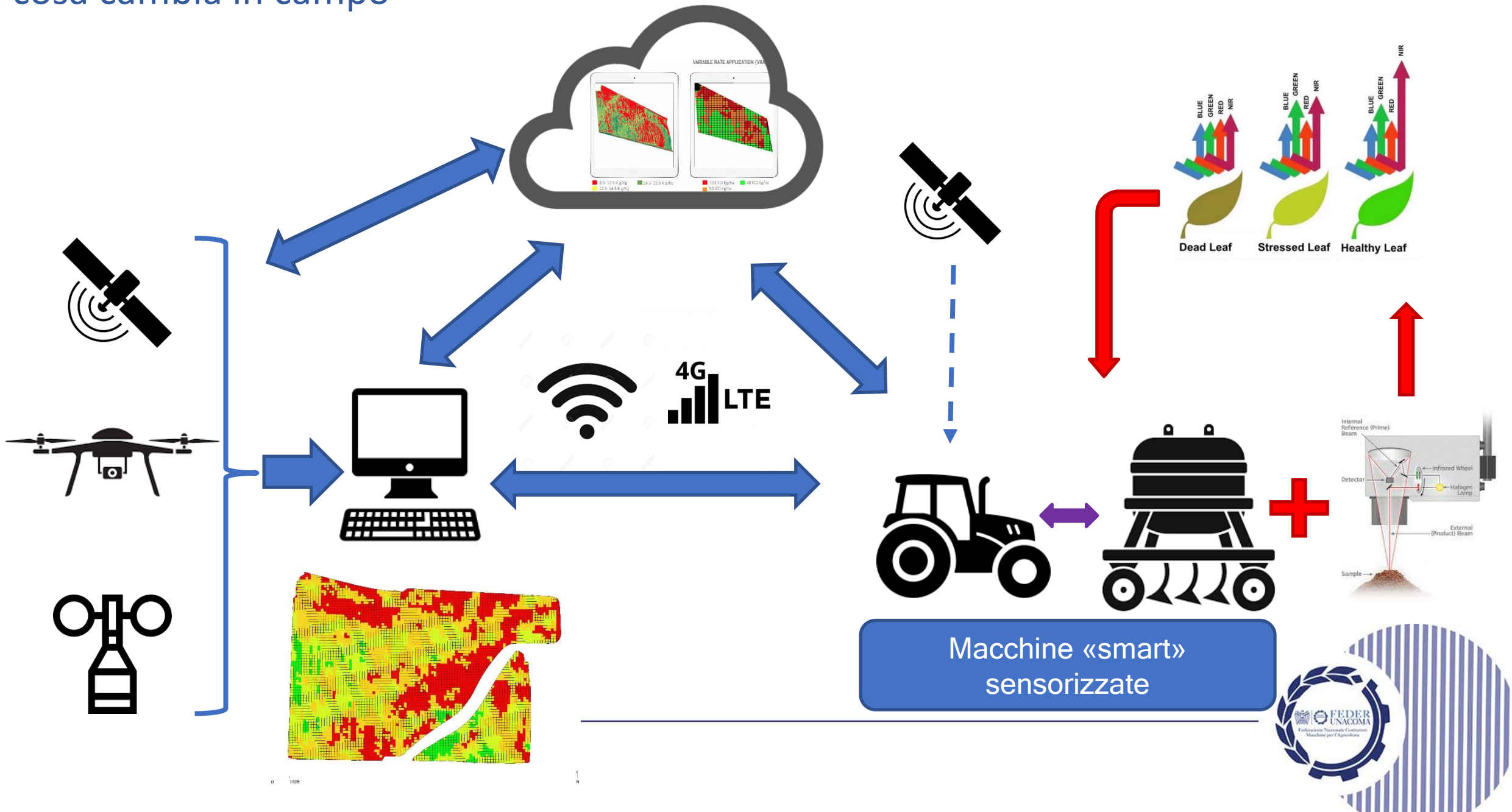




L'importanza del sensing



cosa cambia in campo



Esempio: Semina di precisione

Semina basata su mappa di prescrizione

Spaziatura indipendente per ogni testa di semina

Consente diserbo meccanico incrociato intra e inter fila

Velocità di lavoro fino a 16km/h → un seme ogni 70ms circa

Precisione 1cm → errore temporale max 2ms

Ridotto errore di posizionamento seme

Ridotti fallanze o doppi semi

Inutile rimarcare che I sistemi GNSS sono essenziali per questo tipo di operazioni

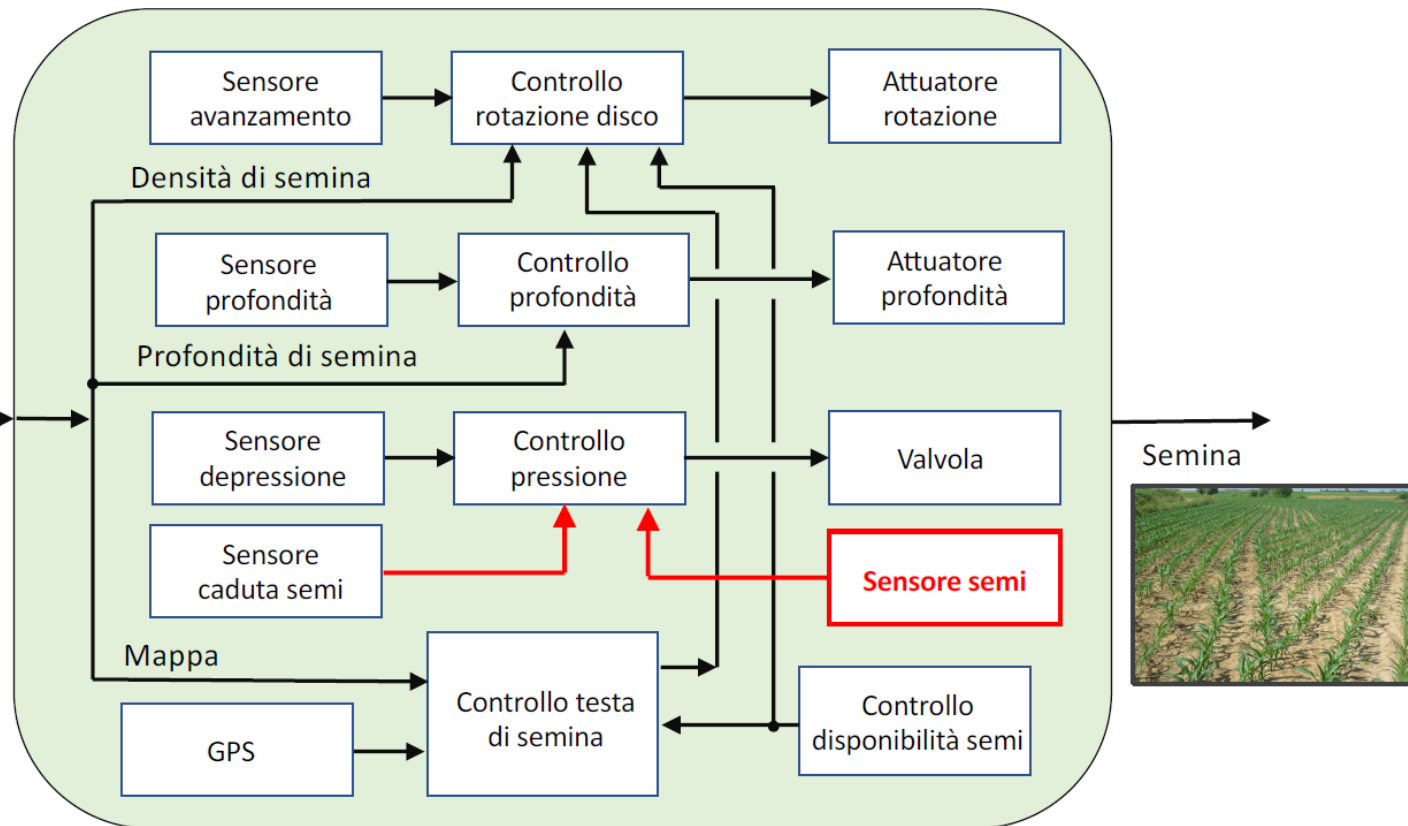


Esempio: Semina di precisione



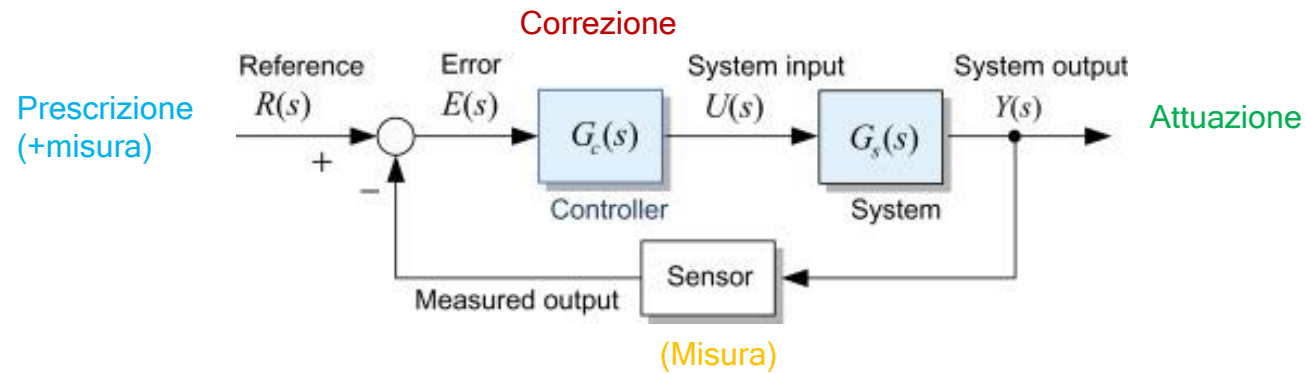
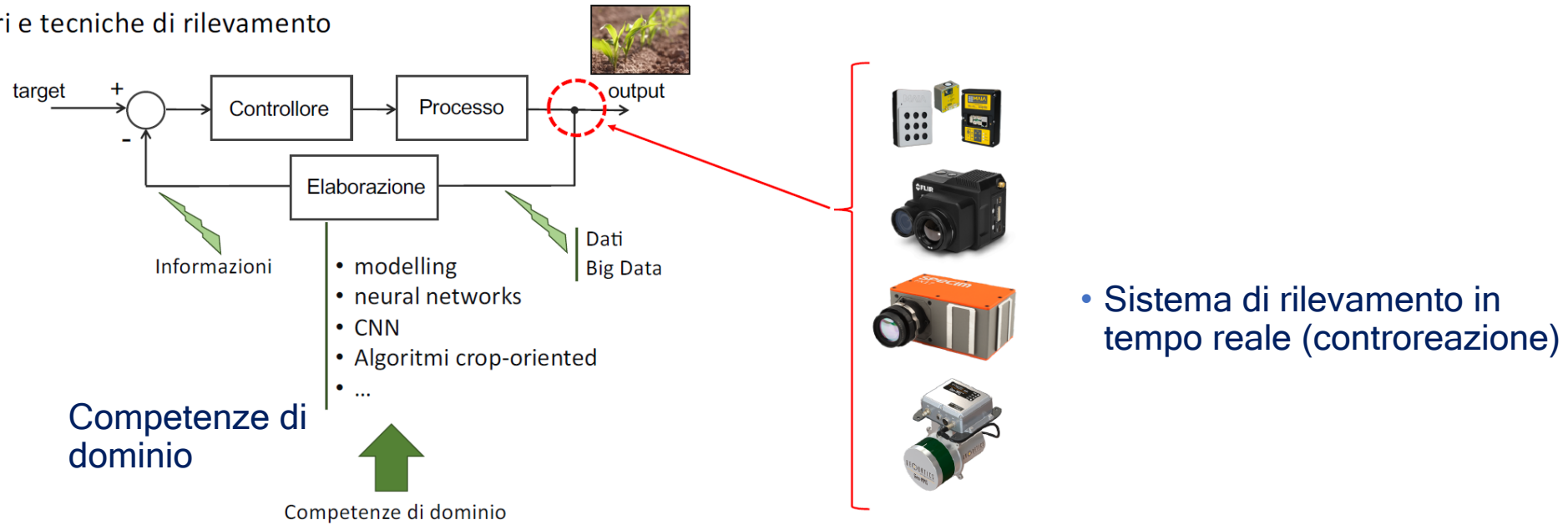
Parametri di semina:

- densità
- profondità
- mappa



Un approccio basato sulla tecnologia

Nuovi sensori e tecniche di rilevamento



Esempio: diserbo robot



Individuazione automatica infestanti mediante image processing e classificazione

Eliminazione Meccanica infestanti

Completa autonomia



Esempio: controllo predittivo feedrate

- Telecamere stereo 3D rilevano lo scenario davanti alla mietitrebbia (stima volume)
- In input vi sono anche modelli di vegetazione consistenti in mappe di biomassa generate da satellite o droni
- Durante il processo la mietitrebbia unisce i dati mappati con quelli rilevati dalle telecamere e valuta la velocità corretta di raccolta



- Migliore gestione raccolto (si evitano sprechi)
- Si Evita danneggiamento piante
- Si evitano intasamenti delle camera della mietitrebbia e eventuali fermo macchina per rimuoverli



Approfondiamo un po' il funzionamento di un sensore

Sensore:

- Parte del sistemi di misurazione sensibile a particolari stimoli legati alla grandezza da misurare



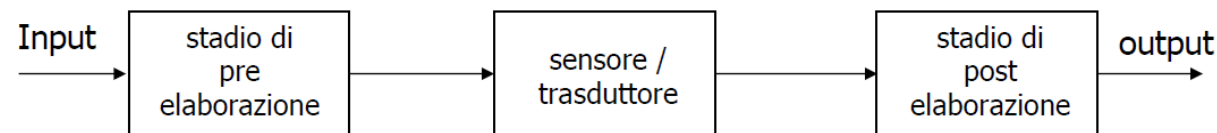
Trasduttore:

- Parte del sistemi di misurazione in grado di convertire energia da una forma primaria rilevata ad un'altra più idonea ad una valutazione



Rilevatore:

- Parte del sistemi di misurazione che trasforma l'output del trasduttore in una indicazione percepibile da almeno uno dei nostri sensi



classificazion

Classificazione sensori:

- Sulla base della caratteristica fisica che varia in seguito alla variazione della grandezza di ingresso (sensori resistivi, capacitivi, induttivi, ottici, ecc.)
- Del principio fisico che ne governa il funzionamento (sensori piezoelettrici, elettromagnetici, ecc.)

