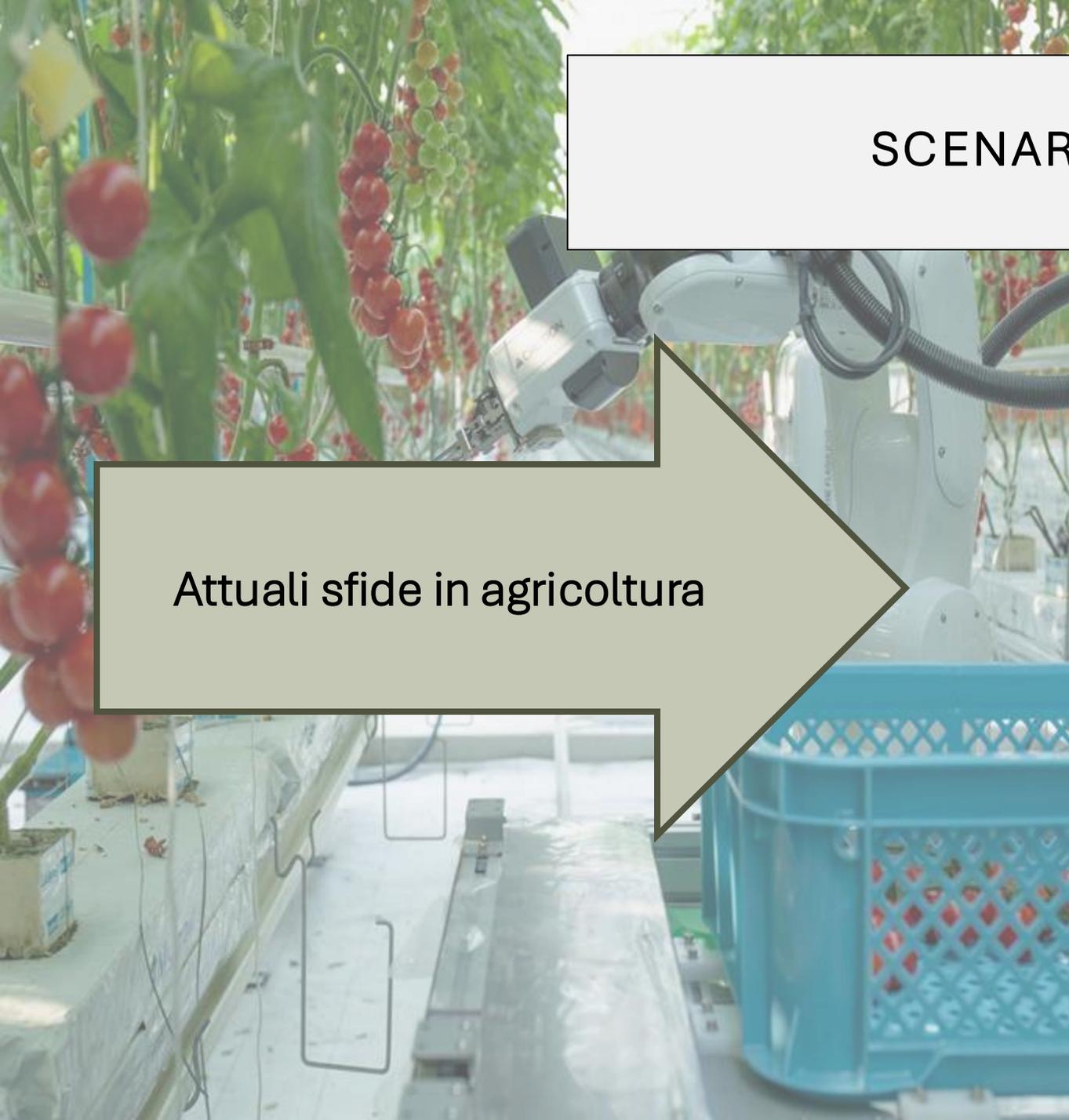


# Implementazione e sviluppo di sistemi di rilevamento e localizzazione di frutti per la raccolta automatizzata, in coltivazioni di cetriolo

Gaia Moretti  
PhD student

Agribologna 





## SCENARIO

Attuali sfide in agricoltura

- ✓ Carenza di manodopera
- ✓ Cambiamento climatico
- ✓ Crescita demografica
- ✓ Limitazione risorse
- ✓ Crisi energetica



Ottimizzazione delle risorse



Riduzione degli sprechi



Migliore gestione dei costi



Sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni  
(SSD)



