



Possibili ambiti di applicazione dell'AI nel campo delle coltivazioni e dell'allevamento

lunedì, 8 luglio 2024

Prof. Angelo Frascarelli

Docente di Economia e Politica
Agraria, Università di Perugia.

A.D. 1308

unipg

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE,
ALIMENTARI E AMBIENTALI

Obiettivi e possibili esiti principali dell'AI

- Aumentare produttività (rese)
- Diminuire i costi
- Aumentare la redditività
- Diminuire al minimo l'utilizzo di risorse
- Ottimizzazione degli input
- Affrontare il problema della manodopera in agricoltura
- Sicurezza alimentare
- Aumento della trasparenza
- Tracciabilità e la conformità alle normative.

Tipologie di AI in Agricoltura

Large Language Model (LLM)

Ha il compito di **interagire in maniera naturale con l'agricoltore**, supportandolo nel prendere decisione o nel reperire informazioni.

«Un agronomo sempre a portata di mano».

MACHINE/DEEP LEARNING

Analizza i dati, al fine di categorizzarli, trovare relazioni ed estrarre informazioni di valore.

«Robot in sostituzione della manodopera umana»

Large Language Model (LLM)

Large Language Model (modello linguistico di grandi dimensioni), strumenti di intelligenza artificiale generativi del linguaggio, è quello di fornire una **interfaccia semplice** a software complessi.

In futuro l'operatore potrà avere un **assistente virtuale** a cui chiedere semplicemente "come sta il mio vigneto oggi?".

Il sistema darà una risposta semplice ed eventualmente consiglierà quale trattamento effettuare in quale parcella.

MACHINE/DEEP LEARNING - Big Data

- Grande mole di informazioni raccolte attraverso sensori o altre apparecchiature di registrazione che, in agricoltura, possono variare a seconda del settore in cui opera un'azienda. (**droni, sensori e wearable device, sistemi di visione artificiale**).
- Lo scopo principale della raccolta e dell'analisi dei dati è quello di consentire agli agricoltori di prendere decisioni più informate, con conseguente aumento della produttività e ottimizzazione degli input.
- **Trasformare le attività agricole attraverso un processo decisionale basato sui dati.**
- Oggi gli agricoltori possono utilizzare sensori, droni e altri strumenti per acquisire dati in tempo reale che vengono poi misurati e archiviati, offrendo raccomandazioni e piani d'azione più appropriati.

