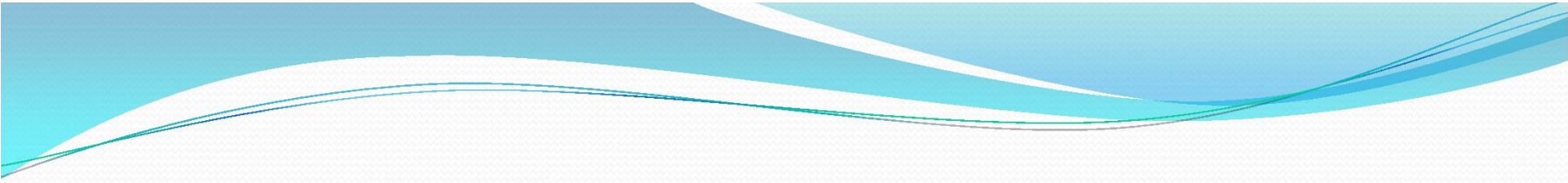


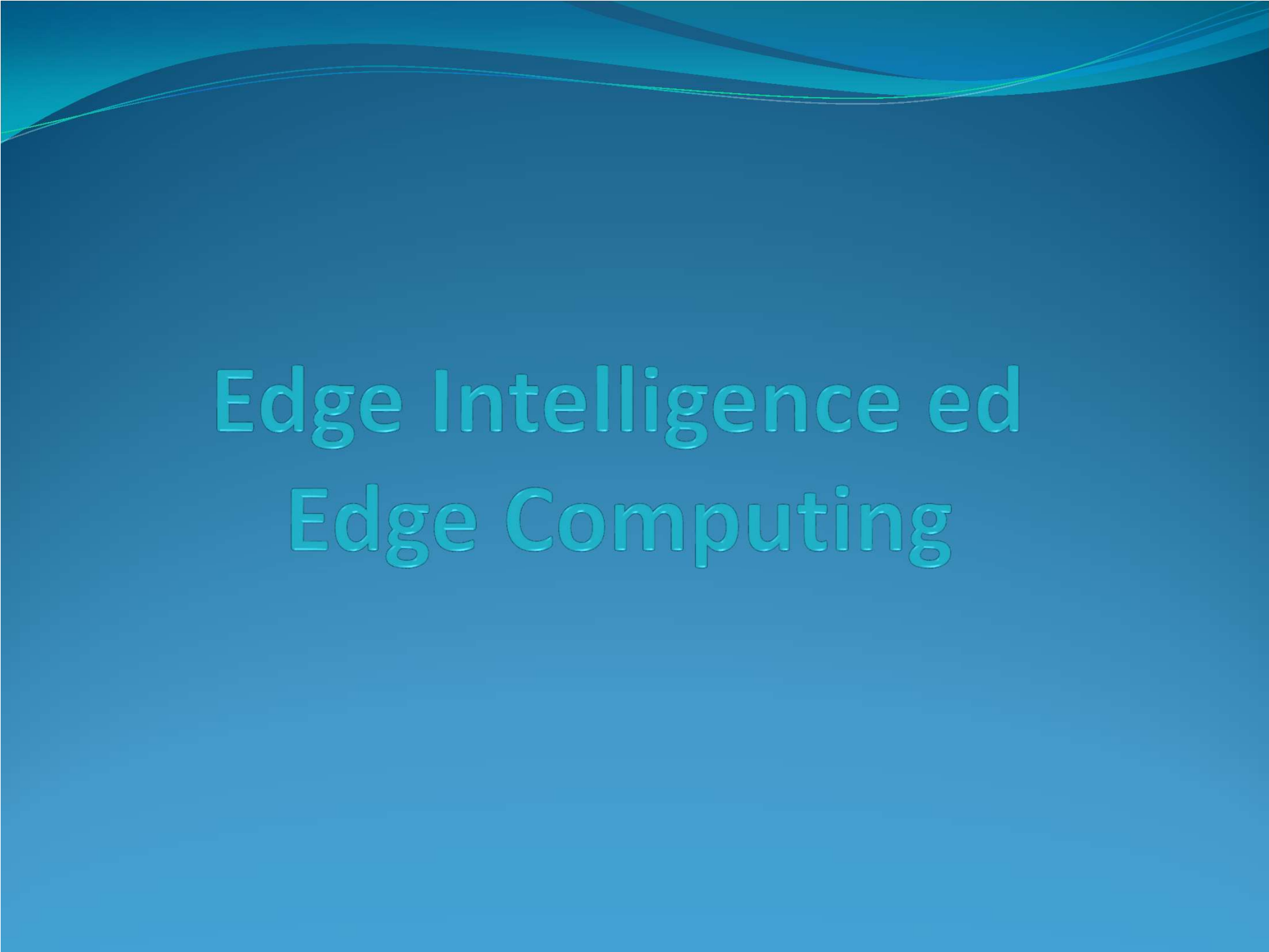
# Sistemi Distribuiti

Impiego di AI2GO per lo sviluppo di  
applicazioni basate su Edge Intelligence

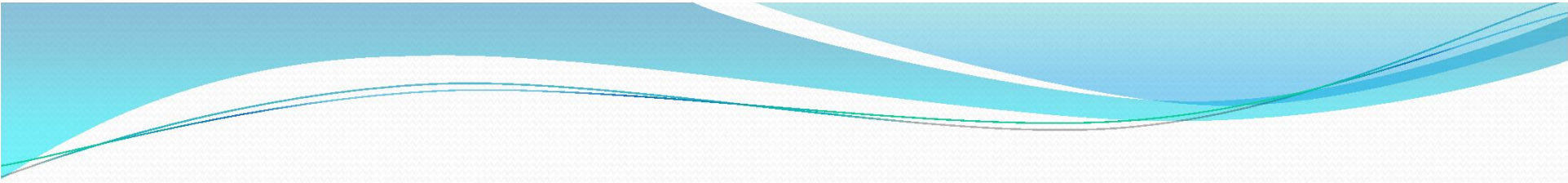


# Contenuti

- Edge Intelligence ed Edge Computing
  - Definizione e caratteristiche
  - Edge Computing Node
  - Esempi applicativi
- AI2GO e Xnor Bundle
  - Descrizione
  - Hardware supportati e modelli pre-tuned
- Applicazioni basate su AI2GO

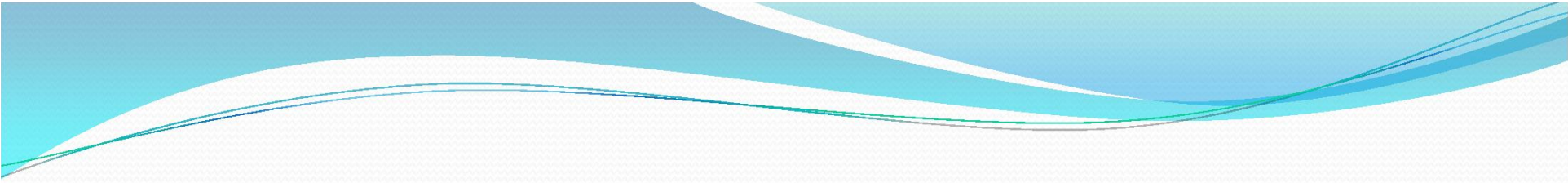


