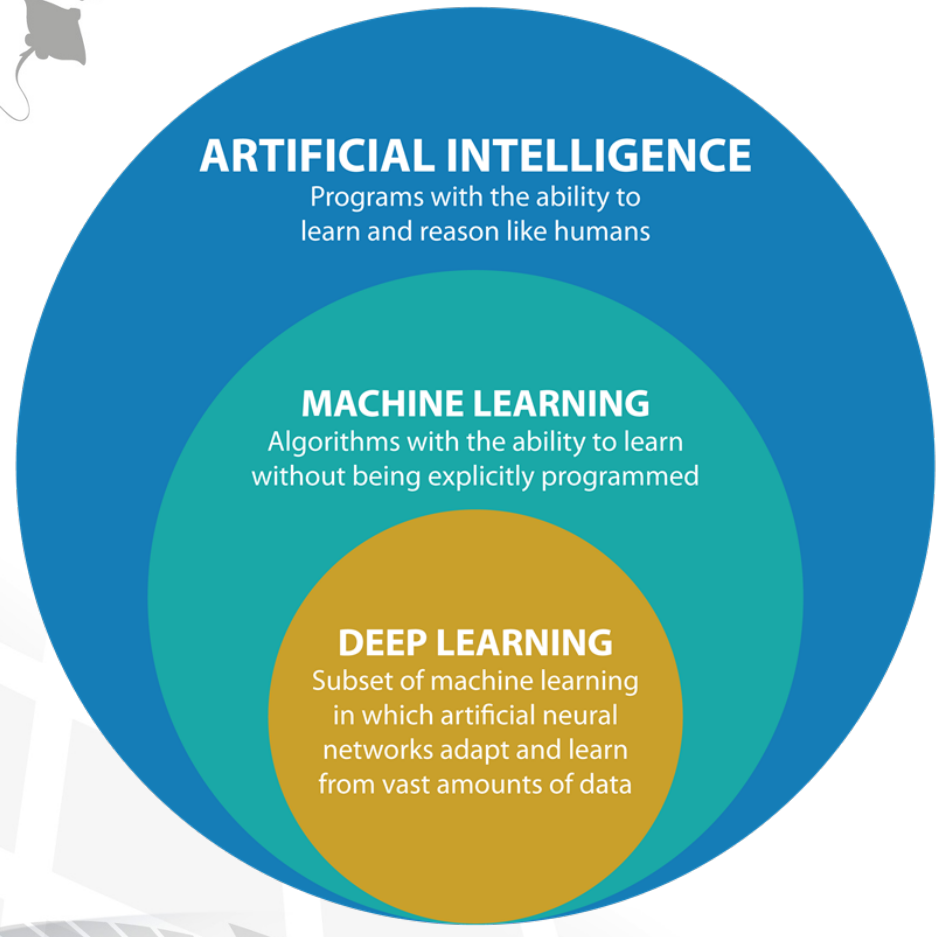
IZSAM G.CAPORALE
TERAMO

L'Intelligenza Artificiale: nuove frontiere per l'identificazione e la tracciabilità degli animali