Applicazione dell'AI nell'AgriTech

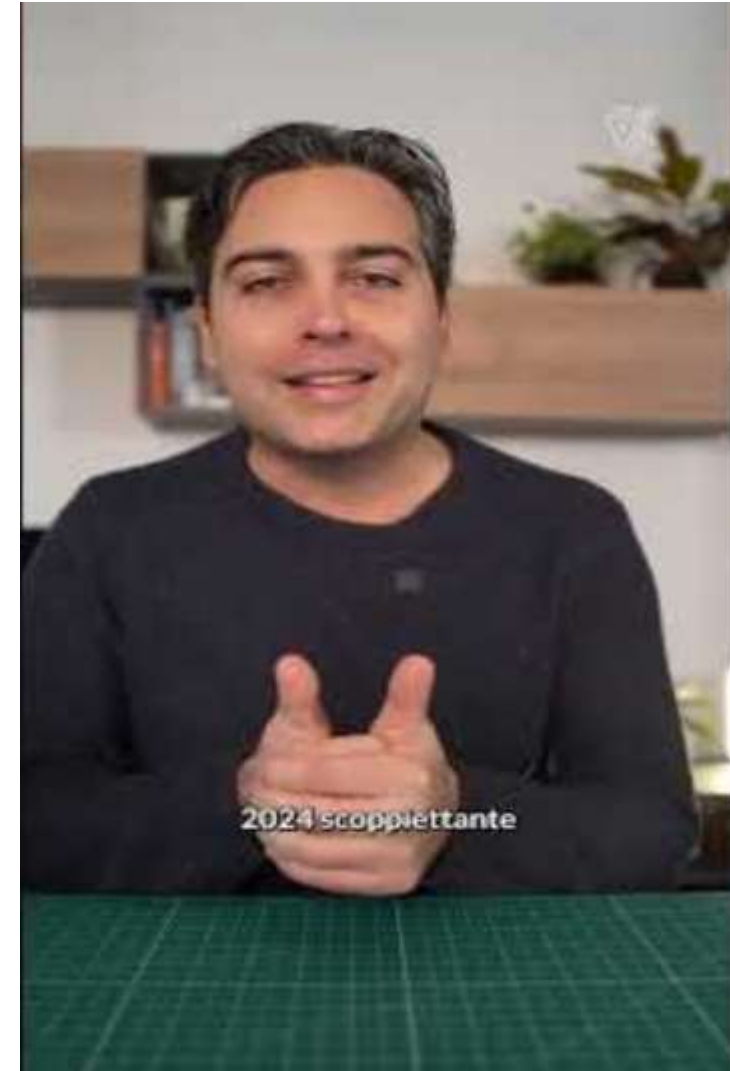


Qualità dei dati

- **compartimenti stagni dei dati non interoperabili:** I costruttori di macchine hanno i loro dati, così come chi sviluppa Decision Support System (Dss) o software gestionali. La sfida è integrare tutti questi dati e renderli disponibili agli algoritmi di analisi, in modo da **estrarre valore** per l'agricoltore e soprattutto fornire una **interfaccia unica** a cui si può rivolgere qualunque domanda, da un piano di concimazione alla manutenzione predittiva del trattore, fino all'analisi del conto economico aziendale.
- **black box:** Gli algoritmi di intelligenza artificiale operano secondo logiche che non sono pienamente **comprensibili** dall'essere umano. Dunque, i risultati a cui arrivano, che spesso risultano essere veritieri, sono ottenuti tramite processi non conoscibili. E questo aspetto lascia perplessi molti operatori. Difficile infatti sostenere davanti all'agricoltore la bontà di certe indicazioni, senza poterne spiegare i motivi.
- **bias** che potrebbero nascondersi all'interno dei dataset dati in pasto agli algoritmi. Si tratta tuttavia di un problema di **qualità del dato** e di **come viene generato**. Se il dato è corrotto all'origine, il risultato non può che essere distorto.
- Creare dei modelli che si basano sui dati reperibili online porta al disastro, in quanto si tratta di dati di scarsa qualità e di dubbia origine.
- Anche le grandi aziende non agro, come **Microsoft**, Google, AWS hanno grandi **competenze nel campo IT** ma scarse in quello agronomico, sono dunque alla ricerca di **dataset di valore**, che sono spesso appannaggio di centri di ricerca e di aziende dell'agribusiness.

Esempi di utilizzo attuale dell'AI

- **guida autonoma** per trattori
- **trappole smart** con riconoscimento degli insetti
- **sensori e wearable device** per il monitoraggio e il benessere degli animali, al fine di prevenire le malattie, migliorare la qualità del latte e della carne e ridurre lo stress e il disagio degli animali;
- **diserbatrice laser**- La startup **Carbon Robotics**



AI e agricoltura: nuovi progetti

- **Il progetto “IRRITRE”**: prevede lo sviluppo di un sistema informativo territoriale progettato per promuovere e favorire una gestione efficiente della risorsa irrigua attraverso pratiche di irrigazione di precisione. Essa si basa su un insieme di tecnologie dell’agricoltura 4.0 (quali la raccolta dati da sensori in campo mediante il paradigma dell’Internet delle Cose (IoT), dati di remote sensing satellitare, dati ambientali e meteo, incrociati con informazioni agronomiche e produttive) e **sull’utilizzo di intelligenza artificiale al fine di fornire funzionalità di monitoraggio e controllo, promuovendo lo sviluppo di modelli predittivi e strumenti di pianificazione su scala provinciale per l’ottimizzazione dell’utilizzo dell’acqua** e del suo impatto sulle colture. Un’iniziativa sostenuta dalla Provincia Autonoma di Trento.
- **AgrifoodTEF**, guidato proprio dalla Fondazione Bruno Kessler, iniziato a gennaio 2023 ha una durata prevista di **5 anni** e si occupa di trasferire servizi come aiuti di stato alle aziende che hanno necessità di testare le proprie soluzioni (per robustezza, efficacia, performance, scalabilità etc.). **Ha l’obiettivo di aiutare le aziende tecnologiche nella realizzazione di soluzioni di robotica** come per esempio l’individuazione di frutti da raccogliere o malerbe da rimuovere tramite diserbo meccanico e agricoltura di precisione che riducono sostanzialmente derive e utilizzo di manodopera.