Classificazione trasduttori:

- Si basano sul trasferimento di energia:
 - Radiante (intero spettro di radiazioni elettromagnetiche: si possono misurare frequenza, fase, intensità, polarizzazione)
 - Meccanica (misurazioni di distanza, velocità, forza)
 - Termica (temperature, capacità termica, calore latent)
 - Elettrica (tensione, corrente, resistenza, capacità)
 - Magnetica (campo di forza, densità di flusso)



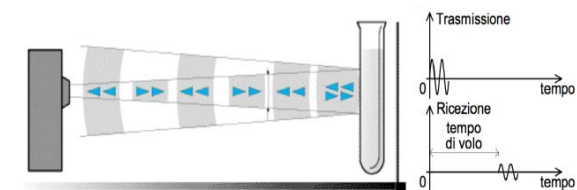
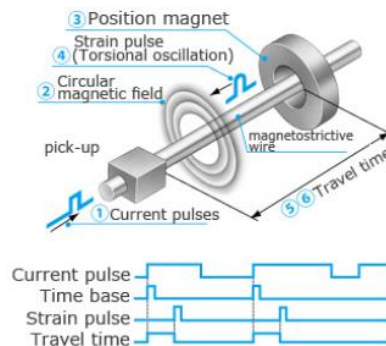
Cosa possiamo misurare

Posizione lineare:

- sensori resistivi
- Trasduttori a filo
- Sensori magnetostrittivi
- ...

Distanza:

- ultrasuoni

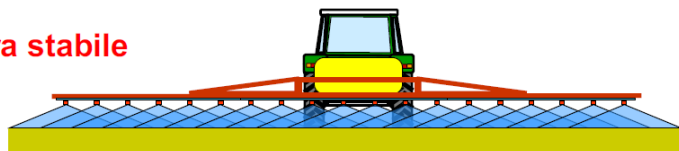


Sensori ad ULTRASUONI a RIFLESSIONE: applicazioni

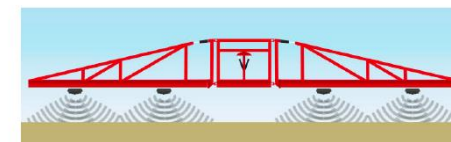
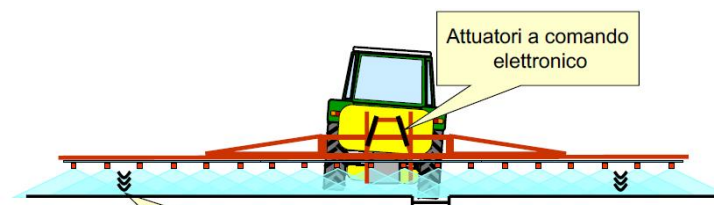
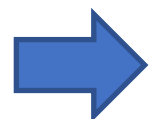
Sistema di auto-livellamento delle barre irroratrici



Barra stabile



Oscillazioni verticali



Sensori per tutte le macchine: esempio erpice rotativo

Perché «smart»?

- Maggiore produttività
- Migliore qualità lavorazione
- Riduzione guasti
- Manutenzione predittiva
- Nuove tecniche progettuali



Elementi di controllo e monitoraggio



Inclinazione macchina

Regolazione affinamento (profondità barra affinatrice)

Condizioni operative

Velocità Avanzamento

Grado di affinamento

Profondità di lavoro

Condizioni Suolo

Modello

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$ax^2 + bx + c = 0$$

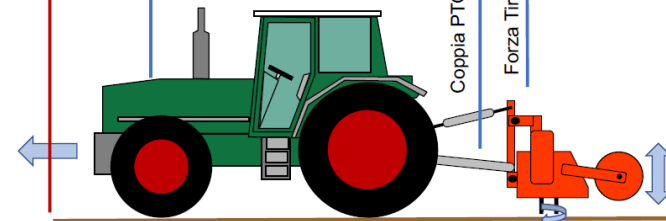
$$-b) = a^2 - b^2 \quad \text{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} (a + b)(a$$

$$\alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad \text{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

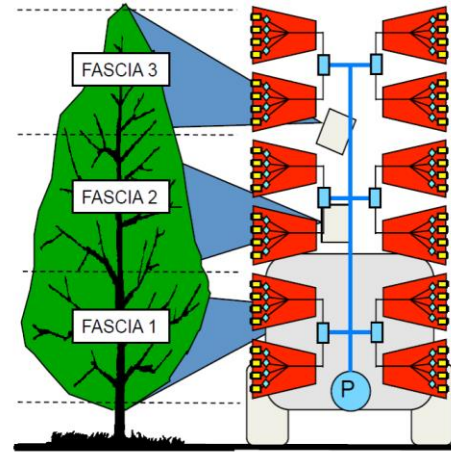
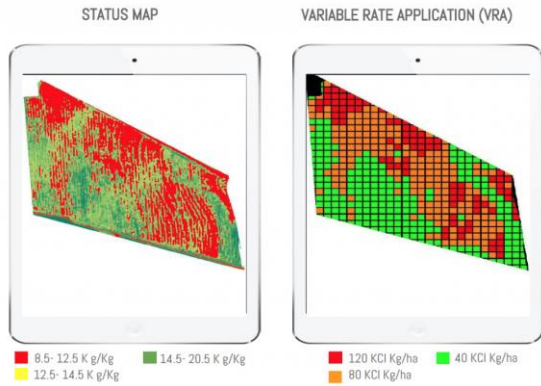
$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2 \quad \text{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$= a^2 - 2ab + b^2 \quad \text{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} (a - b)$$

CAN-ISOBUS



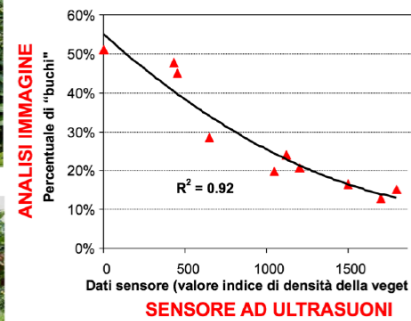
Real-time in vigneto



Progetto CASA: Crop Adapted Spray Application

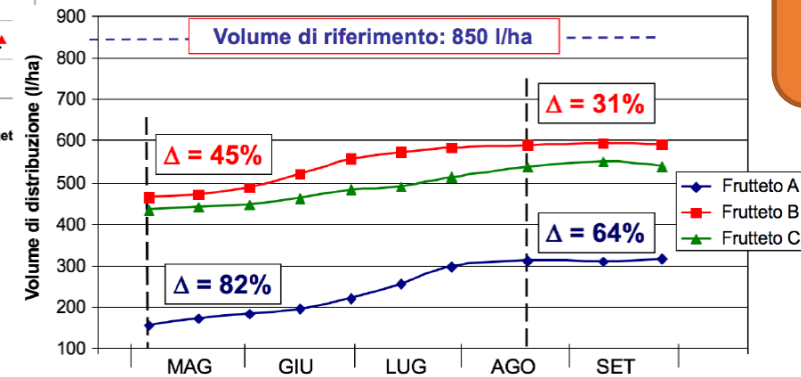


Sensori ad ultrasuoni che identificano la **DENSITÀ** della vegetazione



Riduzione dei quantitativi applicati

- Riduzione costi
- Minore impatto ambientale



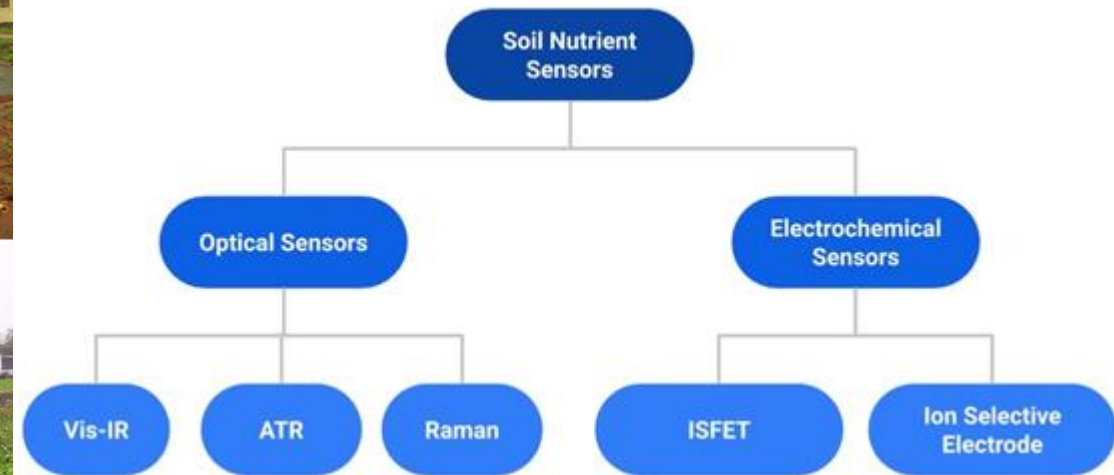
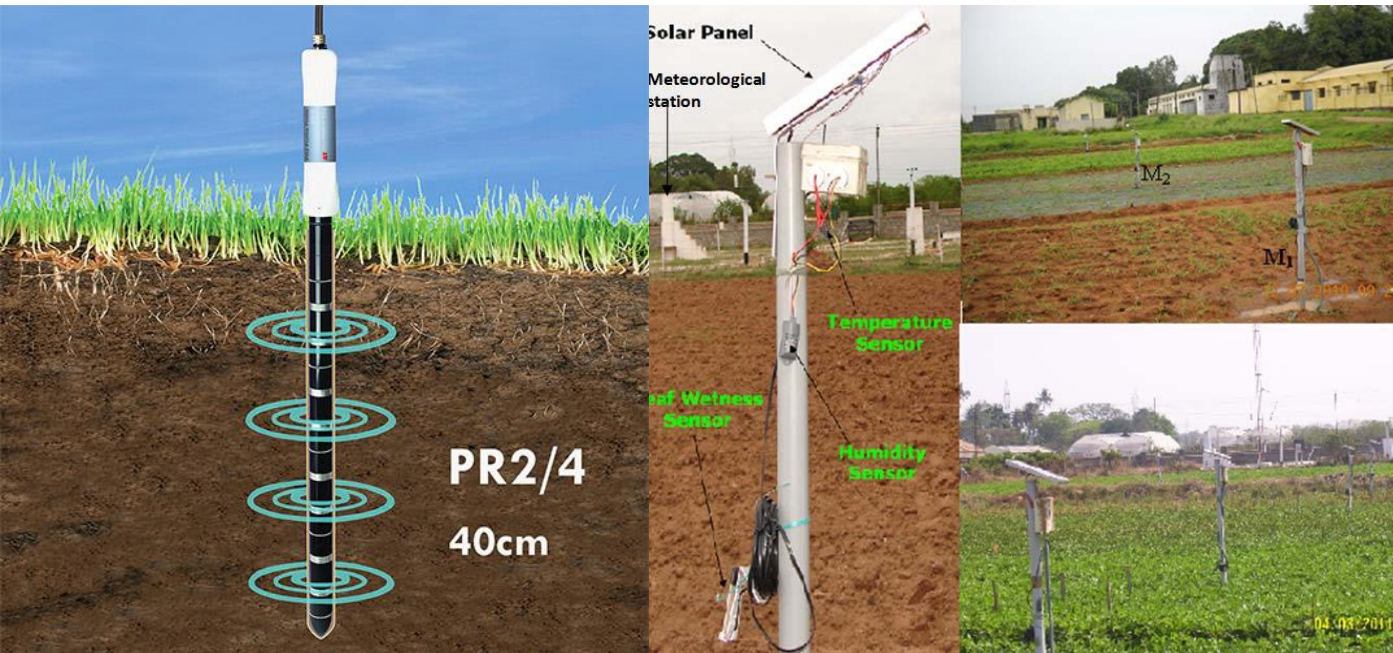
Fino all'80% !!