Andrea Capobianco Dondona, DVM, MSc

L'IZSAM investe nel futuro: Artificial Intelligence e Deep Learning



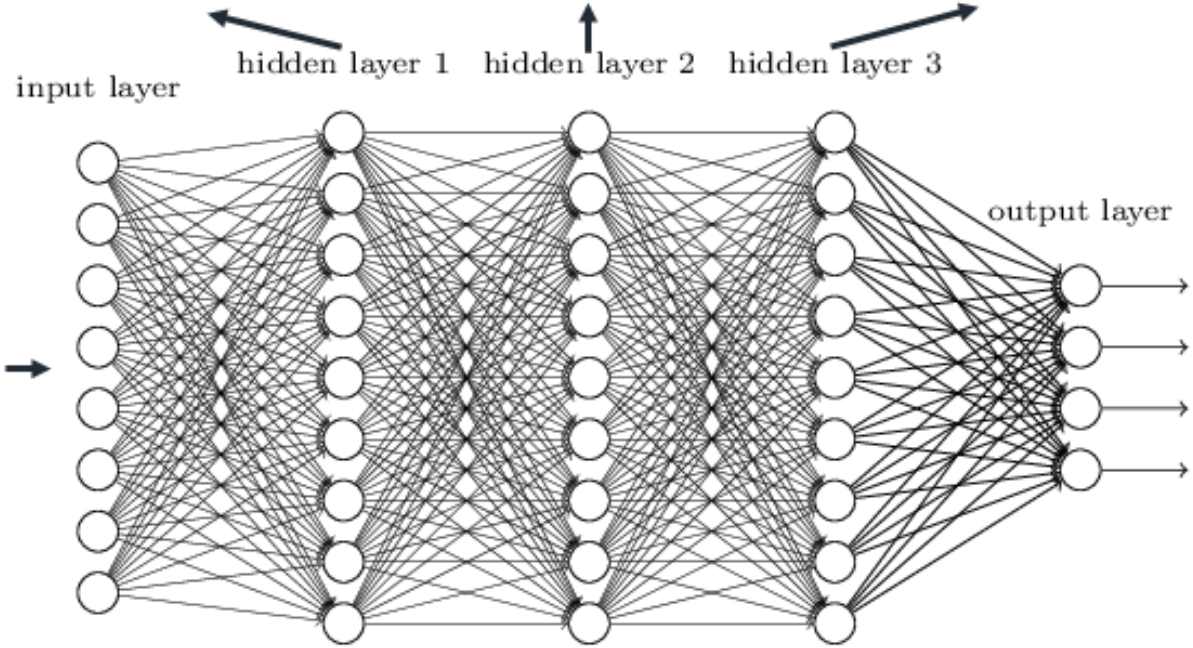
Il deep learning è uno degli approcci all'apprendimento automatico che ha