Maggiore produttività

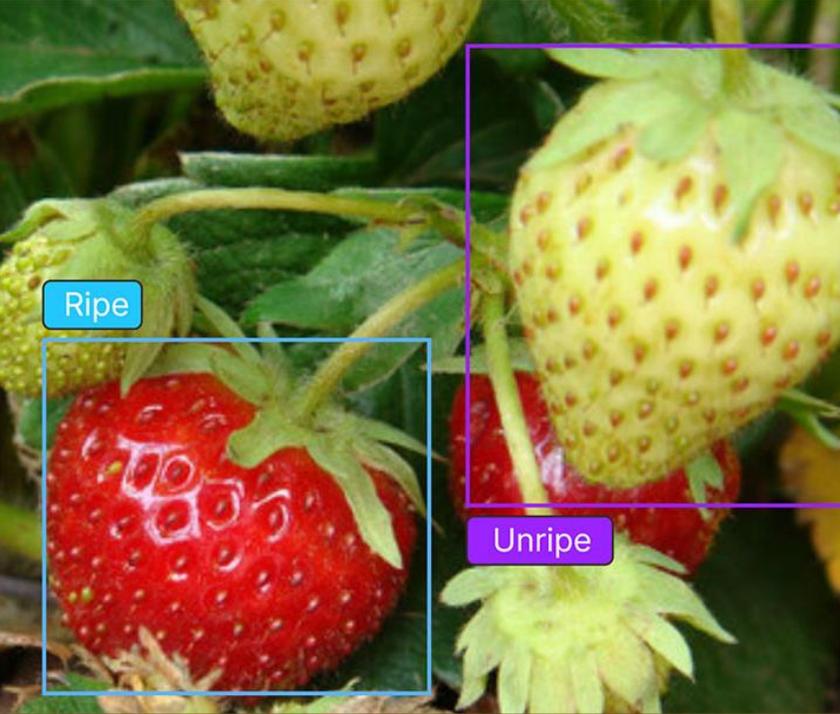


Efficienza: riduzione delle operazioni colturali  
per unità di tempo e di superficie



Riduzione emissioni

PERCHÈ ADOTTARE  
AGRICOLTURA 4.0



Soluzioni tecnologiche  
4.0

- ✓ Sensori (RGB-D, LiDAR..), IoT- Internet Of Things
- ✓ Droni
- ✓ **Intelligenza Artificiale** (Computer Vision, Machine Learning, Deep Learning..)
- ✓ Robotica



## RACCOLTA AUTOMATIZZATA

La raccolta è una delle attività agricole più laboriose e repetitive.

A causa della maturazione scalare e dell'abbondanza di frutti prodotti i, il processo di raccolta può richiedere tempo e fatica fisica.

### LIMITI

Intensità della luce

Colore target-sfondo

Sovrapposizione e occlusione dei frutti

Diversificazione forma e dimensioni dei frutti

# OBIETTIVI

1

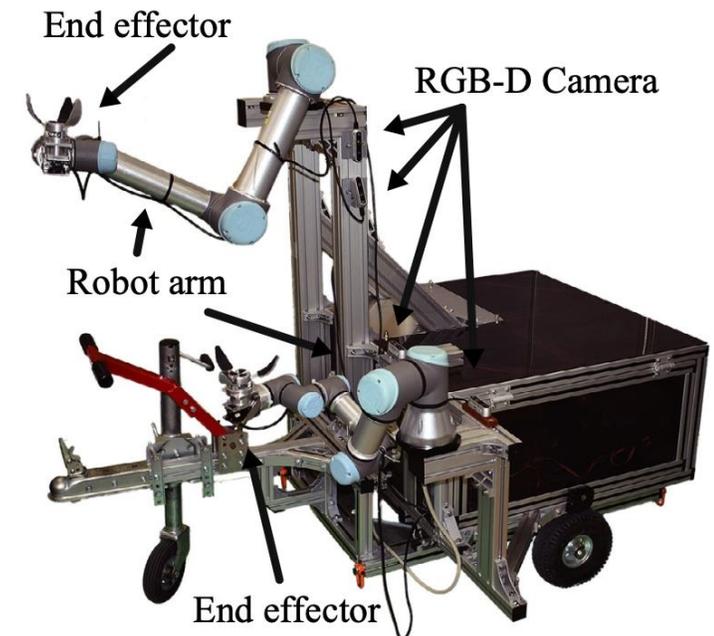
Sviluppo di un metodo di rilevamento e localizzazione basato sul AI, in grado di individuare i frutti di cetriolo ed il peduncolo e comprenderne lo stadio di maturazione

2

Validazione del miglior sistema di allevamento verticale per il riconoscimento in tempo reale del bersaglio