I «pali»

Sono sensori piantati nel terreno in grado di effettuare rilevazioni e trasmetterle in remoto:

- Molto comuni i sensori di umidità del terreno e del grado di porosità
 - Tensiometrici: misurano la resistenza del terreno al transito di acqua, sono quindi in grado di determinare il livello di porosità
 - Resistivi: misurano la resistenza del terreno al transito di corrente elettrica, legata al grado di umidità
- Ci sono poi sensori più complessi in grado di misurare la concentrazione di nutrienti
 - Possono misurare la concentrazione di determinati ioni attraverso transistor o elettrodi le cui caratteristiche variano in base alla presenza degli ioni stessi



I «pali»

Sono estremamente utili per irrigazione o concimazione adattive

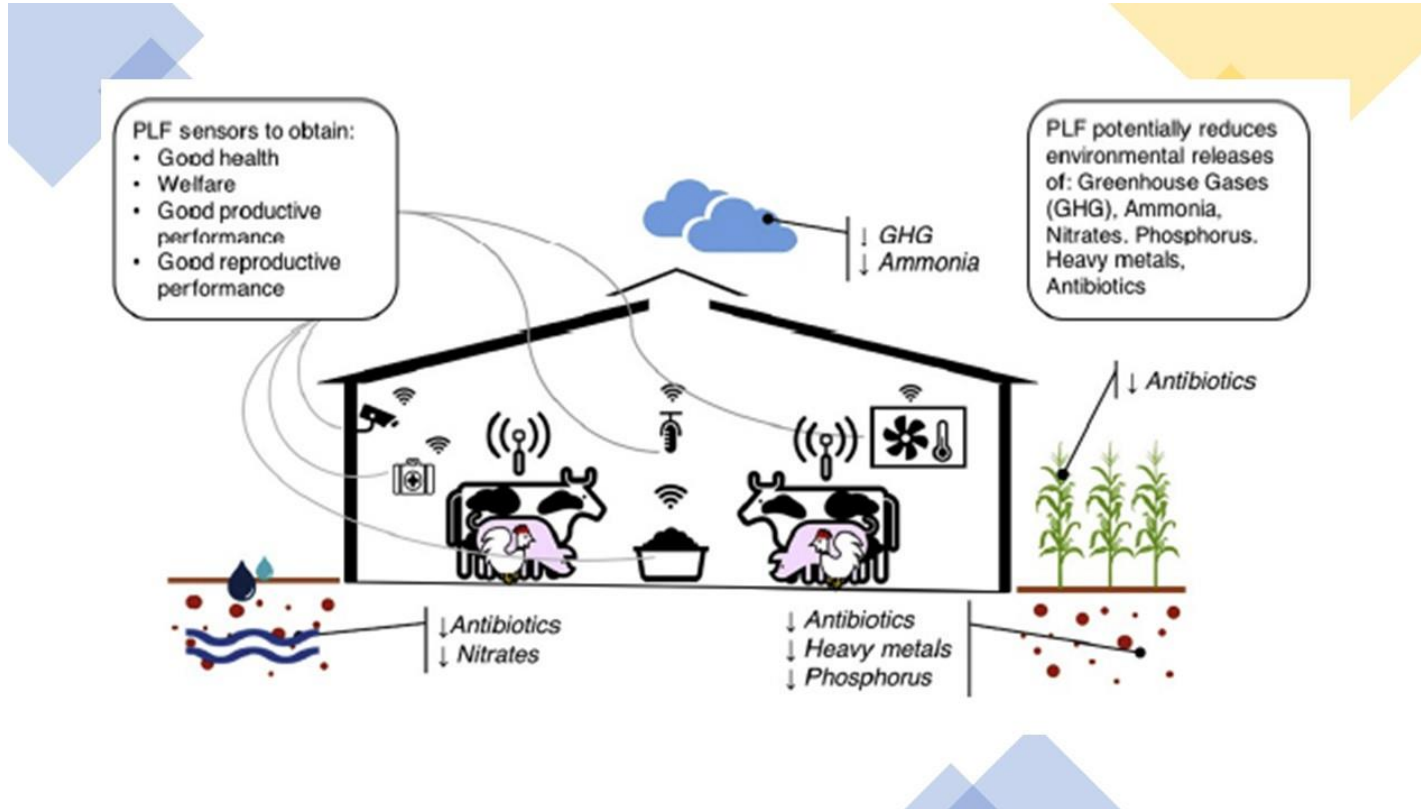
- Molto utili, però, anche per la semina o, addirittura, per macchine lavorazione terreno



Zootecnia

E' uno degli ambiti applicativi più complessi e «vari»

- La stalla integrata consente di seguire ogni fase di crescita, alimentazione e produzione dei capi



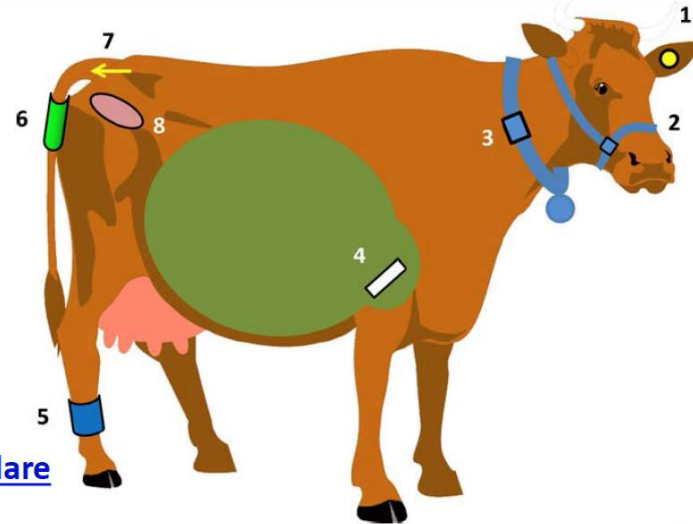
PLF – I sensori

In campo e in stalla

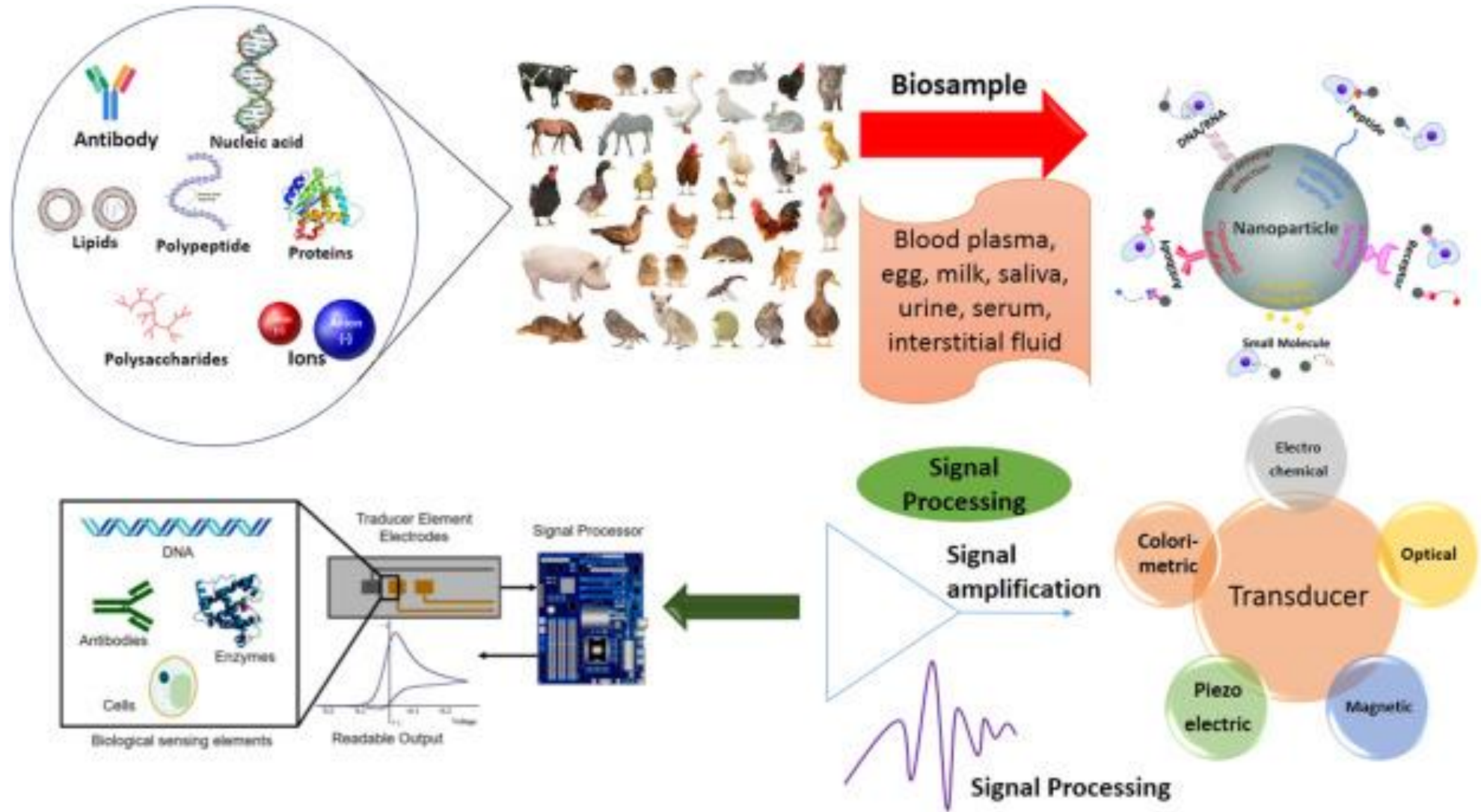
1. Trinciatrice
2. Trincea
3. Carro miscelatore
4. Clima / ambiente
5. Ventilazione
6.

Sull'animale

1. Marca auricolare
2. Cavezza
3. Collare
4. Bolo reticolo-rumine
5. Pedometro
6. Anello coda
7. Sensore sottocute coda
8. Bolo vaginale



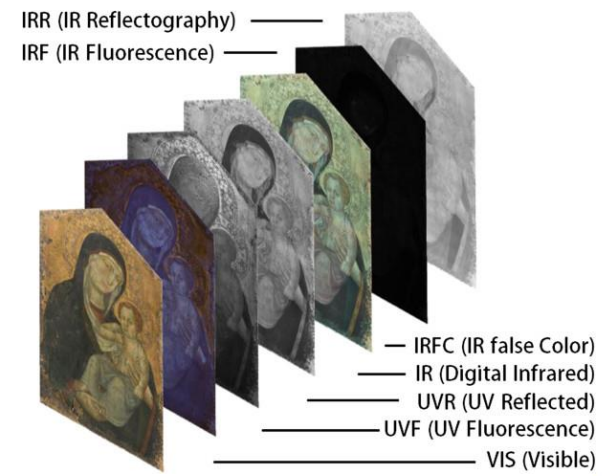
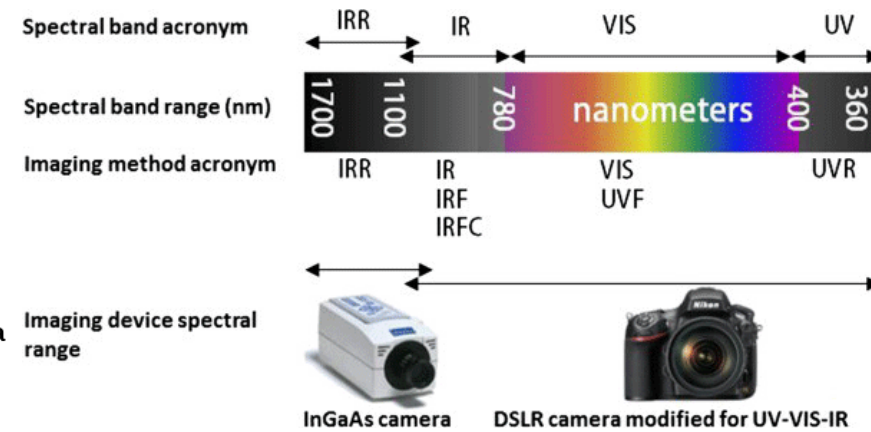
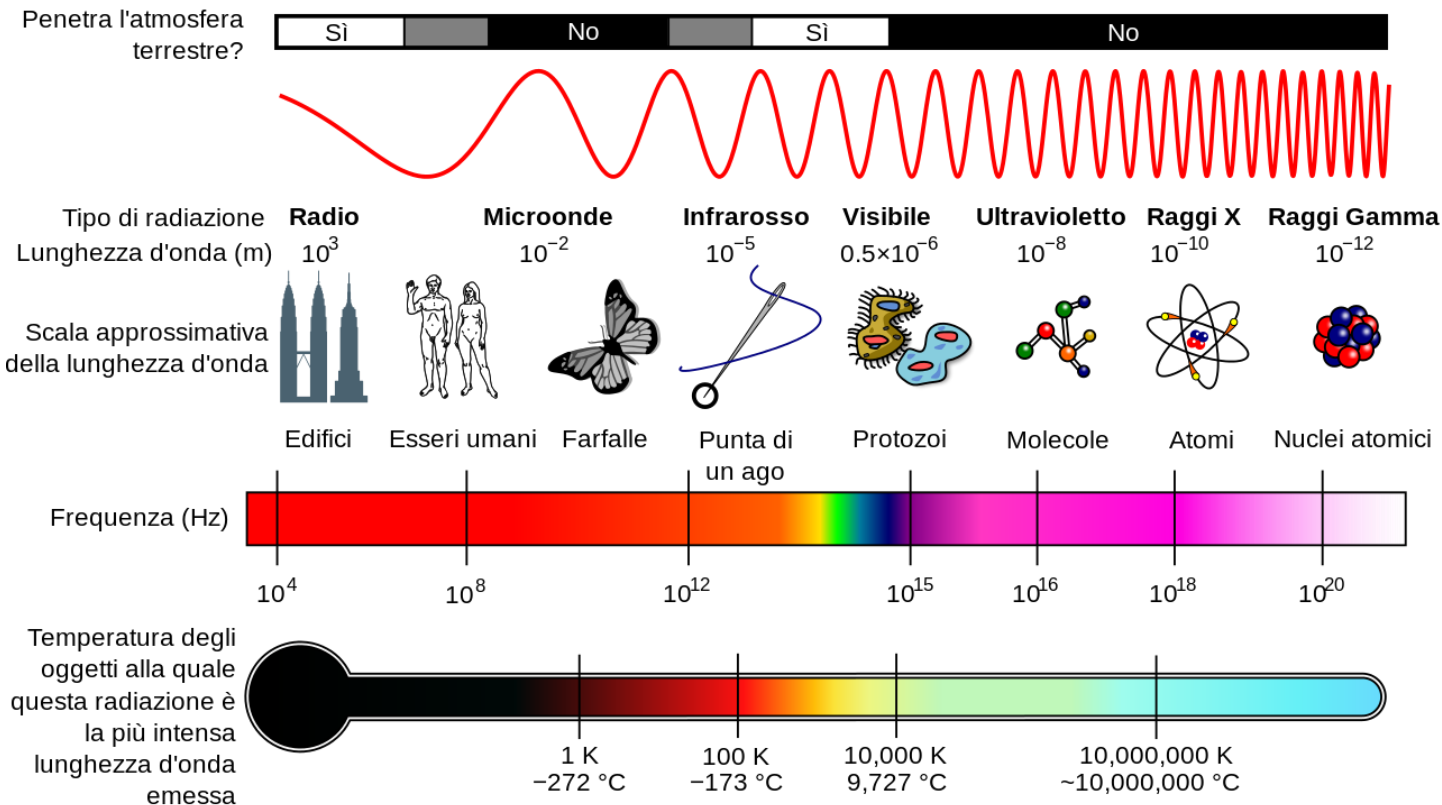
Zootecnia



