



FONDAZIONE  
EDMUND MACH  
dal 1874

# Agritech e AI: scienza, non fantascienza

**Pietro Franceschi**

*Unità di Agricoltura Digitale - Fondazione E. Mach*

*[pietro.franceschi@fmach.it](mailto:pietro.franceschi@fmach.it)*

Numeri  
da sfruttare,  
non da dare



*The Economist, Febbraio 2010*

# Macchine Intelligenti

- Cosa vuol dire essere intelligenti?
- Come facciamo a costruire una macchina intelligente?
- Come possiamo stabilire se una macchina è intelligente (e.g Test di Turing)?

Raggiungere un obiettivo, seguendo delle regole  
**Agire in modo razionale**



# Macchine Intelligenti

Il termine intelligenza artificiale individua un **grande insieme di sistemi molto diversi** tra loro:

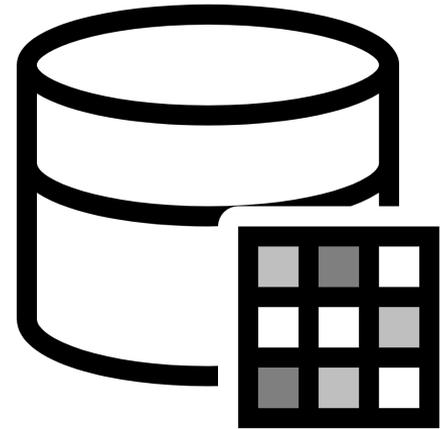
- Modelli generativi (e.g. ChatGPT)
- Sistemi di guida autonoma e robot
- Sistemi di raccomandazione (e.g. film, musica, acquisti)
- Sistemi di riconoscimento di immagini
- Sistemi di analisi di big data (e.g. Machine Learning, Deep Learning)
- ...



# Macchine diverse, idee comuni

I sistemi di Intelligenza Artificiale sono **assetati di dati** e molto spesso richiedono **grande potenza di calcolo** per funzionare in modo efficace

- I dati servono per allenare i nostri modelli di AI
- I dati sono il nostro modo di educare l'AI
- I dati sono valore



# ... si ma di quanti dati parliamo?

Un modello avanzato di object detection come YOLO è basato su sistemi di reti neurali convoluzionali CNN



È stato allenato su 1.5 milioni oggetti

# Digressione: giochiamo a scacchi

Come potremmo insegnare ad una macchina a giocare a scacchi?

- **Insegnarle le regole** di movimento dei pezzi e farle giocare tutte le partite possibili (*approccio algoritmico*)
- **Fornirle i dati di tutte le partite giocate fino ad ora** e farle imparare da ciò che abbiamo già giocato (*approccio data driven*)



Nel secondo caso otterremmo una macchina che gioca come noi e che, paradossalmente, è in grado di imitare lo stile di uno specifico Gran Maestro ...

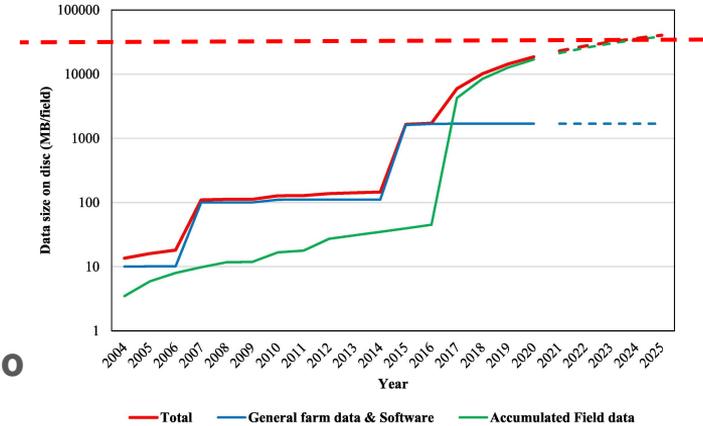
# Il valore dei dati



1. Dato raccolto
2. Dato raccolto e organizzato
3. Dato raccolto, organizzato ed annotato
4. Dato raccolto, organizzato, annotato e condiviso



## 40 GB/Apezzamento



KAYAD, Ahmed, et al. How many gigabytes per hectare are available in the digital agriculture era? A digitization footprint estimation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2022, 198: 107080.