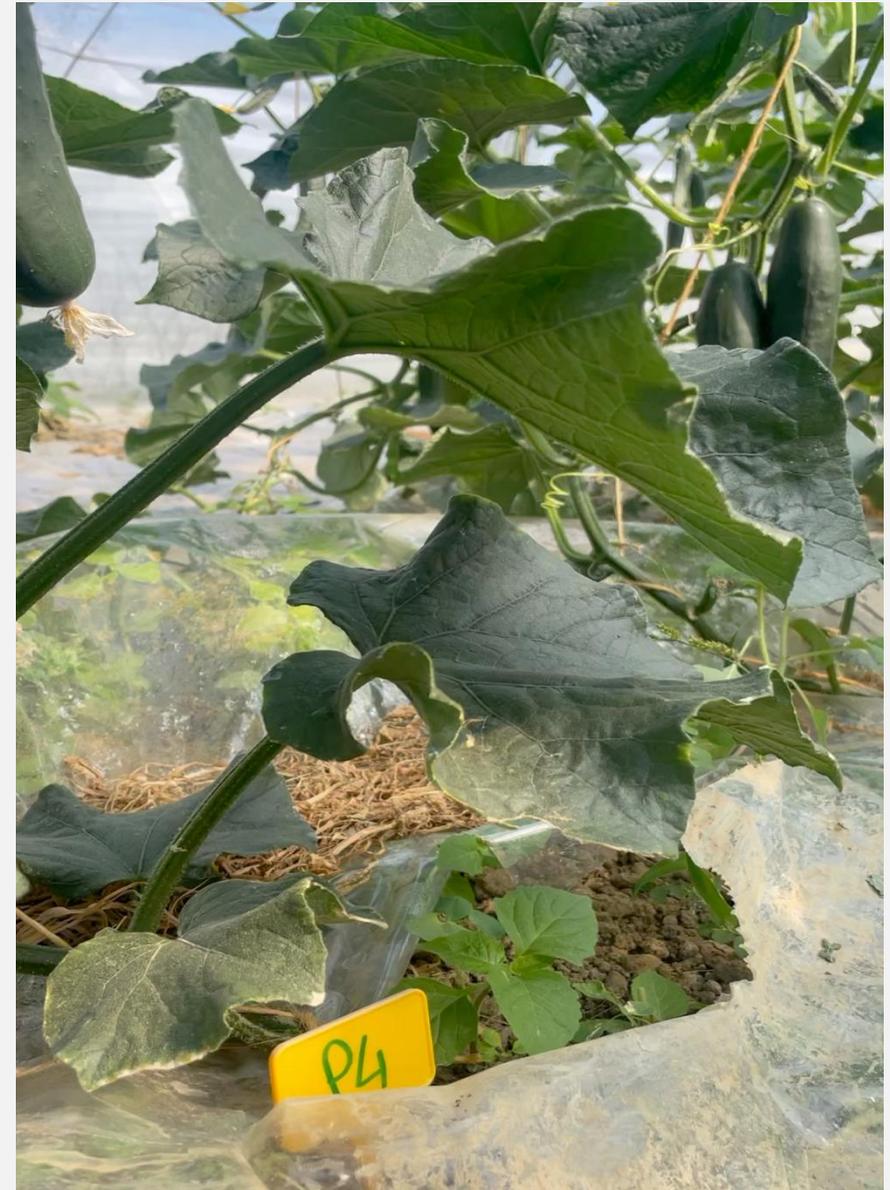
Riconoscimento in tempo reale bersaglio da raccogliere (maturo) da parte delle braccia robotiche



- ✓ Raccolta di immagini per la creazione di un **database**, con stereocamera RGB-D
- ✓ **Creazione delle etichette** del dataset che forniscono informazioni sulla classe e sulle dimensioni del target (Labelling)
- ✓ **Allenamento algoritmo YOLOvn** sul dataset personalizzato e valutazione della precisione delle performance
- ✓ **Validazione** del sistema di allevamento ottimale per una migliore visibilità del target
- ✓ **Localizzazione del bersaglio** tramite allineamento delle immagini con le mappe di distanza per rilevare la distanza bersaglio-camera e successivamente calcolo del peso

STEP  
OPERATIVI

- ✓ Raccolta di immagini per la creazione di un **database**, con stereocamera RGB-D



- ✓ Creazione delle etichette del dataset che forniscono informazioni sulla classe e sulle dimensioni del target (Labelling)