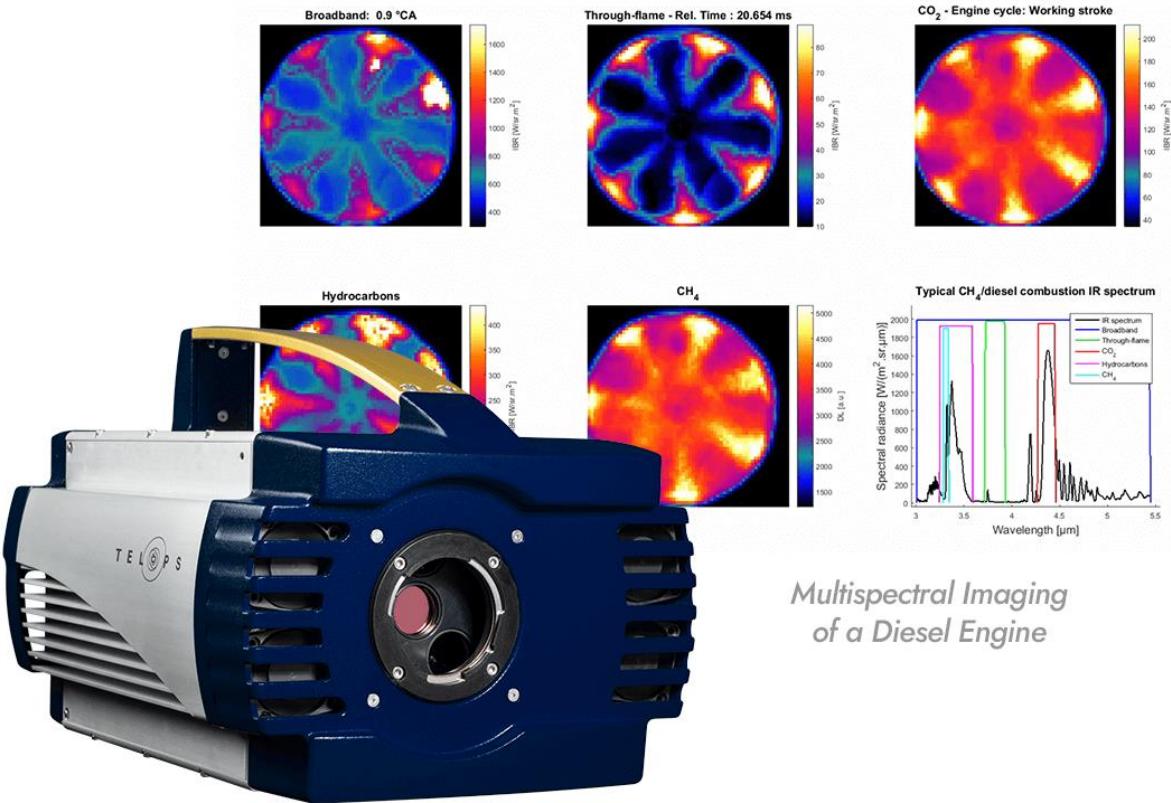
Sensori «moderni»: camere multispettrali

Possono misurare molte grandezze:

- Attraverso la valutazione dell'energia riflessa da una superficie



Sensori «moderni»: camere multispettrali



Multispectral Imaging of a Diesel Engine

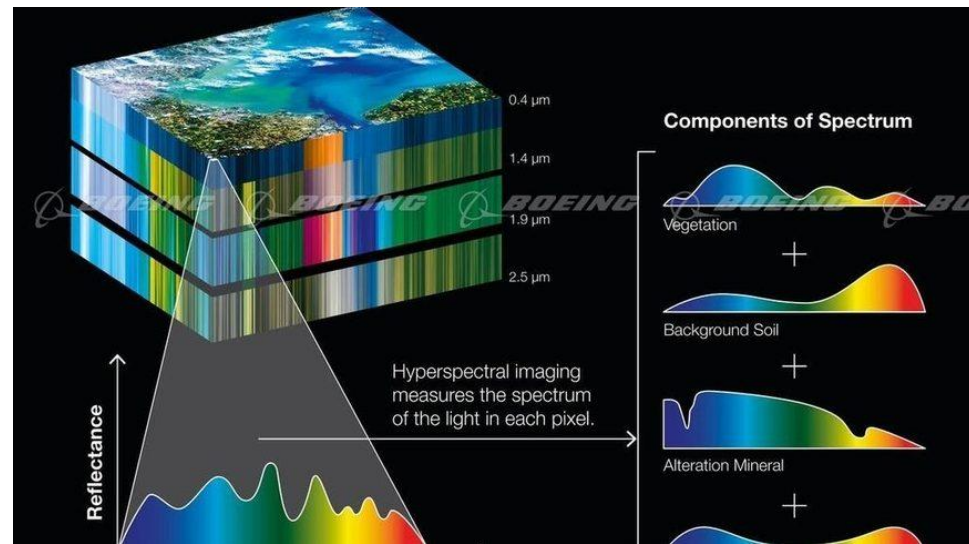
Altre tipologie

Termiche-Infrarosso:

- Possono valutare lo stato di crescita delle piante ed alcuni disagi valutando la riflessione termica, ovvero l'energia emessa dalle piante che, a differenza delle camere a spettro visivo che si basano su immagini, può essere stimata in tempo reale

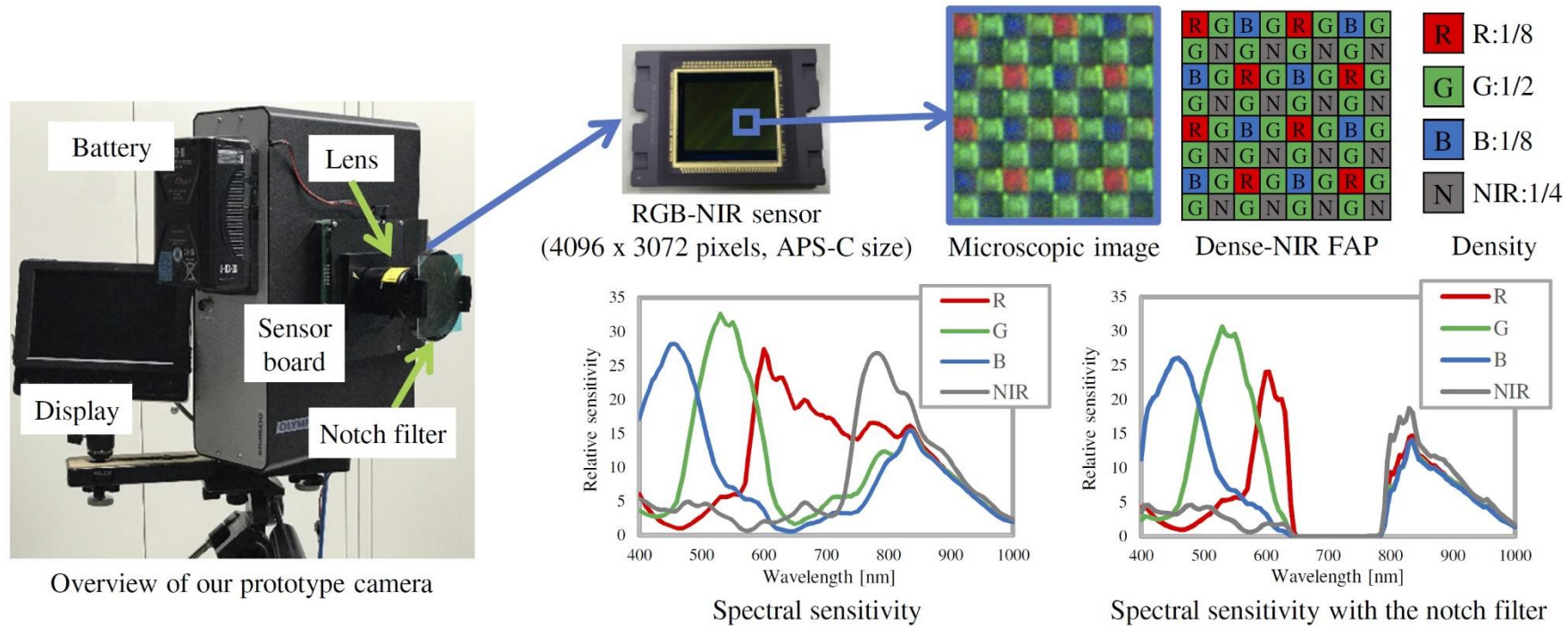
Iper-Spettrali:

- Utilizzano onde nello spettro dell'alta-altissima frequenza per monitorare infestazioni delle coltivazioni, così come, ad esempio, alcune patologie negli animali da allevamento



NIR

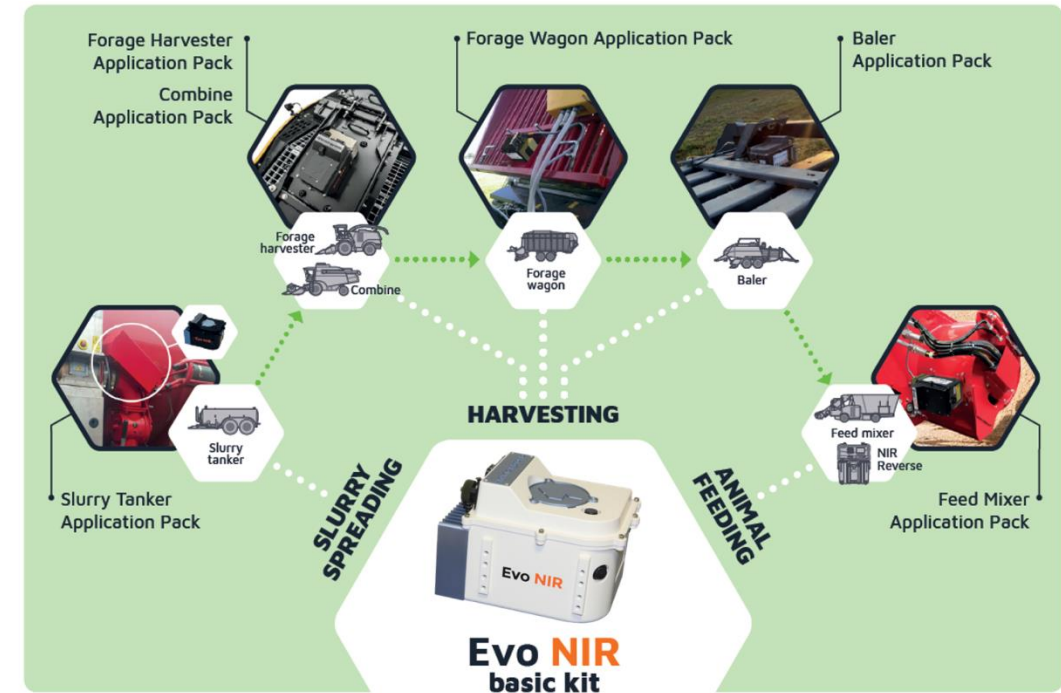
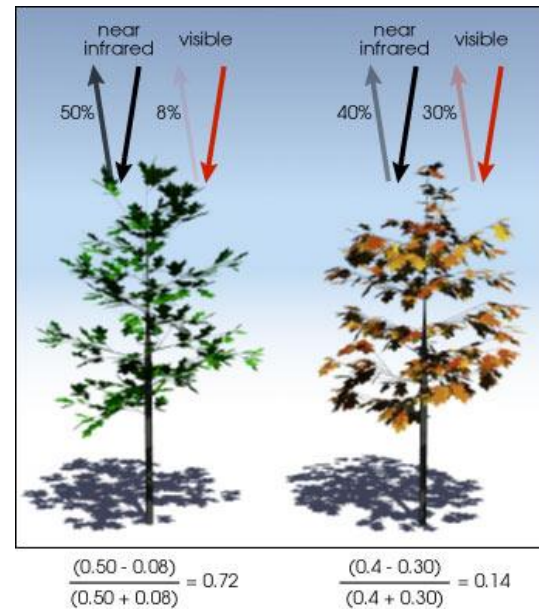
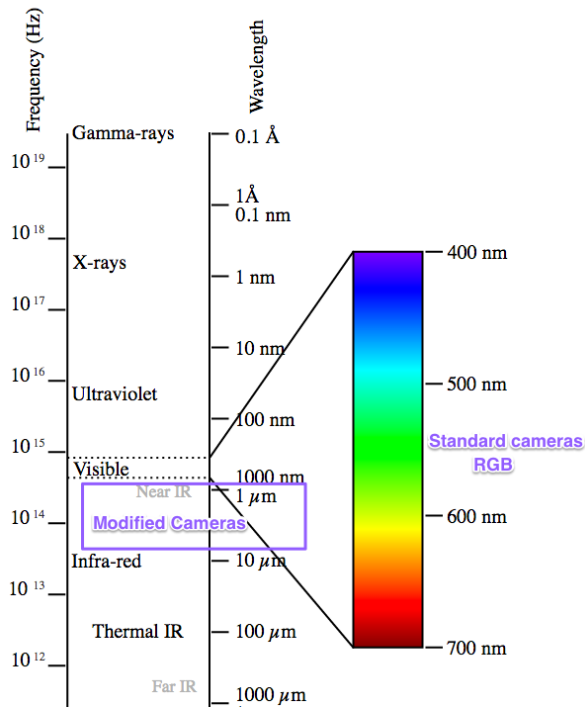
- Viene emesso un segnale luminoso vicino alla soglia dell'infrarosso e se ne valuta la riflessione
- La riflessione varia in base ad alcuni parametri quali: densità di materiale, valori proteici, umidità, sostanze chimiche, ec.