# Condividere ed analizzare

- Richiede **infrastrutture**: come ci scambiamo i dati e dove li mettiamo? ... si parla di decine di GB anno/appezzamento
- Richiede **standardizzazione**: dobbiamo chiamare le cose con lo stesso nome!
- Deve essere compatibile con la preservazione del **know-how aziendale**
- La **potenza di calcolo** è spesso proprietà delle “big tech”

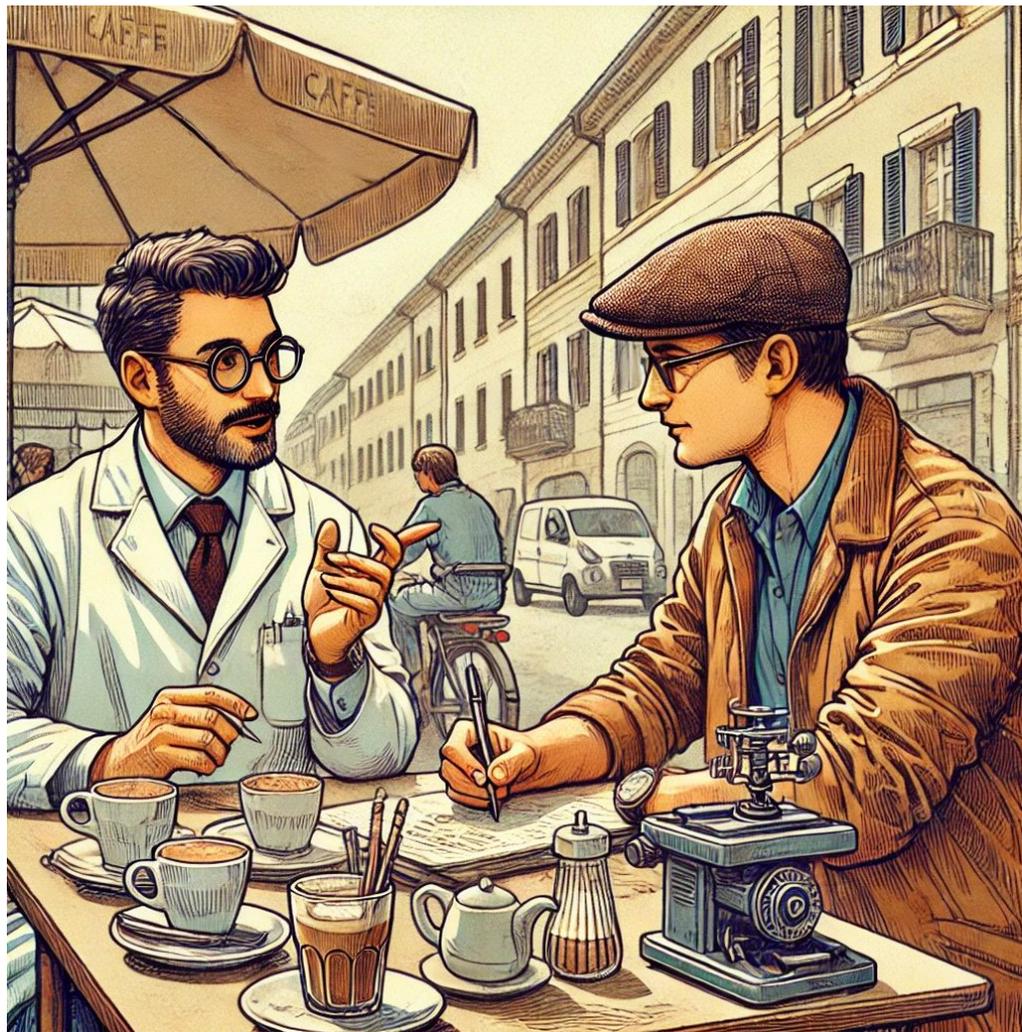


Di chi sono i dati?