Objects Labels Issues

Items: 3 Sort by ID - ascent

1 RECTANGLE SHAPE RIPE OBSTR...  
Weight: 255  
Length: 21.2  
Diameter: 44.66

2 RECTANGLE SHAPE RIPE OBSTR...  
DETAILS

3 RECTANGLE SHAPE PEDUNCLE  
DETAILS

Appearance

Color by Label Instance Group

Opacity  
Selected opacity

Outlined borders  Show bitmap  Show projections

Cloud Storages Models

IMG\_0540.MO 10

Objects Labels Issues

Items: 2 Sort by ID - ascent

4 RECTANGLE SHAPE UNRIPE - OB...  
Weight: 118  
Length: 16.5  
Diameter: 37.91

32 RECTANGLE TRACK PEDUNCLE  
DETAILS

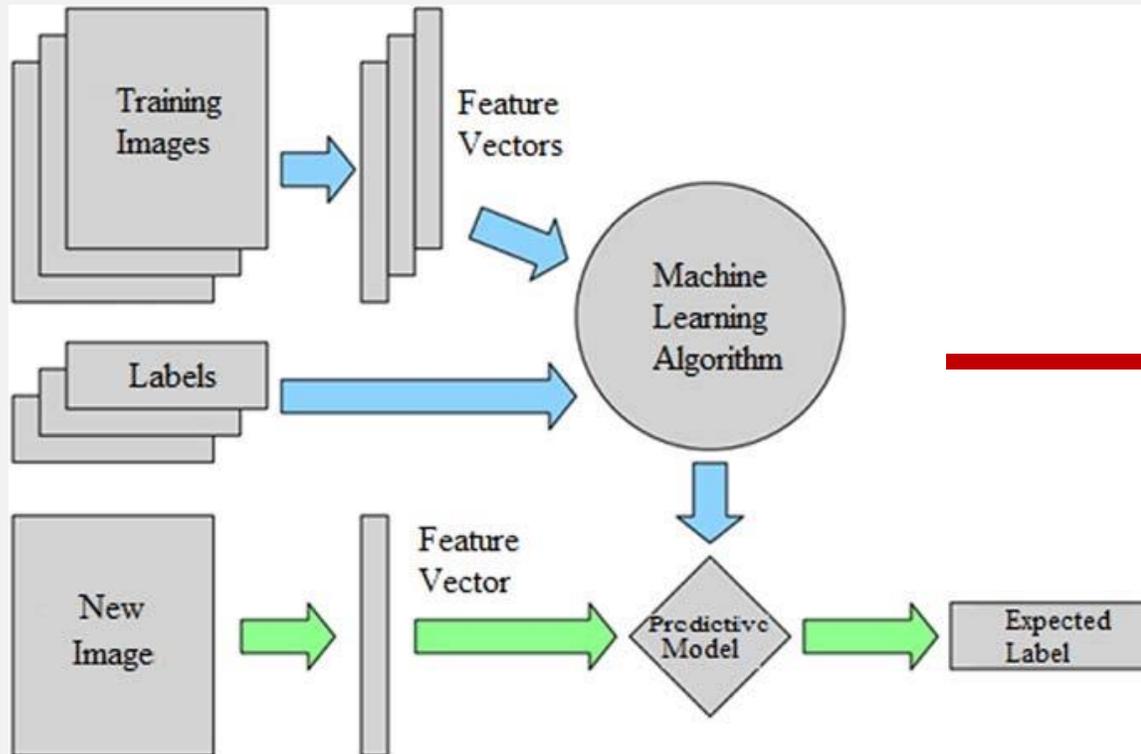
Appearance

Color by Label Instance Group

Opacity  
Selected opacity

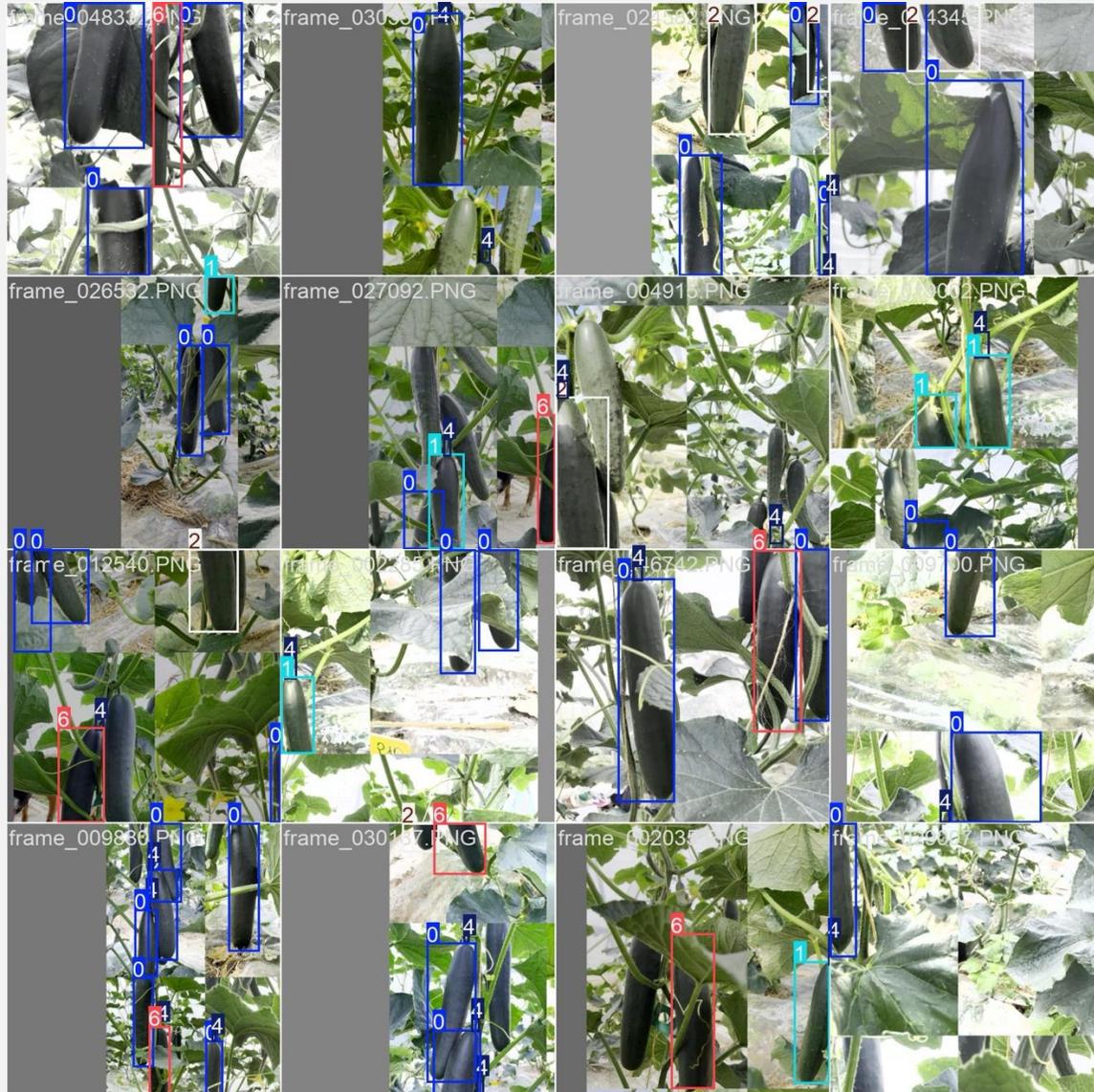
Outlined borders  Show bitmap  Show projections

- ✓ Allenamento algoritmo YOLOvn sul dataset personalizzato e valutazione della precisione delle performance

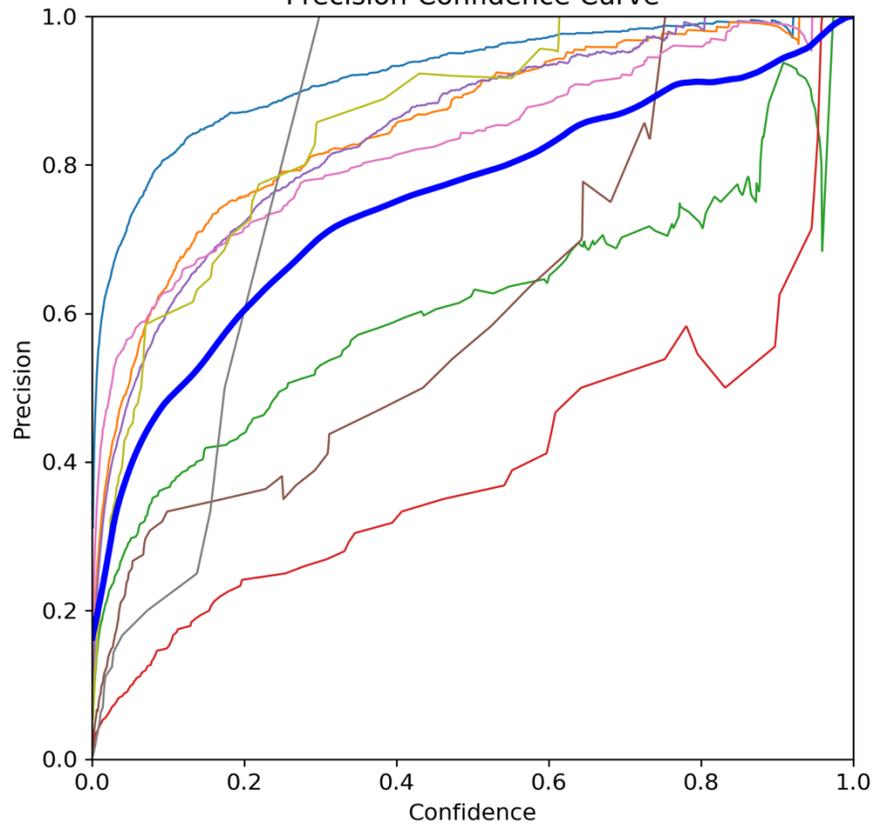


**You Only Look Once (YOLO)** è un algoritmo in grado di rilevare gli oggetti istantaneamente, eseguendo contemporaneamente la classificazione attraverso una rete neurale convoluzionale.