preso spunto dalla struttura del cervello.

Possibili applicazioni:

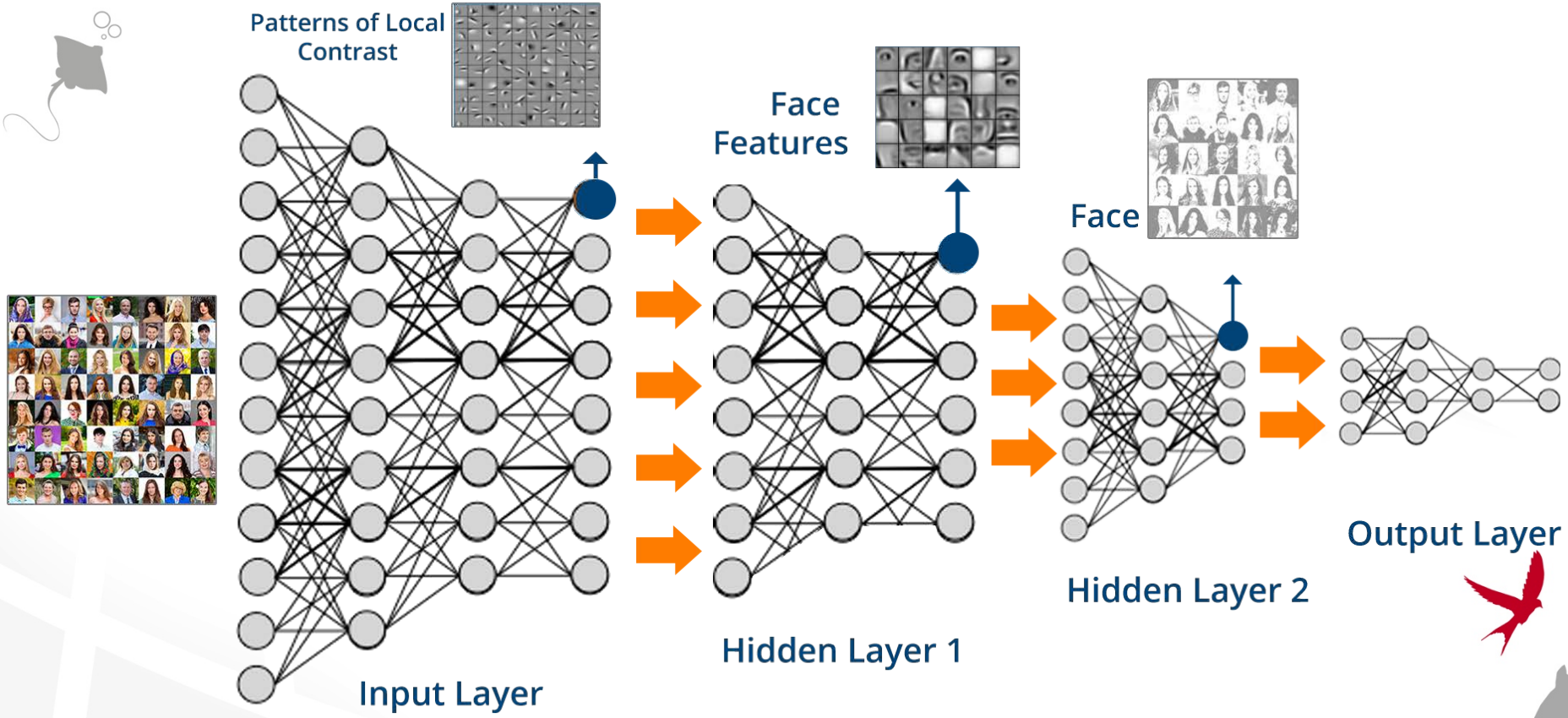
- Immagini satellitari
- Identificazione animale
- Diagnostica (es. istologia)
- Analisi comparative e predittive