Camere multispettrali: l'indici NDVI

NIR:

- Conoscendo le modalità di riflessione di una determinata condizione si possono misurare molti parametri



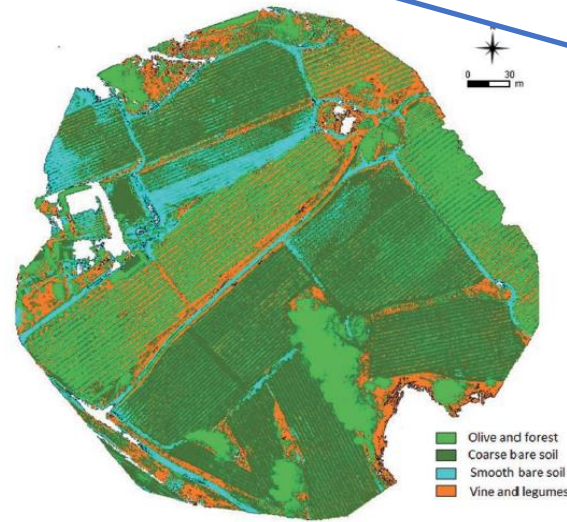
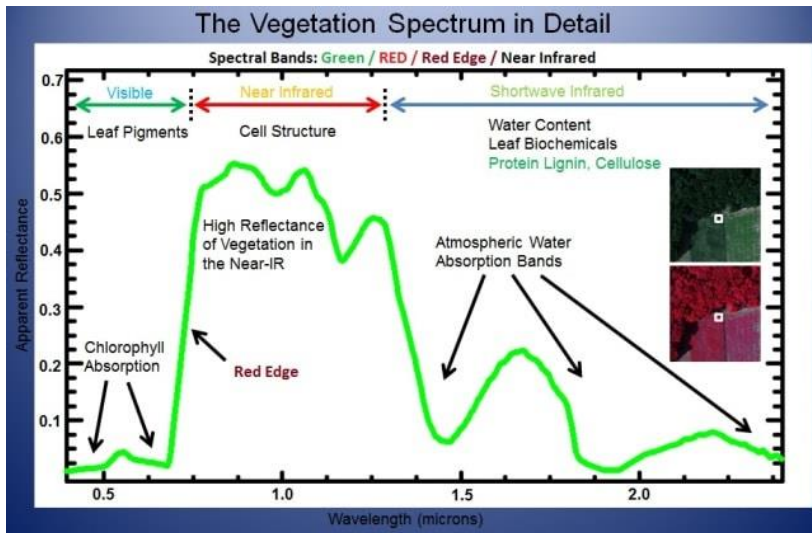
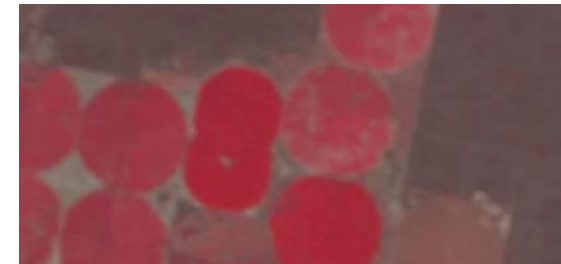
Camere multispettrali: l'indice NDVI

Normalized Difference Vegetation Index:

▪ Attraverso la sovrapposizione di diverse componenti dello spettro visivo, la costruzione di mappe NDVI consente di valutare lo stato di salute della vegetazione. Come minimo vengono valutati:

- Blue
- Green
- Yellow
- Red (fortemente assorbita dalla vegetazione verde in salute)
- Red Edge (legata all'assorbimento di clorofilla)
- Near Infrared (fortemente riflesso dalla vegetazione verde in salute)

«Fotografia»



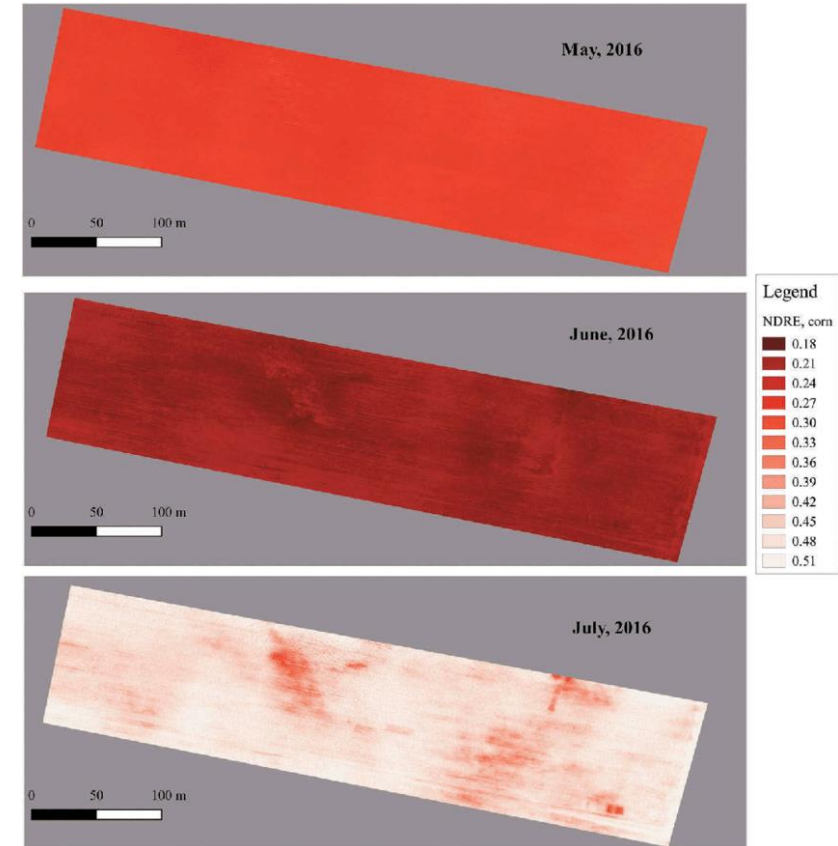
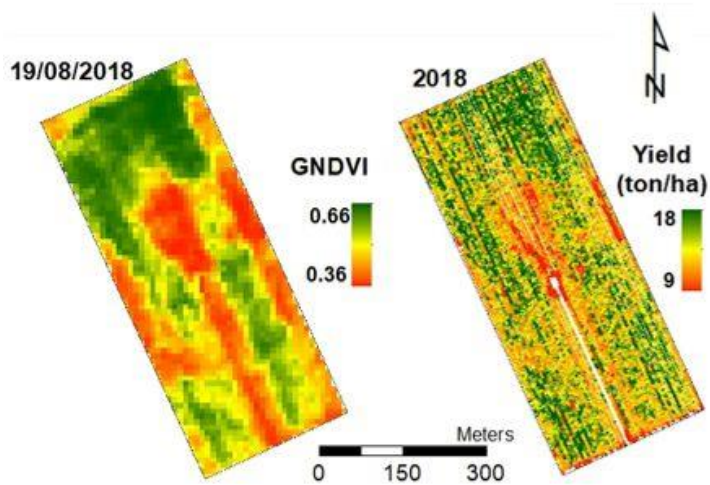
Camere multispettrali: Altri indici

Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI):

- Legata all'assorbimento dell'acqua e azoto, consente di ottimizzare l'irrigazione e alcune attività di concimazione

Normalized Difference Red Edge (NDRE):

- Indica l'attività fotosintetica, in particolare l'assorbimento da clorofilla e la dispersione causata dalla struttura delle foglie, consente di ottimizzare i tempi di raccolta anche grazie alla valutazione della densità foliare



Altre tipologie

Multispectral cameras
<20 k€



Thermal cameras
5-40 k€



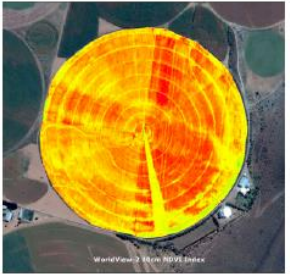
Hyperspectral cameras
>100 k€



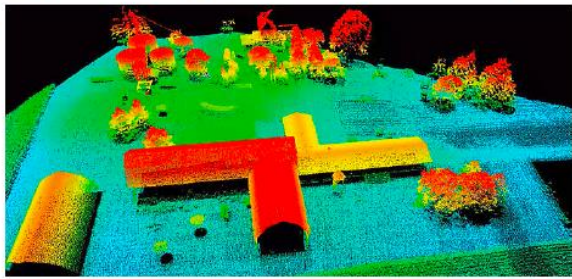
Lidar
20-60 k€



2D imagery



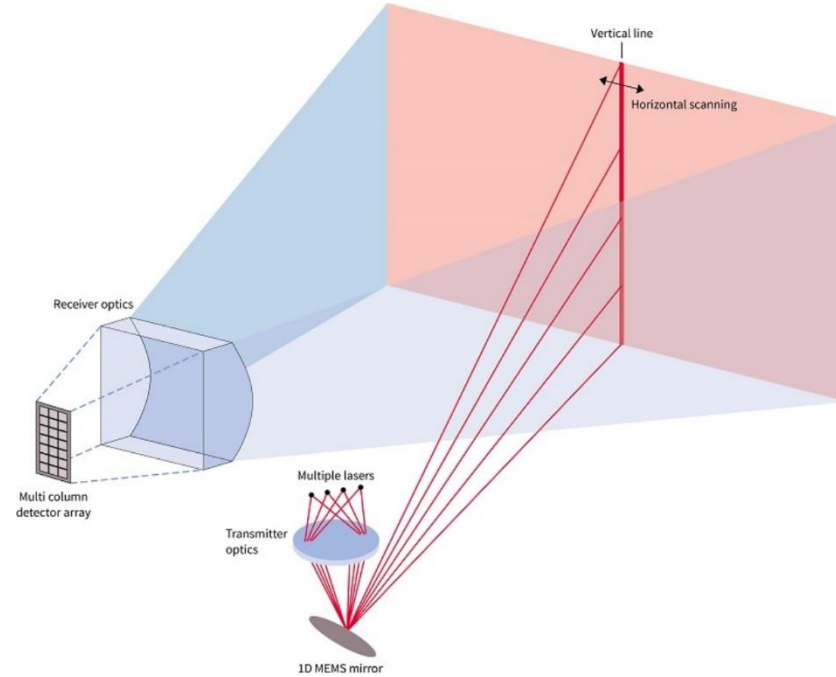
3D dataset



Sensori «moderni»: LIDAR

E' uno dei sensori principali per i sistemi di guida autonoma:

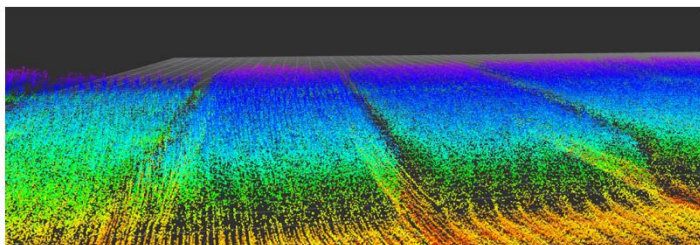
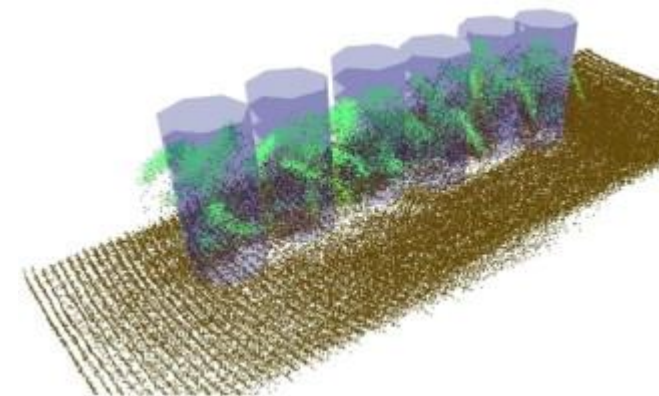
- Si basano sulla misura della riflessione di un segnale luminoso laser
- Estremamente precisi nel valutare la distanza della superficie colpita
- La loro lunghezza d'onda gli consente di essere pressochè immuni alla polvere, nebbia, fumo, ecc.



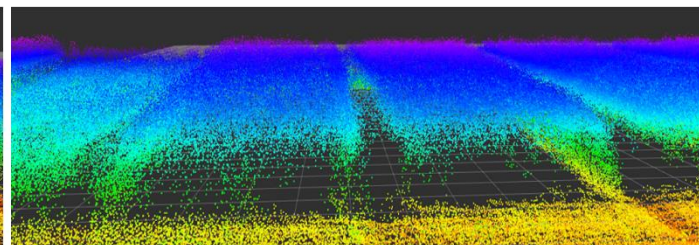
Sensori «moderni»: LIDAR

E' uno dei sensori principali per i sistemi di guida autonoma:

- Consentono la mappatura completa di un ambiente (in tempo reale con sufficiente potenza di calcolo...ormai sempre presente)
- Rilevano anche altre caratteristiche, come colore e temperatura.