- ✓ Allenamento algoritmo YOLOvn sul dataset personalizzato e valutazione della precisione delle performance

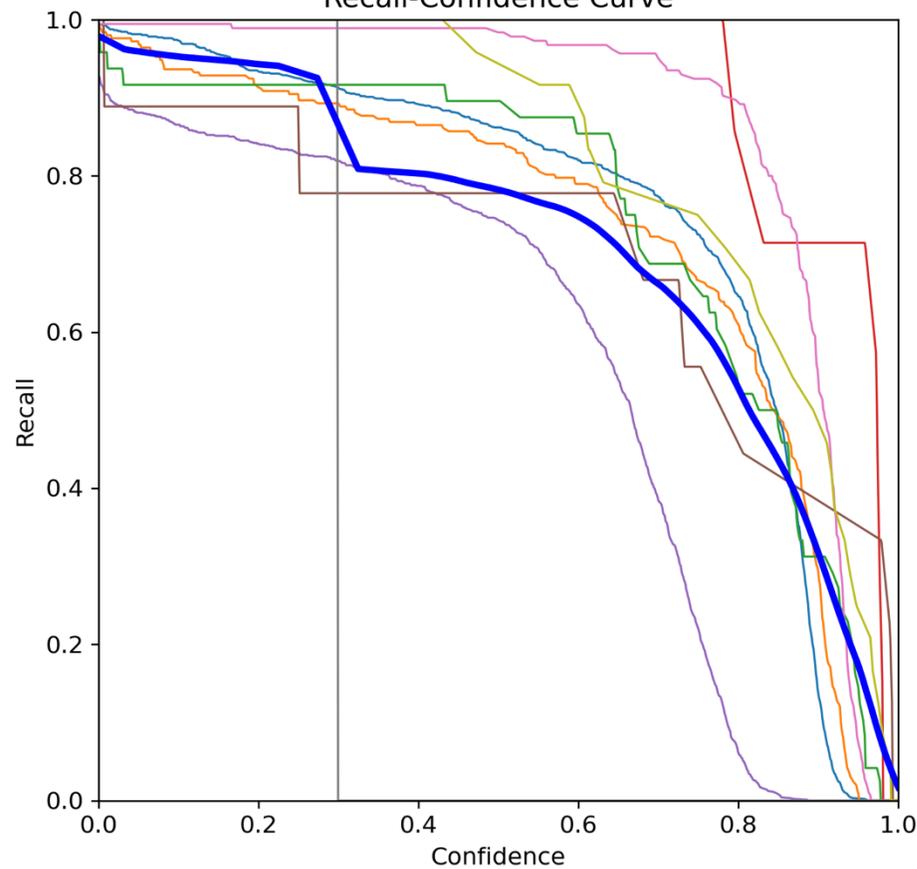


Precision-Confidence Curve