Progetti Innovativi di Agricoltura Sostenibile in Italia

- **Flourish**: Progetto europeo che utilizza robot autonomi per monitorare e gestire le coltivazioni.
- **PANTHEON**: Supporta gli agricoltori nelle decisioni con tecnologie avanzate.
- **SAGA**: Innovazione tecnologica per l'agricoltura sostenibile.
- **SMASH**: Automatizza processi complessi usando droni e veicoli terrestri.
- **Vinum-Robot**: Progetto europeo per l'uso di robot nella viticoltura.
- **PRINBOT**: Robotica avanzata per l'agricoltura di precisione.
- **GRAPE**: Tecnologie robotiche per la gestione dei vigneti.
- **CANOPIES**: Sistemi di robotica per la gestione delle colture ad alto fusto.
- Università Cattolica di Piacenza in collaborazione con l'Istituto italiano di tecnologia. Hanno sviluppato un **cobot per la potatura** : il braccio è in grado di identificare i tralci di vite, eseguire la scelta delle gemme per poi tagliarle. (Il modulo Dedalo)

Progetto SMASH



Tevel: Droni e Intelligenza Artificiale



Robot volanti dotati di Intelligenza Artificiale che navigano autonomamente tra gli alberi dei frutteti, raccogliendo frutta con un livello di precisione e delicatezza mai visto prima. <https://www.youtube.com/watch?v=VWHL50k1QkY>

Automated weed control

- A self-driven weed control unit
- Saves cost on fertilizers as it relies on AI drones with laser vision systems.
- Can identify very small weeds.
- Maps the soil for future applications.



Automated fruit picking

- An autonomous system that grabs small pieces of vegetables and fruits.
- It can distinguish levels of ripeness.
- It preserves the quality of the produce.