(a)



(b)

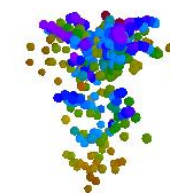


(c)

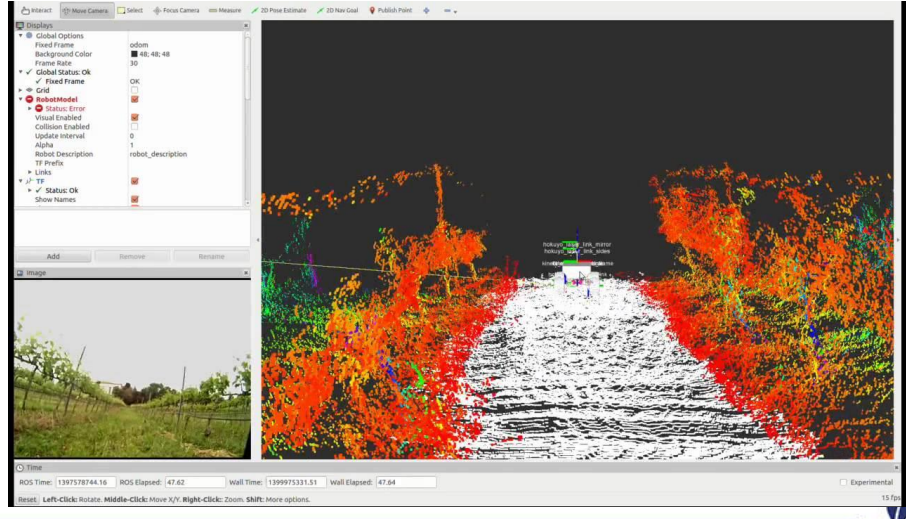
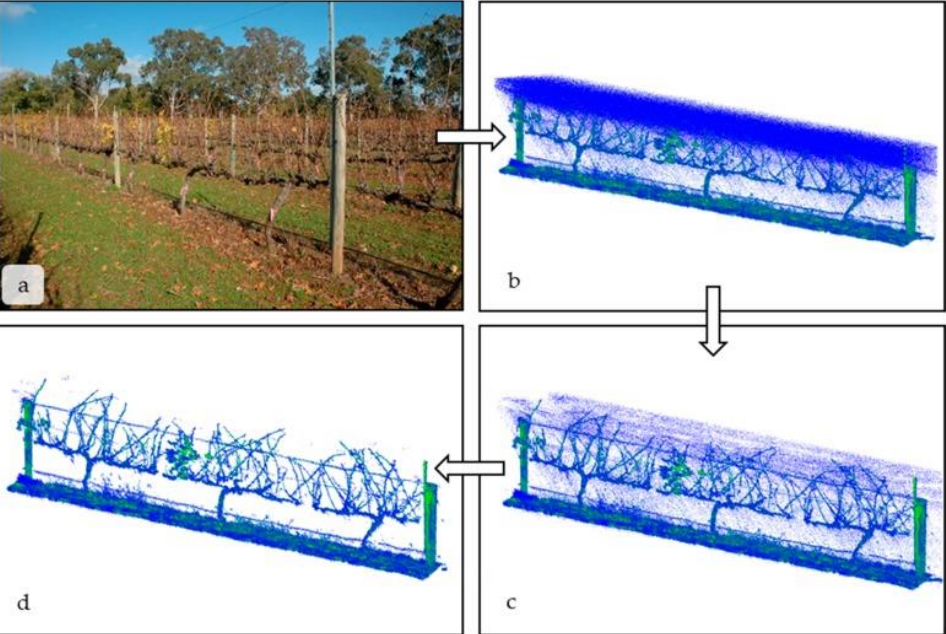


Phenotyping sensors

(a) BoniRob



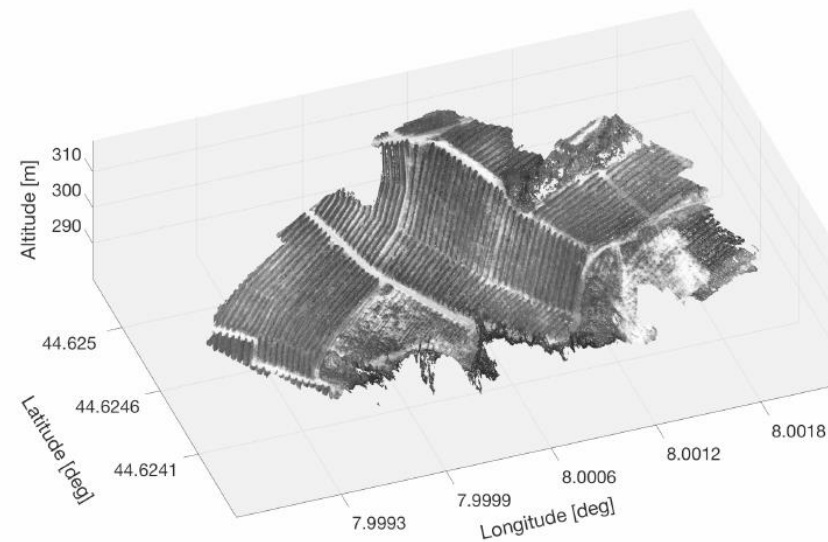
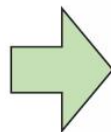
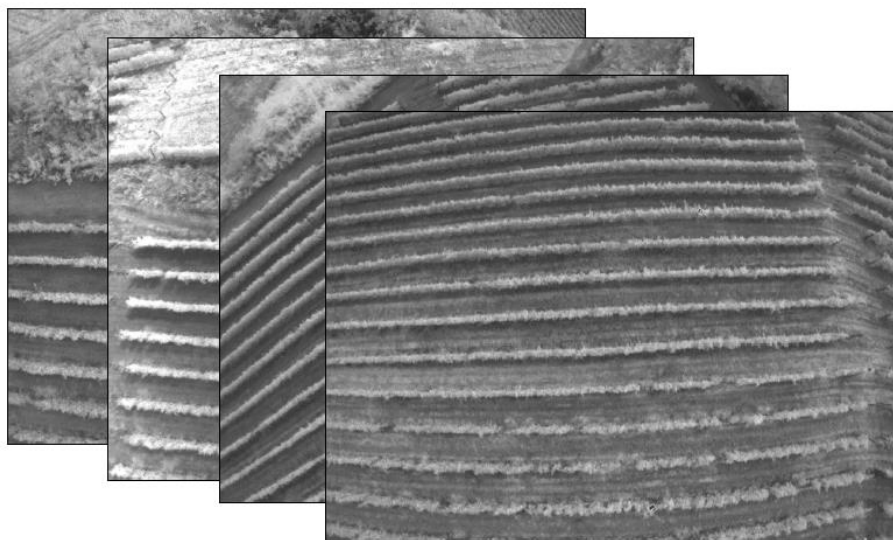
Sensori «moderni»: LIDAR



Tutto semplice quindi?



Ho una serie di immagini
aeree da camere
multispettrali



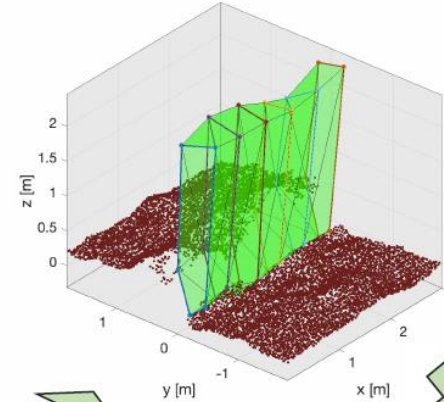
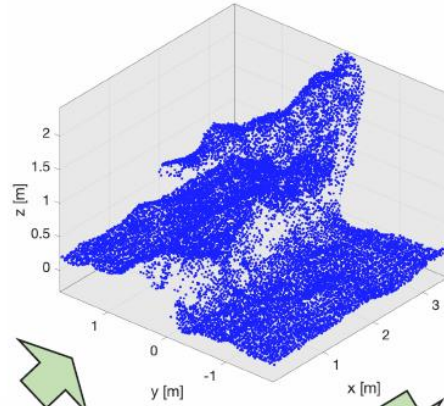
Nuvola «grezza» di punti 3D
e grezza



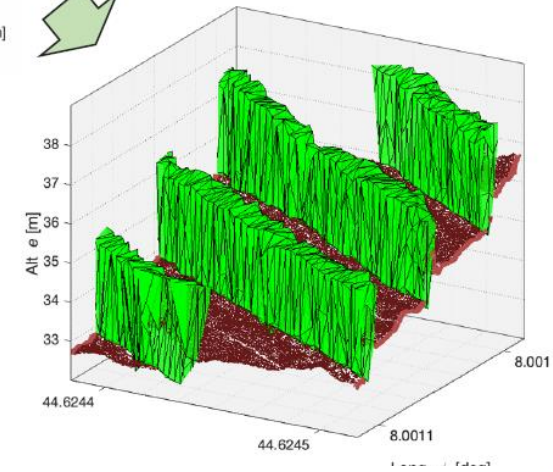
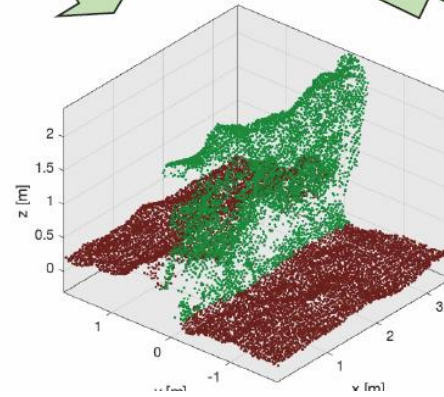
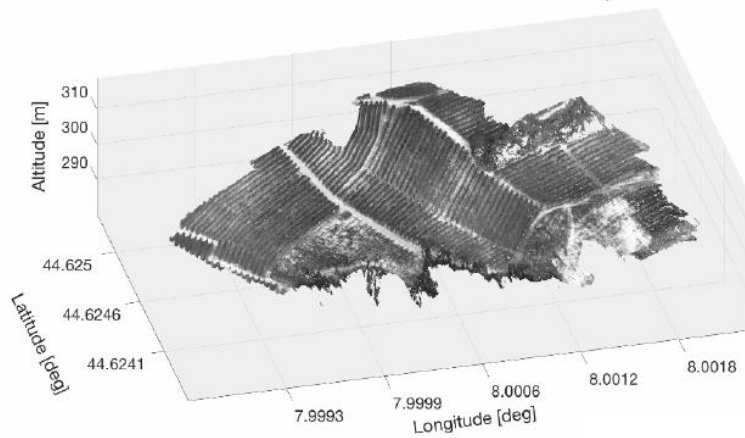
Una questione di numeri



Nuvola «grezza» di punti 3D
→ circa 600MB/Ettaro

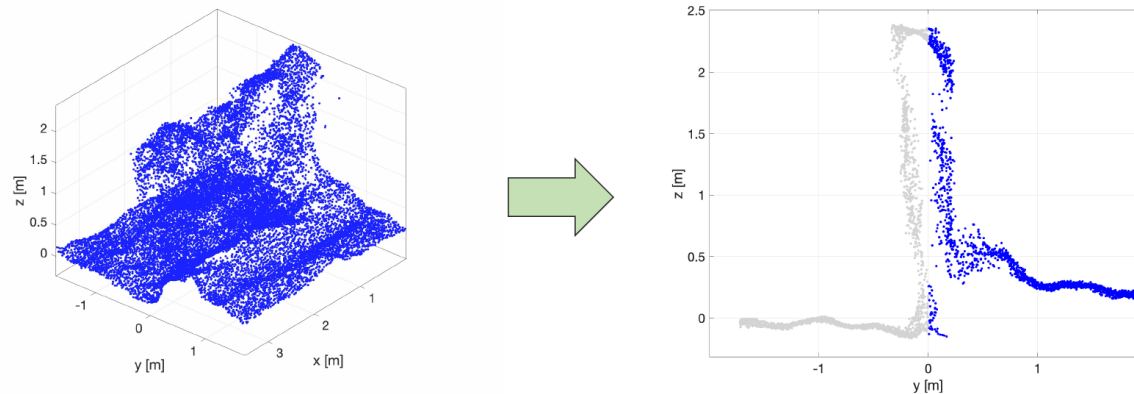


Modello **semplificato**
→ circa **1MB/Ettaro**

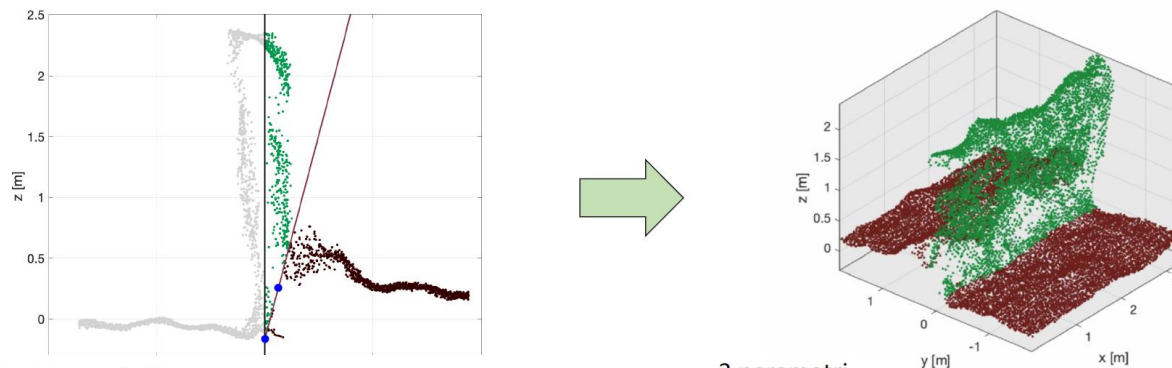


Una questione di numeri

Individuazione della **chioma**



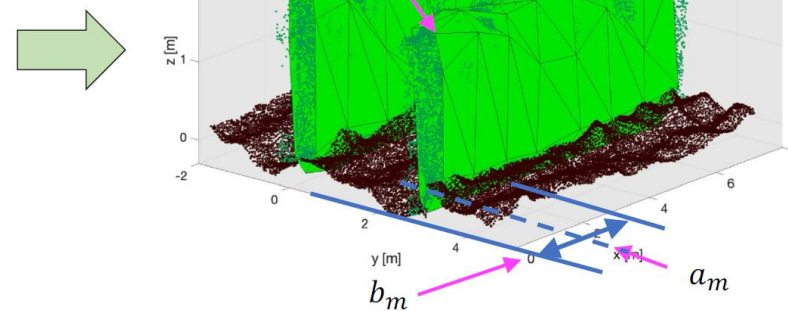
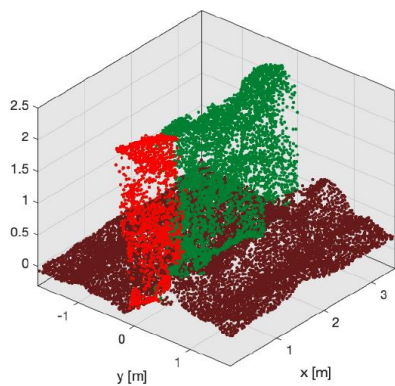
Riduzione **complessità modelli**