Deep learning ed analisi delle immagini

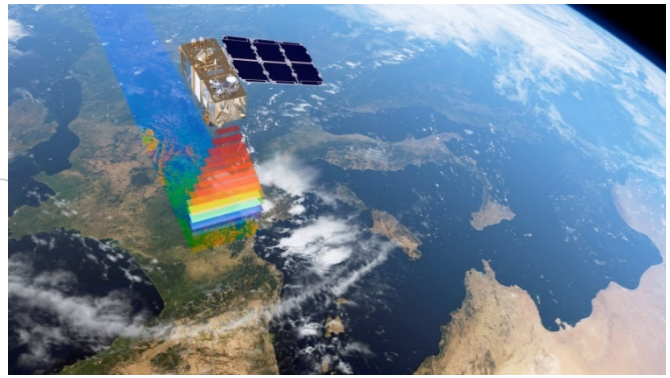
Deep neural networks learn hierarchical feature representations



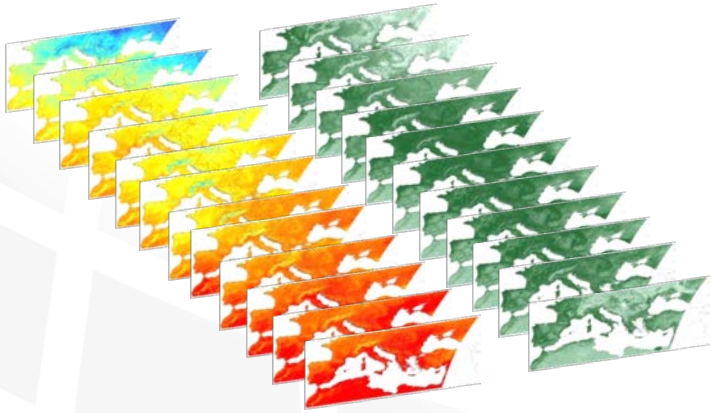
Deep learning ed analisi delle immagini



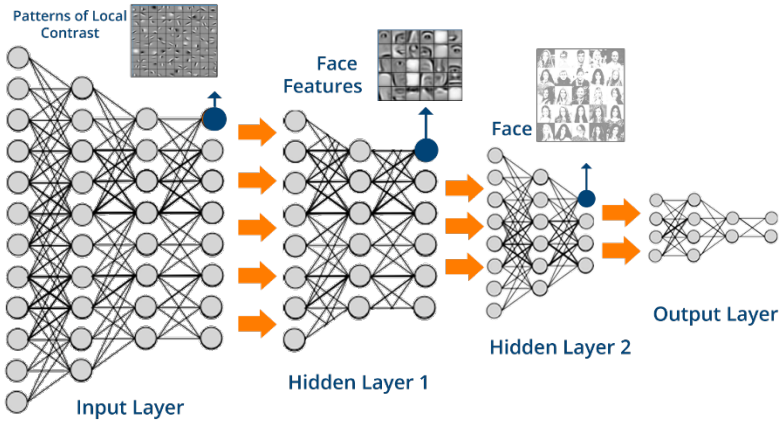
AI applicata alle immagini satellitari



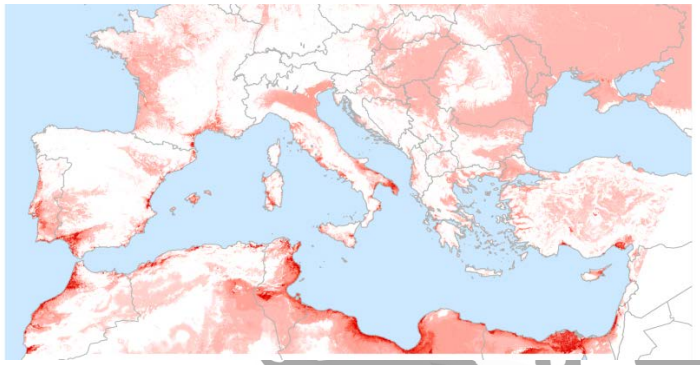
Sentinel-2 mission - Copernicus



Processamento immagini satellitari

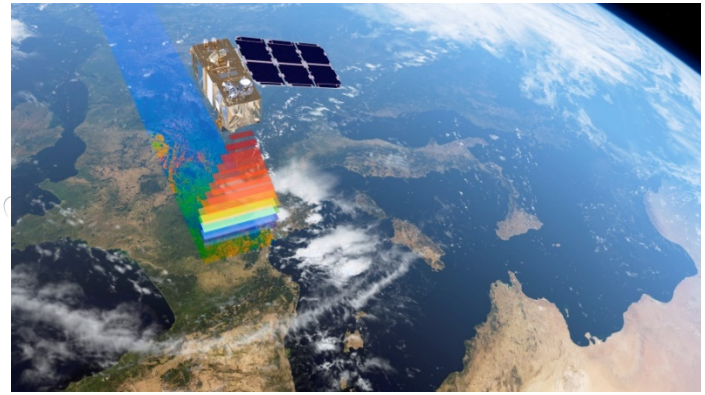


Algoritmi Intelligenza Artificiale

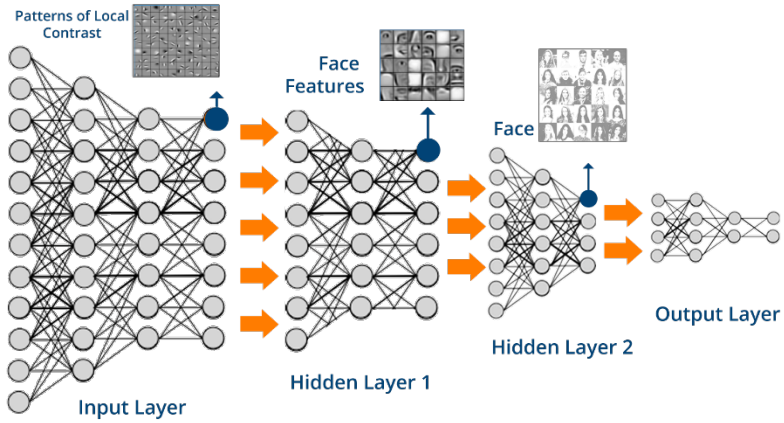


Mappe di rischio

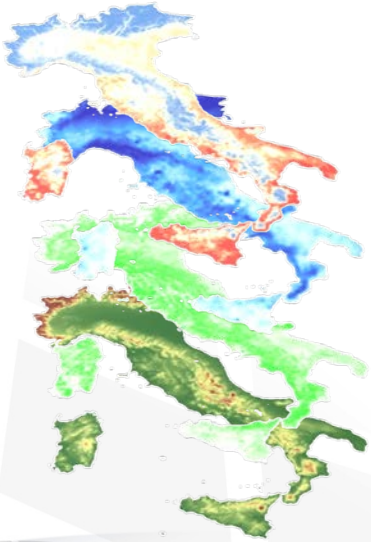
AI applicata alle immagini satellitari



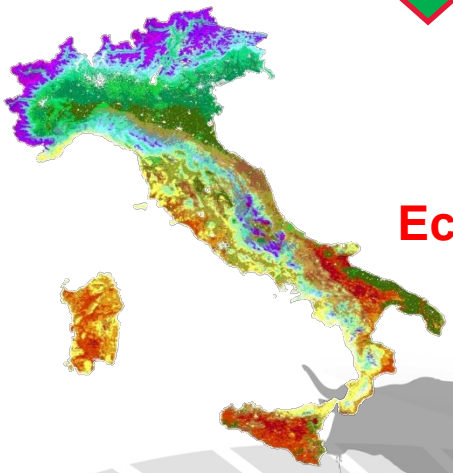
Sentinel-2 mission - Copernicus



Algoritmi Intelligenza Artificiale



Processamento immagini satellitari



Eco-regioni simili

Alcuni limiti dei metodi d'identificazione esistenti

- Necessitano di un contatto ravvicinato e prolungato con l'animale (**Tempo e stress**)
- Non possono prescindere dall'esperienza dell'osservatore (**Errore umano**)
- Rimovibili e manomissibili (**Frodi e furti**)

…è facile distinguere…

Labradoodle o pollo fritto

Cucciolo o ciambella

…è facile distinguere…

Komondor o mocio

Chihuahua o muffin

…è facile distinguere…

Barbagianni o mela

Pappagallo o guacamole

…è facile distinguere…

Pollo crudo o Donald Trump

…e le identità dei bovini?

Stato d'avanzamento del progetto

1. Messa a punto di un protocollo e di uno strumento per l'acquisizione dati
2. Sviluppo di Reti Neurali (Convolutional Neural Network) per l'annotazione dei dati da analizzare
3. Sviluppo di CNN per l'analisi delle immagini e definizione delle metriche di valutazione e di performance delle CNN
4. Programmazione dei prossimi steps

Acquisizione Dati

Procedure di acquisizione dati

- E' stata realizzata un'App per acquisire foto e/o video dei singoli animali e raccogliere in un DB i dati del capo: ID, proprietario, specie, razza, sesso e data di nascita.