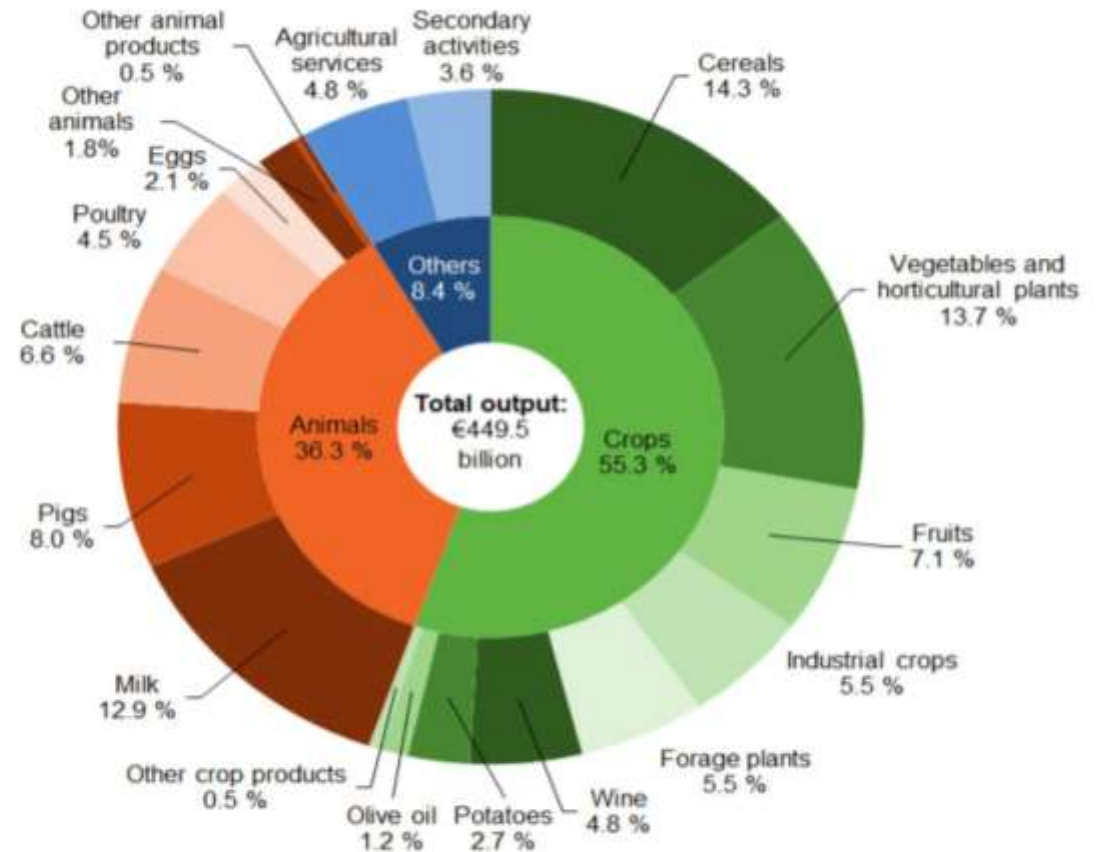


Artificial Intelligence in the Agrifood sector

Lo studio dell'European Parliamentary Research Service EPRS affronta le **prospettive legate alla diffusione di soluzioni e pratiche di AI** per migliorare la produzione e per mettere a disposizione degli operatori strumenti di supporto alle decisioni sempre più precisi

Publicato il 14 Agosto 2023

Output of the agricultural industry
(% of total output, EU, 2021)



Note: values at basic prices.

Source: Eurostat (online data code: aact_eaa01)

Per cosa sarà utilizzata AI in Agricoltura

L'IA in campo agricolo sarà sfruttata per gestire dati e analizzarli con l'obiettivo di:

- prevenire malattie o carenze nutrizionali delle colture (**controllare lo stato di salute delle piante**)
- usare in modo efficiente e mirato fitofarmaci e acqua per l'irrigazione (**pianificare irrigazioni e trattamenti**)
- pianificare le attività in campo e nella gestione dell'azienda agricola
- automatizzare alcune lavorazioni
- migliorare la tracciabilità dei prodotti lungo la filiera agricola.

Ma anche per:

- eseguire **analisi di mercato**
 - studiare i trend
 - valutare la domanda di prodotti agricoli,
 - aiutare gli agricoltori nella pianificazione del proprio lavoro
 - garantire prodotti a sufficienza per i consumatori.

Progetti Ai su LLM (Chatbot)

- **Norm**, (USA,) chatbot basato sull'**algoritmo di ChatGPT** ma allenato su fonti qualificate relative al mondo agronomico (dati proprietari, paper scientifici, documenti dell'**Usda**, il Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America).
- **Agri1** (Francia)
- **AgriGPT** (Germania)

Questi chatbot dovrebbero avere come **obiettivo** quello di **supportare gli agricoltori** nella gestione dei propri campi.

In linea di principio dovrebbe saper rispondere a domande molto tecniche, come ad esempio:

- quale concime azotato è maggiormente indicato per fertilizzare il grano duro su terreni calcarei con temperature elevate?
- Oppure, quanti diffusori devo mettere in vigneto per la confusione sessuale contro la tignoletta della vite?
- Ma anche più generiche: definisci una strategia di difesa sostenibile di un meleto in conduzione biologica.

Attualmente e il livello di dettaglio delle risposte fornite non è assolutamente sufficiente.

Preoccupazioni su utilizzo dell'AI

- **Adozione:** gli agricoltori, spesso in età avanzata, sono poco propensi ad adottare tecnologie di cui non percepiscono l'utilità, che ritengono inutilmente costose e complesse da utilizzare.
- **Mancanza di conoscenze generali sulla tecnologia e sulle modalità di utilizzo e implementazione**
- La percezione tra gli agricoltori è che queste tecnologie **limiterebbero le opportunità di lavoro sul campo.**
- **Costi di investimento elevati**

È finita l'epoca degli agricoltori?

- Qualcuno potrebbe immaginare un **futuro distopico**, in cui gli agricoltori non saranno più necessari e le macchine coltiveranno autonomamente i campi e si prenderanno cura di vacche e maiali. **Per adesso si tratta solo di fantascienza**, ma l'intelligenza artificiale e, in generale, la tecnologia, saranno indispensabili nei prossimi anni per gestire la **rivoluzione epocale** che sta attraversando il settore (cambiamenti climatici, normativa complessa, competitività delle aziende e aumento della popolazione).
- Si tratta di sfide che forse l'uomo non sarebbe in grado di gestire da solo. Con la tecnologia probabilmente sì. Ma questa deve essere intesa come uno **strumento a servizio dell'agricoltore**, che mantiene la sua centralità in campagna, piuttosto che essere sostituito da macchine che imitano i pensieri umani.