# Parole Chiave

- Dati e valore
- Infrastrutture
- Standardizzazione
- Contestualizzazione





FONDAZIONE  
EDMUND MACH  
dal 1874

# Dove Impatta la digitalizzazione in agricoltura



# Gli strumenti della digitalizzazione

Misurare

- Sensori
- Camere
- Robot e droni
- Satelliti



Organizzare

- Infrastrutture di rete
- Basi di dati condivise



Interpretare

- Potenza di calcolo
- Modelli

Applicare

- Attuatori
- DSS



# Criteri per una valutazione oggettiva

- Costo/gestione
- Copertura
- Disponibilità dei dati
- Integrazione con macchine operatrici
- “Remotività”



## Contesto

Ricerca? Azienda? Territorio?

# Providers di Dati

- Enti pubblici (Stato, Regioni, EU)
- Enti ed istituti di ricerca
- Associazioni di categoria
- Providers di tecnologia
- Singoli viticoltori



# Satelliti



- Non intralciano le attività in campo
- Non hanno costi di gestione e manutenzione
- Forniscono dati open-source
- Forniscono dati multispettrali



- Copertura discontinua (e.g. nuvole)
- Frequenza di passaggio non consente monitoraggio in tempo reale
- I dataset sono di grandi dimensioni
- La risoluzione non è ancora sufficiente per un monitoraggio fine



# Satelliti

Risoluzione spaziale dei prodotti satellitari ad oggi disponibili

|   | Nome del progetto                                     | Risoluzione |
|---|---|-------------|
| 1 | MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) | 250-1000 m  |
| 2 | VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite)     | 375-750 m   |
| 3 | Sentinel-2 (programma Copernicus)                     | 10- 60 m    |
| 4 | Landsat 8   | 15-30 m     |
| 5 | PlanetScope   | 3 m         |
| 6 | ...   |             |
| 7 | Programma IRIDE (In fase di sviluppo)                 | ~ 1m        |



# Una pianta dice più di molte parole ...



SENTINEL 2 @ 10 m - M. Faralli

- Modello di allevamento
- Variabilità interparcellare
- Individuazione di criticità
- Monitoraggio in spazio e tempo

**Come integrare una rete di sensori?**

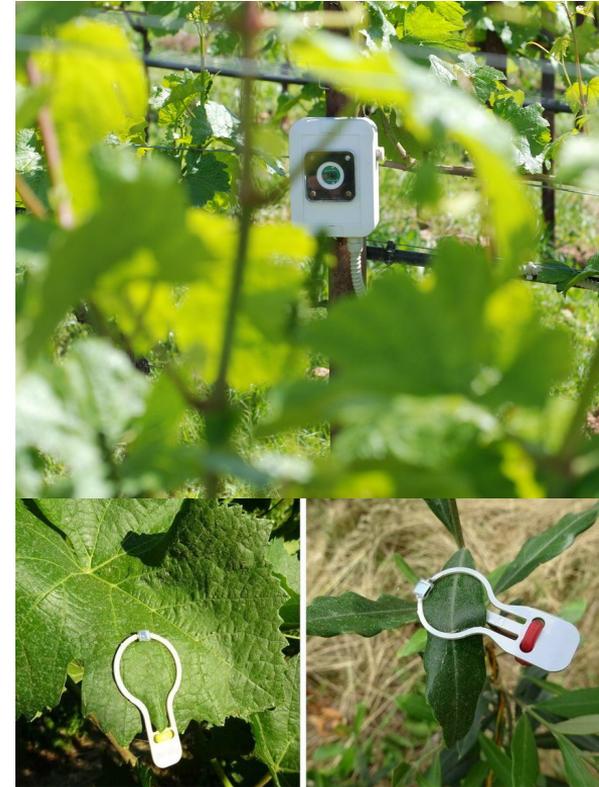
# Sensori



- Monitoraggio in tempo reale
- Risoluzione spaziale adeguata
- Misura diretta di proprietà importanti (e.g. contenuto di acqua)
- Possono essere integrati con le macchine operatrici
- Coinvolgimento degli imprenditori (IoT)