Metodo 1

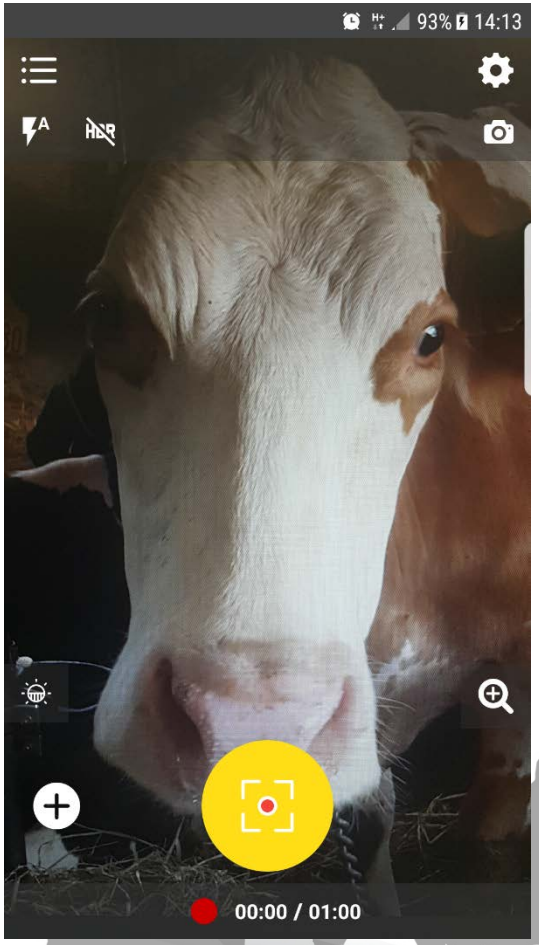
- Acquisizione di singole immagini ed un identificatore della vista (frontale, laterale destra e laterale sinistra)

Metodo 2

- Acquisizione di un **breve video** (circa 10 secondi)

Metodo 3

- Acquisizione di **un video** (circa 1 minuto):
  - 180° intorno al muso almeno 2 volte;
  - Variare la distanza dall'animale;
  - Mantenere il muso nell'inquadratura;



Risultati dei metodi di acquisizione

Metodo	NIT ↑	NA	TPI (sec)	TPA (sec)	VA ↑
1	770	32	3	7	**10**
2	1356	20	0.33	0.25	3
3	**10324**	34	**0.33**	**0.25**	**8**

NIT: numero di immagini totali estratte
NA: numero di animali diversi
TPI: tempo di acquisizione per singola immagine
TPA: tempo di annotazione per singola immagine (ritaglio del muso)
VA: Varianza tra le foto di un singolo animale in termini di aspetto visivo (varianza media tra pixels)

- Singole immagini permettono di avere una **varianza elevata**. L'operatore controlla direttamente il contenuto informativo;
- L'utilizzo di video **aumenta** di un ordine di grandezza il **numero di immagini** totali e **diminuisce il tempo per acquisizione ed annotazione**;
- I video di un operatore formato **migliorano la varianza per singolo animale** e avvicinano la metrica al valore su singole immagini;

Annotazione Dati

CNN per estrazione ed annotazione automatica

Principale **bottleneck** per estrazione dei dati è l'annotazione manuale dei video.

- **Vatic**: software che sfrutta la vicinanza temporale di frame consecutivi attraverso l'interpolazione.
- **SSD**: sfruttando i dati già annotati con Vatic abbiamo allenato una rete neurale (*SSD-Single Shot Detection*)

SSD: Single Shot Detection

Analisi delle immagini e metriche di valutazione

Elaborazione dei dati

- Le **immagini di train** vengono convertite in embeddings attraverso la rete sviluppata (*128 x 128 pixel*);
- Per ogni identità viene scelto come **embedding** rappresentante la media dei valori degli embeddings della corrispondente identità;
- Le **immagini di test** vengono convertite in embeddings con la medesima procedura;
- Per ogni embedding di test si cerca l'embedding di train più vicino (**nearest neighbour**), e si confrontano le due identità

Metriche di analisi

TAR ↑	FAR ↓	TOP 1 ↑	TOP 5 ↑	TOP K5 ↑
0.9	0.05	0.8	0.9	0.8

Valori minimi soglia che consentirebbero al sistema di essere sufficientemente affidabile per essere impiegato in una fase sperimentale in campo (50 capi)

- **TAR**: percentuale di immagini dello stesso animale individuati entro un raggio definito dall'immagine di test, compresa tra 0 e **1** (desiderato);
- **FAR**: percentuale di immagini di diversi animali entro lo stesso raggio, compresa tra **0** (desiderato) e 1;
- **TOP 1**: probabilità che l'elemento più vicino sia dello stesso animale dell'immagine di test, compresa tra 0 e **1** (desiderato);
- **TOP 5**: probabilità che tra i 5 elementi più vicini almeno uno sia dello stesso animale dell'immagine di test, compresa tra 0 e **1** (desiderato);
- **TOP K5**: probabilità che tra i 5 elementi più vicini il più frequente sia lo stesso animale dell'immagine di test, compresa tra 0 e **1** (desiderato);