Domande

Quali applicazioni e prospettive per l'applicazione dell'AI nelle pratiche agricole e zootecniche?

Agricoltura di Precisione:

- Monitoraggio delle Coltive: Utilizzo di droni e sensori IoT per raccogliere dati su umidità del suolo, salute delle piante e condizioni climatiche in tempo reale.
- Ottimizzazione delle Risorse: Algoritmi di AI per ottimizzare l'uso di acqua, fertilizzanti e pesticidi, riducendo gli sprechi e migliorando la sostenibilità.
- Previsione dei Rischi: Modelli predittivi per identificare potenziali minacce come parassiti e malattie, permettendo interventi tempestivi.

Automazione e Robotica:

- Robot Raccoglitori: Macchine autonome per la raccolta di frutta e verdura, migliorando l'efficienza e riducendo i costi di manodopera.
- Trattori Autonomi: Veicoli agricoli senza conducente che possono operare 24/7, aumentano la produttività e riducono l'esposizione a condizioni pericolose.

Zootecnia Intelligente:

- Monitoraggio del Bestiame: Sensori indossabili per monitorare la salute, l'attività e la nutrizione degli animali in tempo reale.
- Ottimizzazione dell'Alimentazione: Sistemi di AI per personalizzare le diete degli animali, migliorando la crescita e la produttività.
- Tracciabilità: Soluzioni AI per monitorare e tracciare ogni animale dalla nascita alla macellazione, migliorando la gestione e la sicurezza alimentare.

Domande

L'AI può valorizzare la biodiversità e rendere meno fragili i territori di fronte ai cambiamenti climatici?

Mappatura della Biodiversità:

- Analisi dei Dati Satellitari: Utilizzo di AI per analizzare immagini satellitari e identificare aree ad alta biodiversità.
- Monitoraggio delle Specie: Algoritmi per tracciare e prevedere i movimenti delle specie, aiutando nella conservazione e gestione degli habitat.
- Catalogazione delle Specie: Utilizzo di AI per analizzare dati raccolti da trappole fotografiche e altre fonti per catalogare e monitorare la biodiversità locale.
- Analisi del Territorio: Sistemi di AI per identificare e proteggere aree ad alta biodiversità, promuovendo pratiche agricole che favoriscono la conservazione.

Sostenibilità Agricola:

- Rotazione delle Colture Ottimizzata: Utilizzo di AI per pianificare rotazioni delle colture che mantengono la fertilità del suolo e riducono l'erosione.
- Agroforestazione Intelligente: Sistemi per integrare alberi nelle pratiche agricole, migliorando la biodiversità e sequestro del carbonio.

Resilienza ai Cambiamenti Climatici:

- Modelli Climatici Predittivi: Algoritmi di AI per prevedere eventi climatici estremi e pianificare interventi di mitigazione.
- Adattamento delle Colture: Identificazione di varietà di piante resistenti a condizioni climatiche avverse attraverso l'analisi genetica.

Domande

Quali soluzioni può implementare l'AI per supportare i territori nella prevenzione dai rischi ambientali e climatici?

Previsione delle Catastrofi Naturali:

- Allerta Precoce: Sistemi di AI per analizzare dati meteorologici e geologici, fornendo avvisi tempestivi per alluvioni, frane e terremoti.
- Simulazioni e Modelli: Creazione di scenari di rischio basati su dati storici e condizioni attuali per migliorare la pianificazione delle emergenze.

Gestione delle Risorse Idriche:

- Monitoraggio dei Bacini Idrici: Utilizzo di sensori e AI per monitorare i livelli di acqua e qualità in tempo reale.
- Ottimizzazione della Distribuzione: Algoritmi per gestire la distribuzione dell'acqua in modo efficiente, riducendo il rischio di siccità e sprechi.

Conservazione del Suolo:

- Prevenzione dell'Erosione: Sistemi di AI per analizzare le condizioni del suolo e suggerire pratiche agricole che riducano l'erosione.
- Restauro Ecologico: Identificazione delle aree degradate e pianificazione di interventi di ripristino ecologico basati su dati scientifici.