- Richiedono manutenzione
- Possono impattare sulla gestione agronomica quotidiana
- I provider tecnologici non necessariamente forniscono i dati grezzi
- Sono inadatti per un monitoraggio territoriale

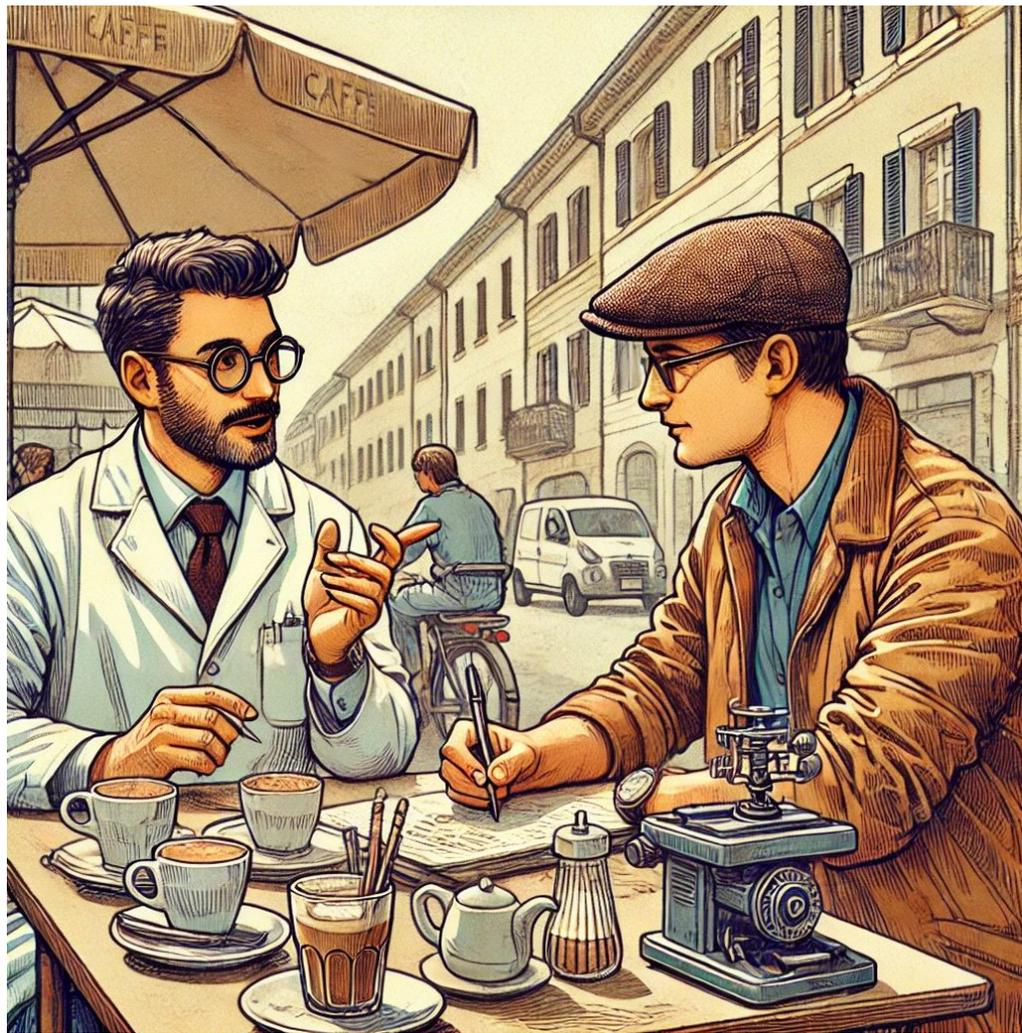


THALHEIMER, Martin. A leaf-mounted capacitance sensor for continuous monitoring of foliar transpiration and solar irradiance as an indicator of plant water status. *Journal of Agricultural Engineering*, 2023, 54.1.