Risultati con test set indipendenti

METODO	TAR ↑	FAR ↓	TOP 1 ↑	TOP 5 ↑	TOP K5 ↑
2	0.77	0.48	0.32	0.47	0.14
3	**0.89**	0.32	0.39	**0.64**	0.14
2 + 3	0.73	**0.29**	**0.42**	0.61	**0.23**

- **Trend crescente rispetto a tutte le metriche**
- Necessità di acquisire un numero molto elevato di immagini per ogni animale in questa fase
- La combinazione di due dataset (2 e 3) **migliora** quasi tutte **le metriche**
- TOP K5 aumenta notevolmente, evidenziando come un numero maggiore di dati (anche non degli stessi animali) aiuti a migliorare la precisione

Test set

Per risolvere alcune ambiguità sulla validità dei risultati è stato raccolto un nuovo dataset di immagini

Numero Animali	Numero Immagini Totali	Numero Immagini Medio per Animale
30	223	8

Il dataset soddisfa i seguenti vincoli:

- il numero di immagini per singolo individuo è piccolo rispetto al numero di individui (**rapporto 1:4**);
- le viste di un singolo animale presentano una certa varianza, essendo state scattate a **distanza di almeno 1 secondo**

Esempi estratti dal nuovo test set per un singolo animale

Risultati con nuovo test set

METODO	TAR ↑	FAR ↓	TOP 1 ↑	TOP 5 ↑	TOP K5 ↑
Vecchio	0.73	0.29	0.42	0.61	0.23
Nuovo	**0.784**	**0.138**	**0.82**	**0.90**	**0.76**
	0.90	**0.05**	**0.80**	**0.90**	**0.80**

E' presente un **notevole incremento di tutte le metriche** rispetto alle precedenti acquisizioni. Questo può essere associato a:

- Test set più vicino al problema da risolvere, con gli stessi individui presenti nei dataset di train, e pose diversificate;
- Maggior numero di immagini per singolo animale (intorno a 400), e dunque un maggiore informazioni
- Presenza di acquisizioni in giorni diversi, con conseguente aumento della varietà di condizioni di luce e sfondo

Futuri sviluppi

Futuri sviluppi: aumento della risoluzione

METODO	RISOLUZIONE (px)	TAR ↑	FAR ↓	TOP 1 ↑	TOP 5 ↑	TOP K5 ↑
2	128 x 128	0.77	0.48	0.32	0.47	0.14
2	224 x 224	**0.80**	**0.42**	**0.34**	**0.53**	**0.16**

- Maggiori dettagli permettono di **abbattere i falsi positivi**
- All'aumento della risoluzione consegue un **aumento esponenziale del tempo di train**
- Utilizzabile non appena avremo un numero sufficiente grande di identità e di immagini per ognuna di esse

Futuri sviluppi: annotazione a livello di pixel

- **Maschera binaria** che evidenzia una regione di interesse e può essere impiegata in task di segmentazione
- Può rendere la **rete molto più invariante** al cambiamento di background
- Limite rappresentato dal tempo necessario all'annotazione
- Annotazioni sulle nostre immagini utilizzando la famosa **architettura Mask-RCNN**

Possibili future applicazioni della nuova tecnologia

- Consentire, in qualunque momento, l'**identificazione univoca degli animali**;
- **Evitare scambi di identità** in concorsi, mostre, mercati e gare nazionali e internazionali;
- **Migliorare il benessere animale** sia in ambito sportivo che zootecnico;
- Possibilità di valutare, in futuro, lo stato di benessere e sanitario dalle sole immagini

Grazie per l’attenzione!

(a.capobianco@izs.it)