Riduzione della complessità dei modelli

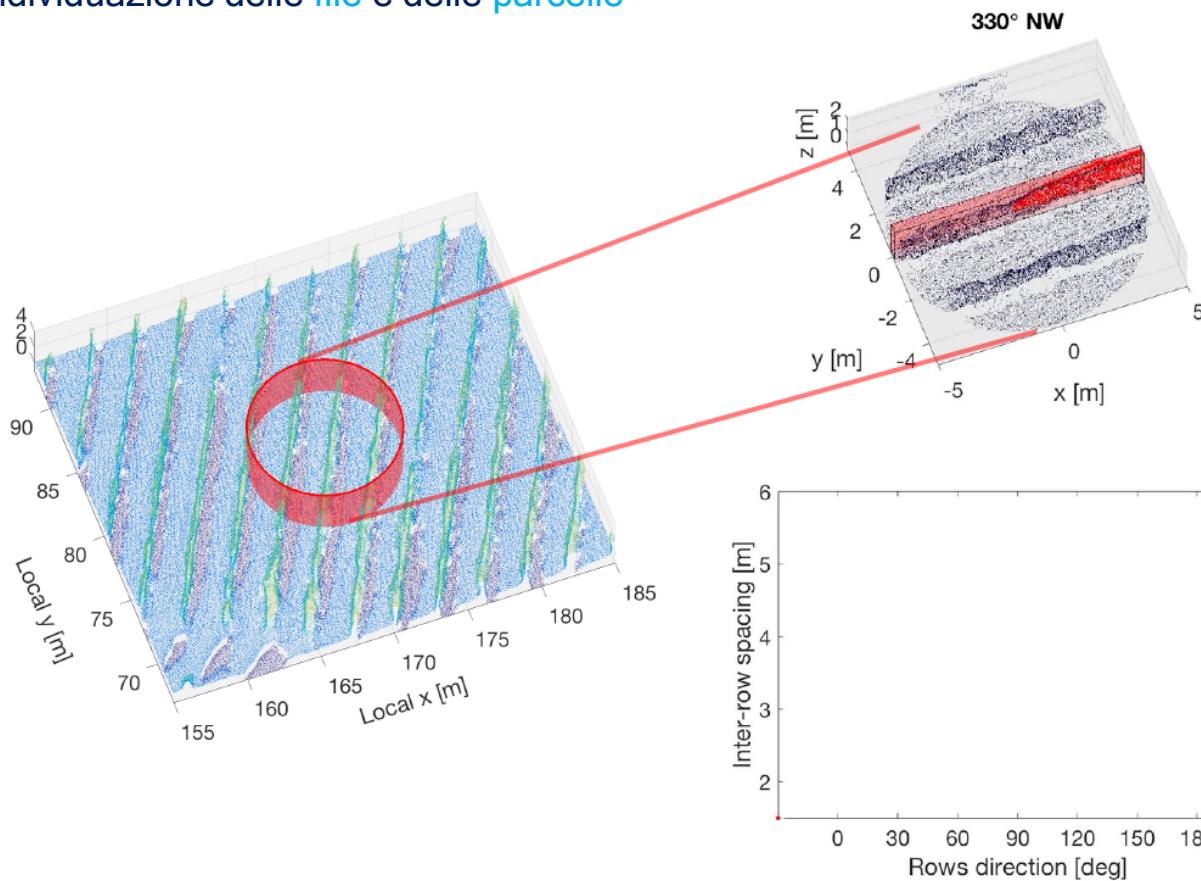
3 parametri
principali:

$$[a_m \quad b_m \quad \kappa_m]$$

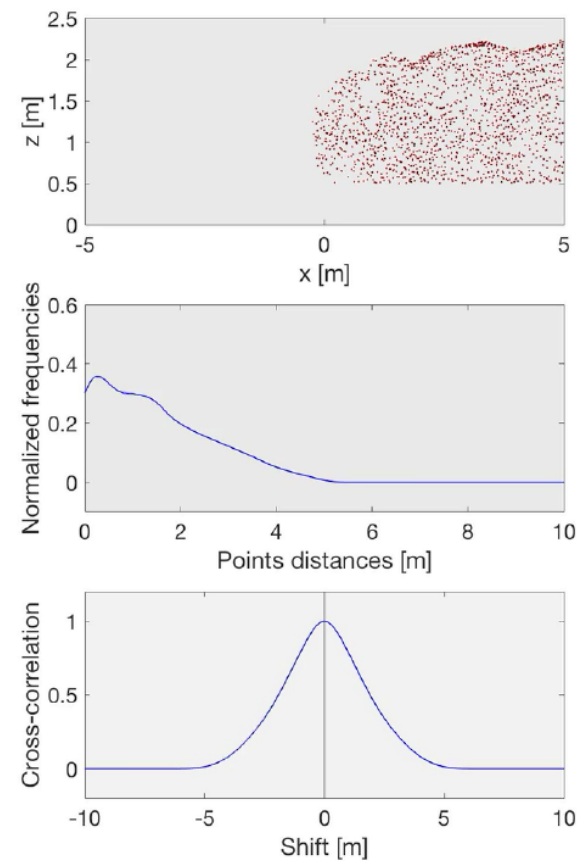


Una questione di numeri

Individuazione delle file e delle parcelle



Procedura di esplorazione



Sensori «moderni»: sistemi di visione

Usano “normali” videocamere, il valore aggiunto sta negli algoritmi:

- Il loro sviluppo ha recentemente accelerato notevolmente grazie alla disponibilità di potenza di calcolo a costi contenuti

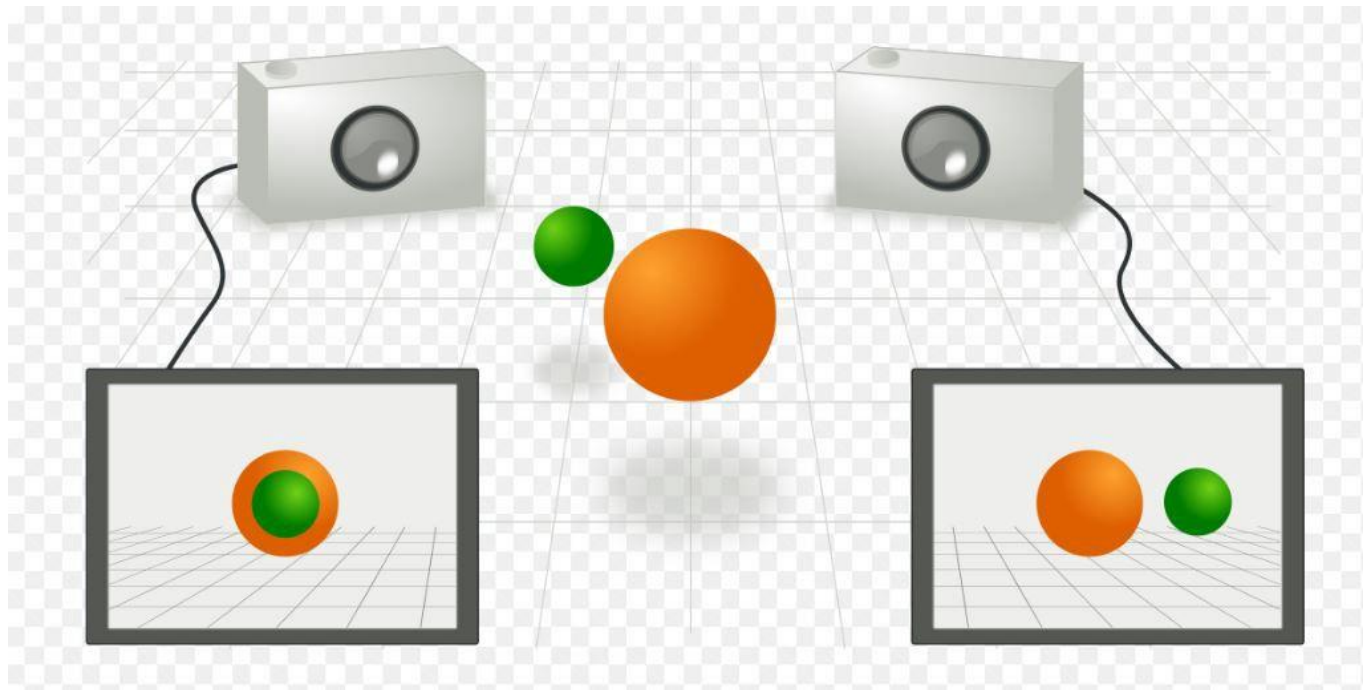
Sistemi di controllo

CULTI CAM sviluppato da CLAAS E-Systems



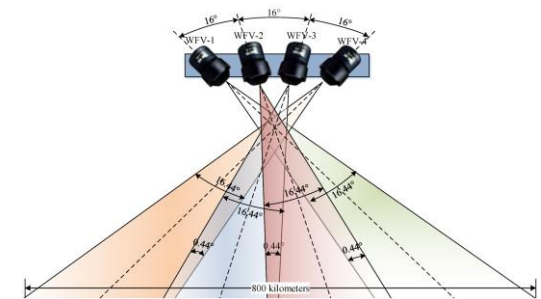
Sensori «moderni»: sistemi di visione

- Attualmente si possono sviluppare soluzioni simili a quelle che utilizzano Lidar a un costo minore, a scapito della precisione e della distanza di rilevamento



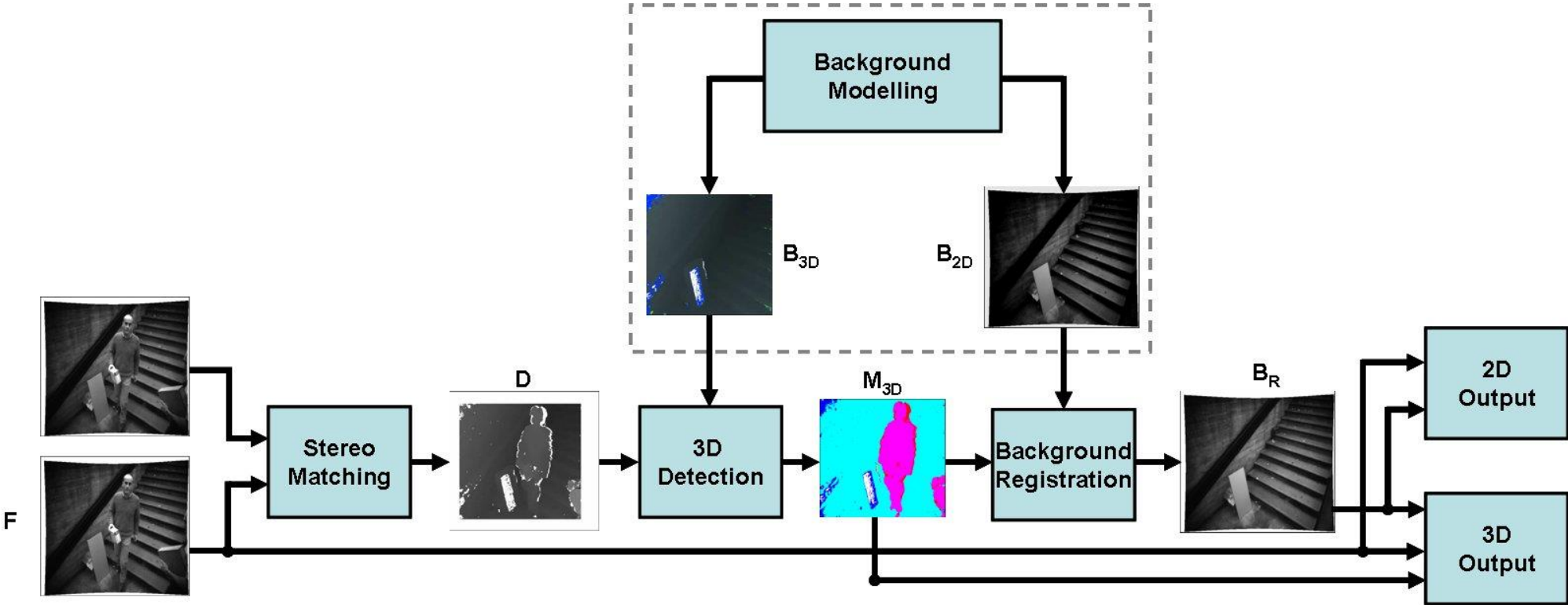
Una singola camera è limitata ad un'analisi bidimensionale

La seconda, posizionata opportunamente, consente di aggiungere la terza dimensione