# Parole Chiave

- Sensori e manutenzione
- Di chi sono i dati?
- Internet of Things (IoT)
- Coinvolgimento degli operatori

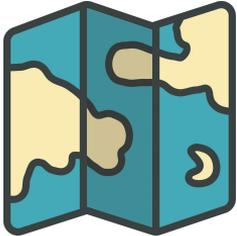




FONDAZIONE  
EDMUND MACH  
dal 1874

# Casi di Studio

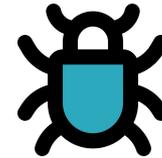
Programmazione  
territoriale



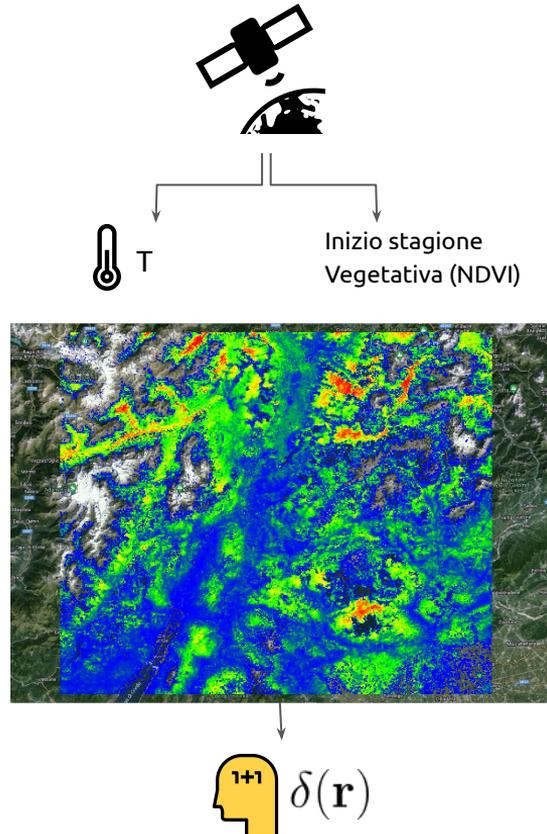
Uso razionale della  
risorsa idrica



Contrasto alle fitopatie  
(Flavescenza Dorata)