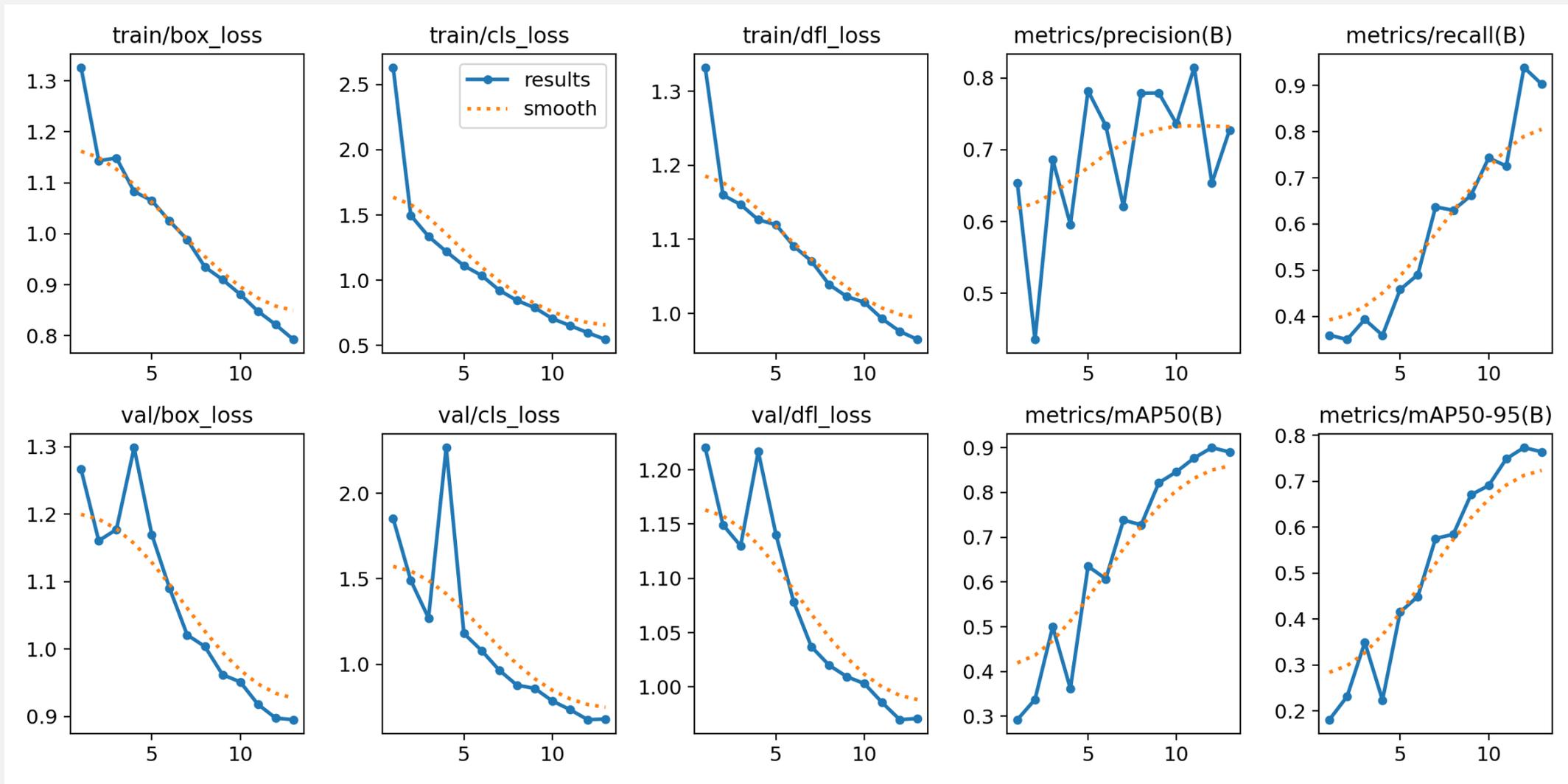
- RIPE - OBSTRUCTED
- UNRIPE - OBSTRUCTED
- RIPE - NOT OBS
- UNRIPE - NOT OBS
- PEDUNCLE
- OVERRIPE NOT-OBS
- OVERRIPE OBS
- DEFORMED-UNRIPE-notOBS
- DEFORMED-UNRIPE-OBS
- all