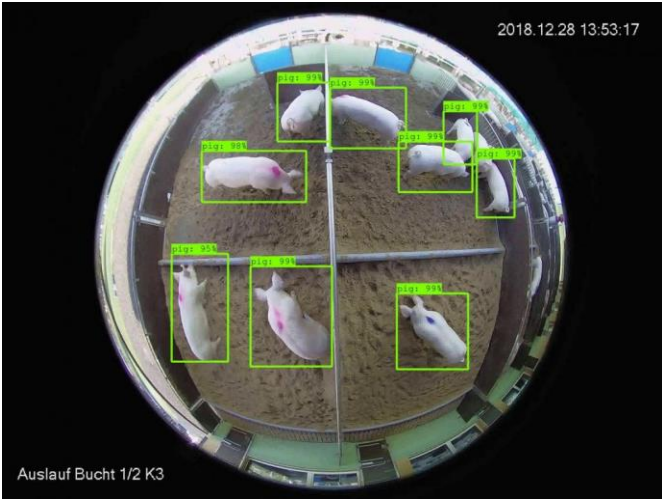
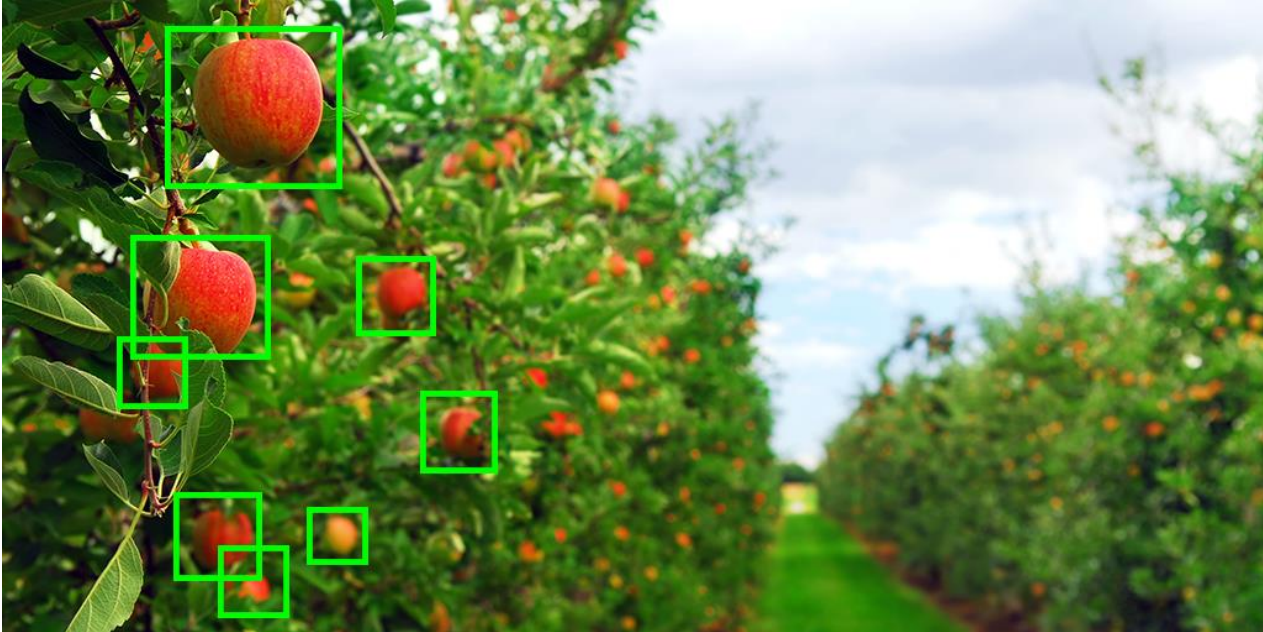
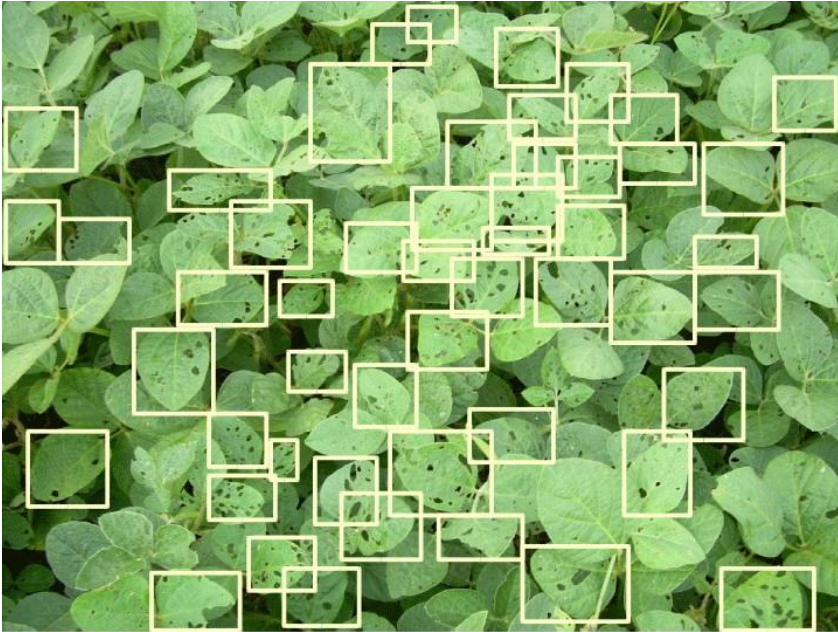


Sensori «moderni»: sistemi di visione

- Attualmente si possono sviluppare soluzioni simili a quelle che utilizzano Lidar a un costo minore, a scapito della precisione e della distanza di rilevamento



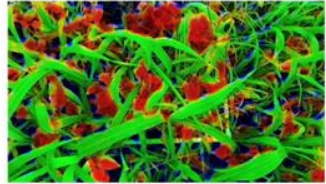
Sensori «moderni»: sistemi di visione



Testing the model on
Tensorflow

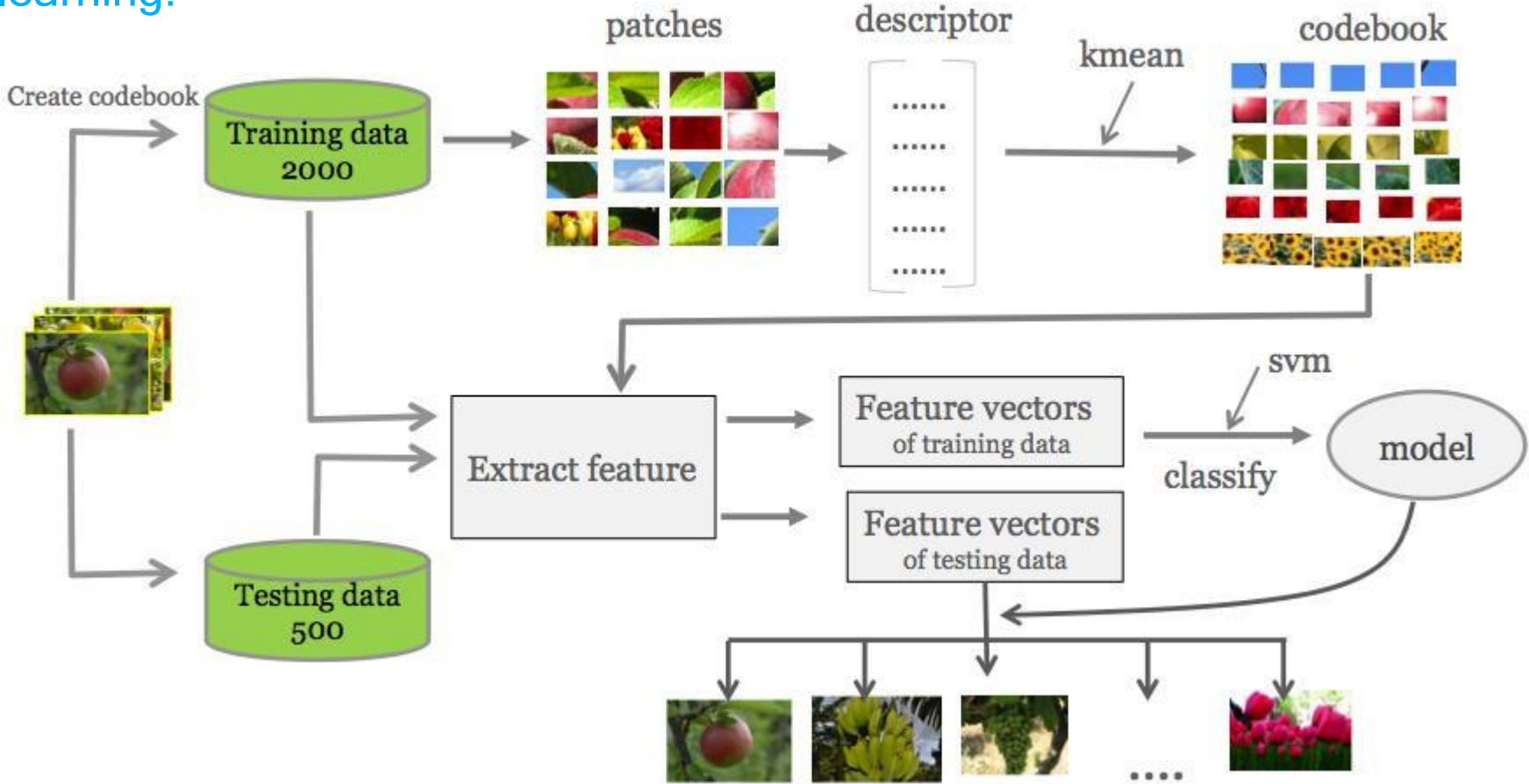
Testing the model on
DepthAI as a NCS2

NC, deeplabv3, 960x540 pixel



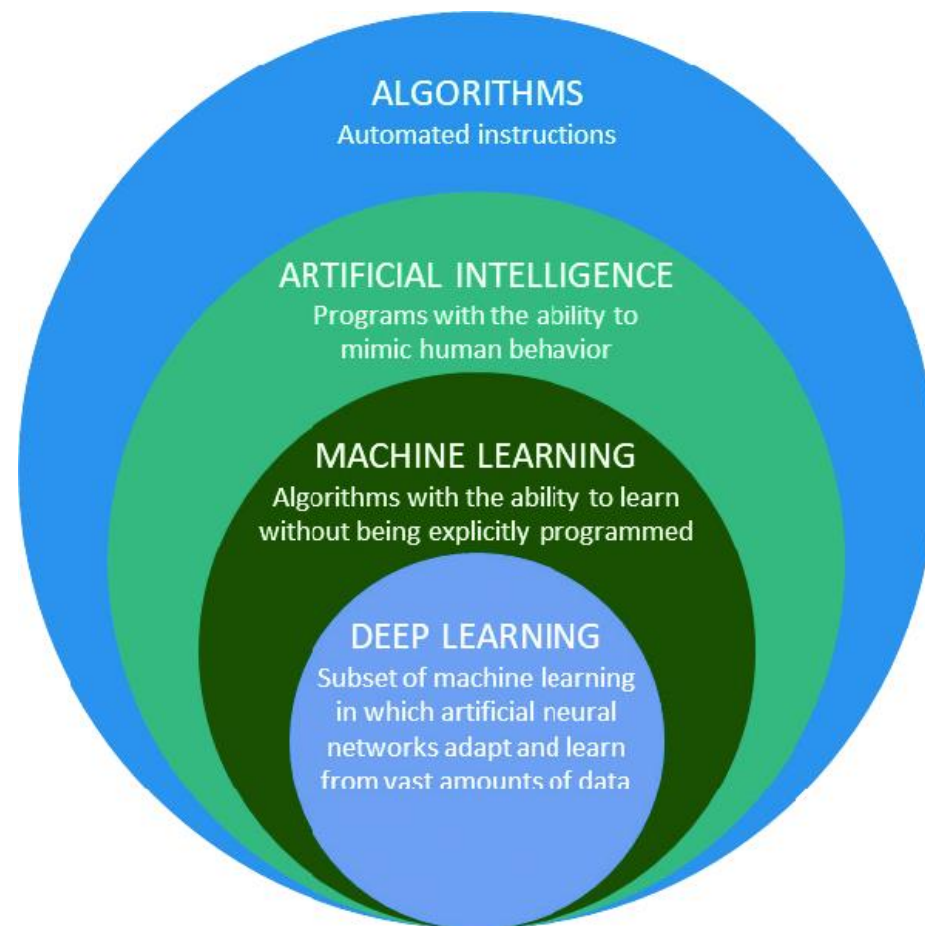
Sensori «moderni»: ai applicata ai sistemi di visione

Machine learning:



Sensori «moderni»: ai applicata ai sistemi di visione

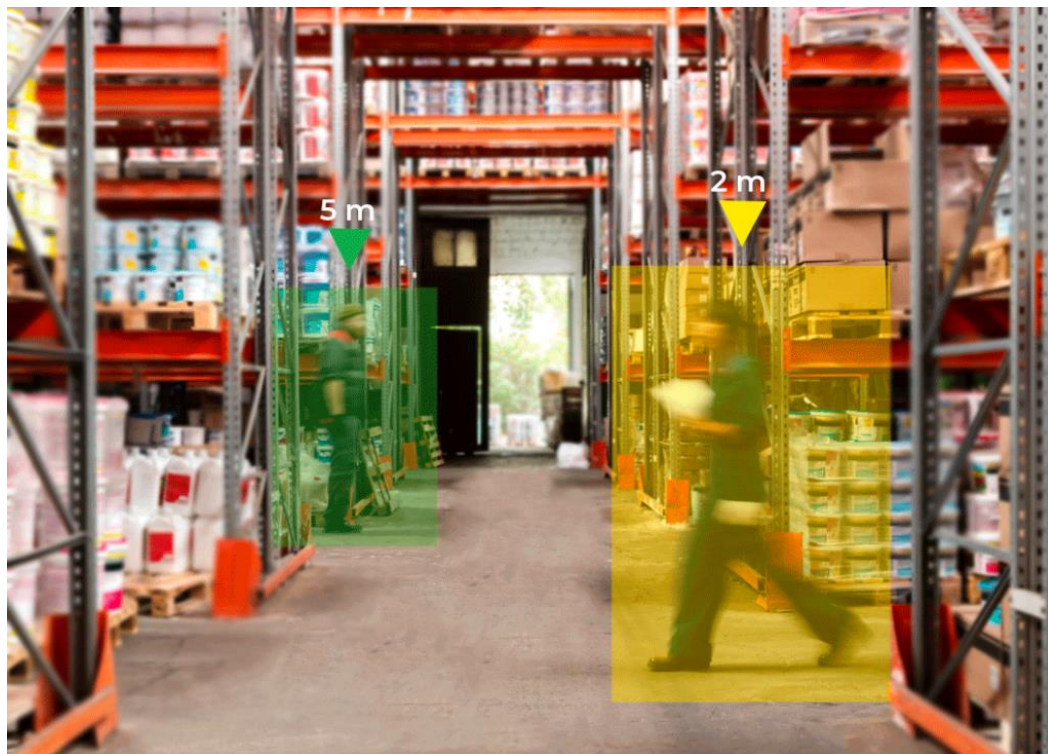
AI vs Machine learning vs Deep learning



Sensori «moderni»: AI applicata ai sistemi di visione

Sistemi di visione e AI per la sicurezza:

- Il riconoscimento degli esseri umani è e sarà un'altra importante applicazione



Sensori «moderni»: AI applicata ai sistemi di visione

Alcune applicazioni

Diserbo meccanico



Raccolta ortaggi in serra



Copertura campo
automatica e
riconoscimento ostacoli





GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Alessio Bognesi - Servizio tecnico FederUnacoma

alessio.bognesi@federunacoma.it