## Mappe di Gelate



## Modelli a scala territoriale



# Uso Razionale Risorsa idrica (IRRITRE)



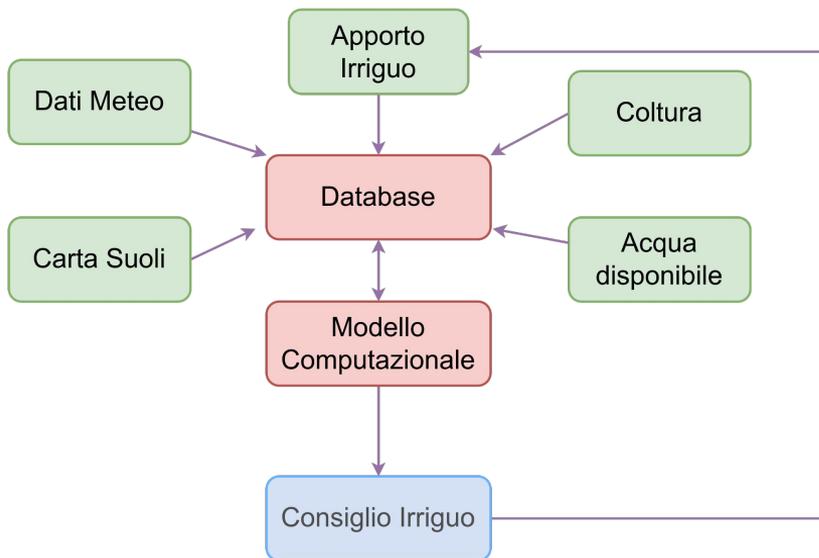
FONDAZIONE  
BRUNO KESSLER



FONDAZIONE  
EDMUND MACH  
dal 1874

FONDAZIONE  
EDMUND MACH  
dal 1874

Irrigare dove serve, quando serve, quanto serve

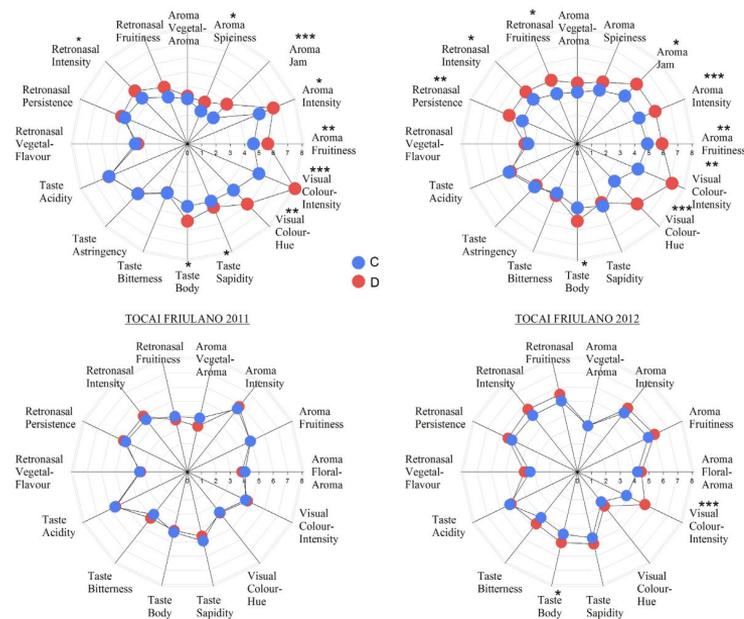


# Irrigazione (IRRITRE)



- Disponibilità idrica può essere parametro agronomico
- Gestione della qualità
- Ottimizzazione sfruttamento risorsa idrica anche per usi concorrenti

## Disponibilità idrica e qualità



SAVOI, Stefania, et al. From grape berries to wines: Drought impacts on key secondary metabolites. *Oeno One*, 2020, 54.3: 569-582.

# Flavescenza Dorata

Detection automatica del vettore con sistemi di Machine Vision

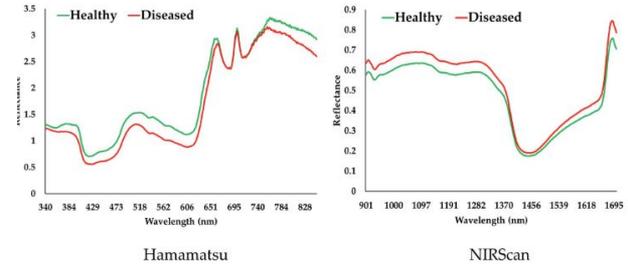


*S. titanus*

- Sistematizzazione attività monitoraggio
- Digitalizzazione
- Coinvolgimento produttori (citizen science)
- Studi retrospettivi
- Modelli territoriali

Individuazione di firme spettrali specifiche

**B** Hamamatsu and NIRScan spectra of healthy and diseased leaves



IMRAN, Hafiz Ali, et al. Low-Cost Handheld Spectrometry for Detecting Flavescence Dorée in Vineyards. *Applied Sciences*, 2023, 13.4: 2388.

- Distinzione da altre fitopatie
- Sensori manuali? Droni? Satelliti?
- Integrazione con dati morfologici?

# Machine Vision e transfer learning

Ma quante immagini di *Scaphoideus* avevate a disposizione?

Il **transfer learning** è una tecnica di machine learning in cui un modello pre-addestrato su un problema viene riutilizzato e adattato per risolverne un altro, generalmente correlato. Consente di sfruttare conoscenze acquisite su grandi dataset per migliorare le prestazioni e ridurre i tempi di addestramento su nuovi compiti con meno dati disponibili.



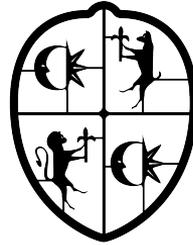
**Allenare un modello è più dispendioso che applicarlo**

# Conclusioni

- Gran parte della “rivoluzione digitale” ruota attorno alla **raccolta e all’organizzazione dei dati**
- E’ ragionevole aspettarsi un impatto crescente della digitalizzazione nel contesto dell’agricoltura, ma è auspicabile un maggior **coinvolgimento degli “esperti”** del settore
- Le **associazioni di categoria e le singole aziende** avranno un ruolo determinante nell’orientare lo sviluppo del settore



Approccio di Sistema



FONDAZIONE  
EDMUND MACH  
dal 1874