Recall-Confidence Curve

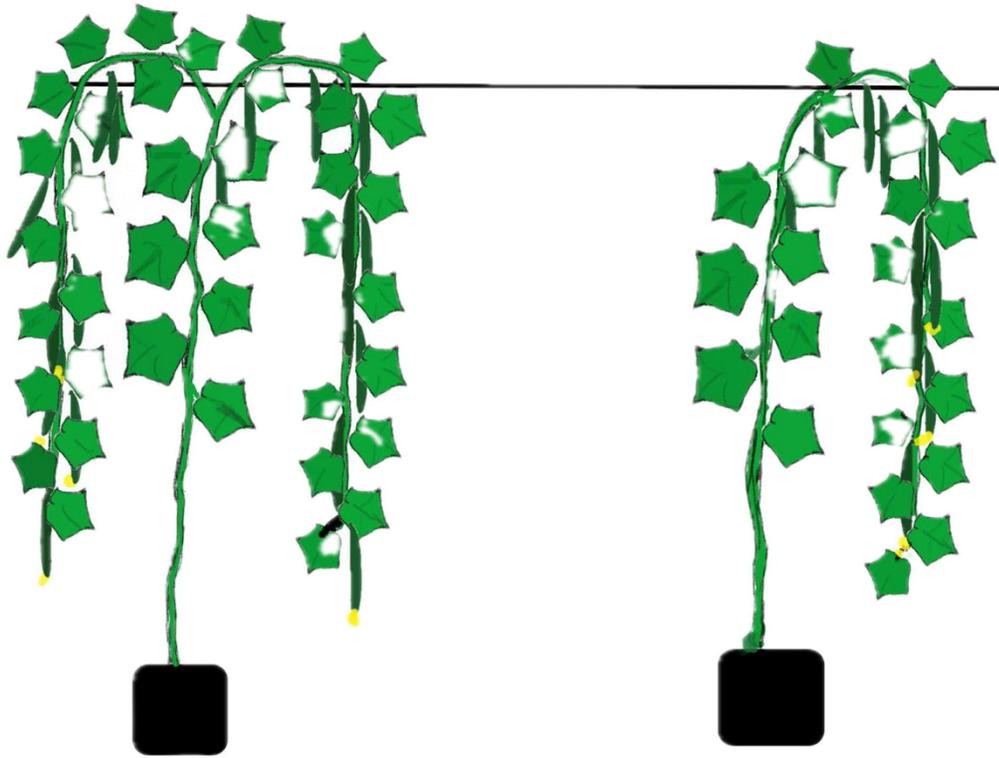


- RIPE - OBSTRUCTED
- UNRIPE - OBSTRUCTED
- RIPE - NOT OBS
- UNRIPE - NOT OBS
- PEDUNCLE
- OVERRIPE NOT-OBS
- OVERRIPE OBS
- DEFORMED-UNRIPE-notOBS
- DEFORMED-UNRIPE-OBS
- all classes 0.98 at 0.000

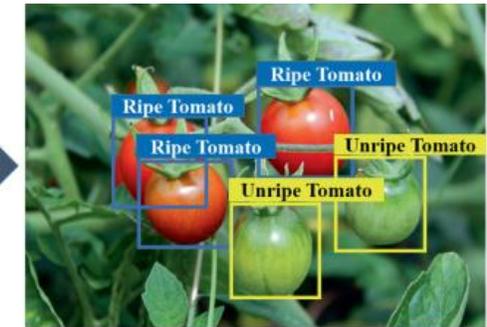
Precisione =  $\frac{\text{N frutti rilevati correttamente}}{\text{N totale frutti rilevati}}$



- ✓ Validazione del sistema di allevamento ottimale per una migliore visibilità del target

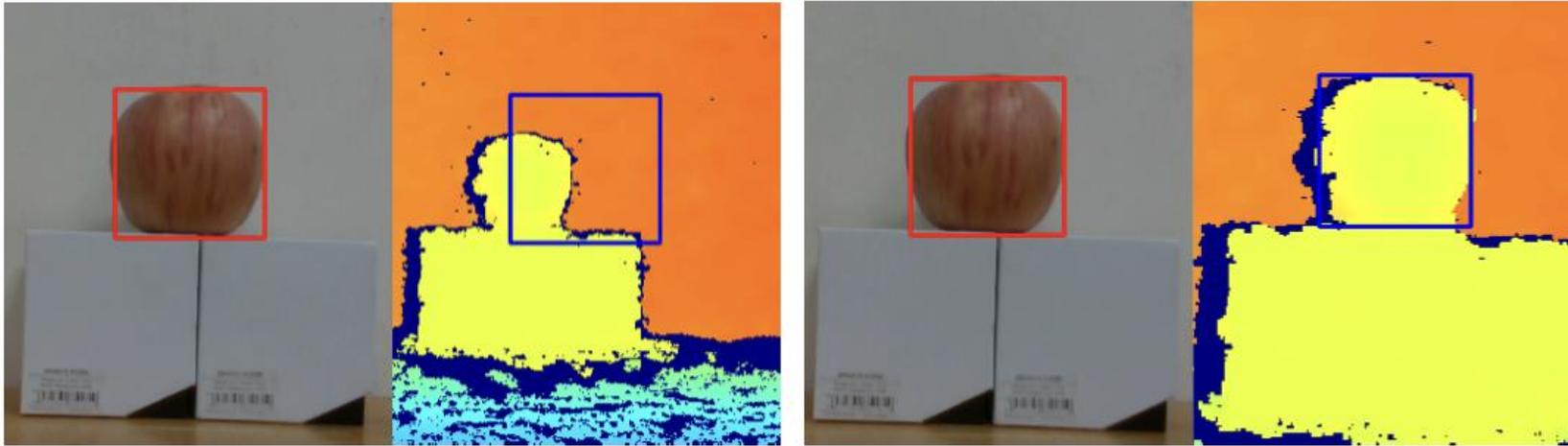


Input



Desired Output

- ✓ **Localizzazione del bersaglio** tramite allineamento delle immagini con le mappe di distanza per rilevare la distanza bersaglio-camera e successivamente calcolo del peso



Dalla bounding box rilevata nell'immagine RGB di una mela, possiamo determinare la rispettiva bounding box nell'immagine di profondità dopo il processo di allineamento.

Combinando le coordinate 2D dell'immagine RGB con le informazioni di profondità, si trova loro localizzazione.

## STEP SUCCESSIVI



1. Predizione del peso
2. Localizzazione del peduncolo, per individuazione del «picking point»
3. Allineamento algoritmo – robot

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Gaia Moretti – PhD student

[gaia.moretti6@unibo.it](mailto:gaia.moretti6@unibo.it)

Agribologna 