La mia Visione Futura (1)

1. Agricoltura Autonoma e Interconnessa:

1. **Reti di Sensori Ubiquitarie:** Installazione di reti di sensori avanzati per monitorare continuamente ogni aspetto dell'agricoltura, dai parametri del suolo alle condizioni climatiche, fino alla salute delle piante e degli animali.
2. **Fattorie Interconnesse:** Creazione di ecosistemi agricoli completamente automatizzati dove robot, droni e sensori lavorano in sinergia.
3. **Sistemi Autoadattivi:** Algoritmi di machine learning che apprendono dalle condizioni ambientali e dalle pratiche agricole passate per ottimizzare le operazioni future, adattandosi in tempo reale alle variazioni climatiche e di mercato.
4. **Intelligenza Collettiva:** Sfruttamento di reti neurali e machine learning per sviluppare un'AI che apprende e migliora costantemente le pratiche agricole.

2. Biorobotica e Genomica:

1. **Miglioramento Genetico:** Utilizzo di AI per accelerare il miglioramento genetico delle colture e del bestiame, rendendoli più resistenti e produttivi.
2. **Editing Genetico di Precisione:** Utilizzo di tecnologie come CRISPR, guidate da AI, per creare varietà di colture e razze animali ottimizzate per la resistenza alle malattie, l'efficienza nutrizionale e la tolleranza ai cambiamenti climatici.
3. **Fenotipizzazione ad Alta Velocità:** Sistemi automatizzati per l'analisi fenotipica delle piante che utilizzano AI per identificare le migliori caratteristiche genetiche con precisione e rapidità.
4. **Big Data Genomici:** Raccolta e analisi di grandi dataset genomici per identificare modelli e correlazioni che possano essere sfruttati per migliorare la resa e la sostenibilità agricola.
5. **Robot Biodegradabili:** Sviluppo di robot agricoli realizzati con materiali biodegradabili, riducendo l'impatto ambientale.
6. **Agricoltura Circolare e Sostenibile**

3. Economia Circolare in Agricoltura:

1. **Recupero dei Rifiuti:** Utilizzo di AI per ottimizzare il riciclo dei rifiuti agricoli, trasformandoli in risorse come compost, biogas o bioplastiche.
2. **Agricoltura Verticale e Urbana:** Sistemi di agricoltura verticale gestiti da AI che massimizzano l'uso dello spazio e delle risorse in contesti urbani, riducendo l'impronta ecologica e aumentando la produzione locale di cibo.

La mia Visione Futura (2)

4. Agricoltura Rigenerativa:

- **Miglioramento del Suolo:** Algoritmi di AI per pianificare rotazioni delle colture e pratiche di copertura del suolo che migliorano la salute del suolo, aumentano la biodiversità e sequestrano carbonio.
- **Gestione delle Risorse Idriche:** Sistemi avanzati per la gestione sostenibile dell'acqua, che utilizzano AI per monitorare l'uso dell'acqua e prevedere le esigenze future in base ai cambiamenti climatici.

5. Catene di Fornitura Intelligenti:

- **Tracciabilità Completa:** Blockchain e AI per garantire la tracciabilità completa dei prodotti agricoli dalla fattoria alla tavola, migliorando la trasparenza e la sicurezza alimentare.
- **Logistica Ottimizzata:** Sistemi di AI per ottimizzare la logistica e la distribuzione, riducendo i tempi di trasporto e gli sprechi alimentari, e migliorando l'efficienza della catena di fornitura.
- **Mercati Dinamici e Personalizzati con Piattaforme di Vendita Intelligenti:** Mercati online gestiti da AI che collegano direttamente produttori e consumatori, permettendo la personalizzazione dell'offerta in base alle preferenze individuali e alla domanda locale.
- **Prezzi Dinamici:** Algoritmi di AI per la determinazione dinamica dei prezzi in base alle condizioni di mercato, massimizzando i profitti per gli agricoltori e garantendo prezzi equi per i consumatori.

6. Sinergia tra Uomo e AI:

- **Formazione e Educazione:** Programmi di formazione per agricoltori e tecnici per utilizzare al meglio le tecnologie AI.
- **Collaborazione Uomo-Macchina:** Sviluppo di interfacce intuitive che facilitano la collaborazione tra agricoltori e sistemi di AI, combinando intuizione umana e potenza di calcolo.

Grazie per l'attenzione

Prof. Angelo Frascarelli

angelo.frascarelli@unipg.it