# Edge Intelligence and Edge Computing



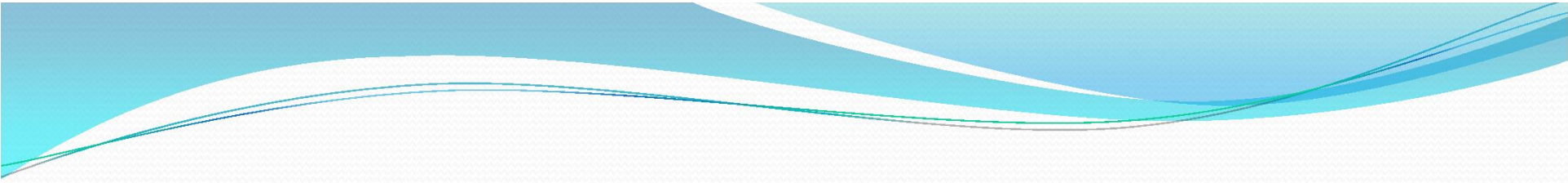
# Edge Intelligence

- Si definisce con il termine «Edge Intelligence» l'impiego di tecniche di Edge Computing e di Machine Learning all'interno di una rete con buone prestazioni
- Con «Edge Computing» si identifica un paradigma di programmazione distribuito che mira a spostare computazioni e memorizzazione dei dati vicino al luogo in cui sono necessari, decentralizzando tali compiti dal cloud ai singoli nodi della rete



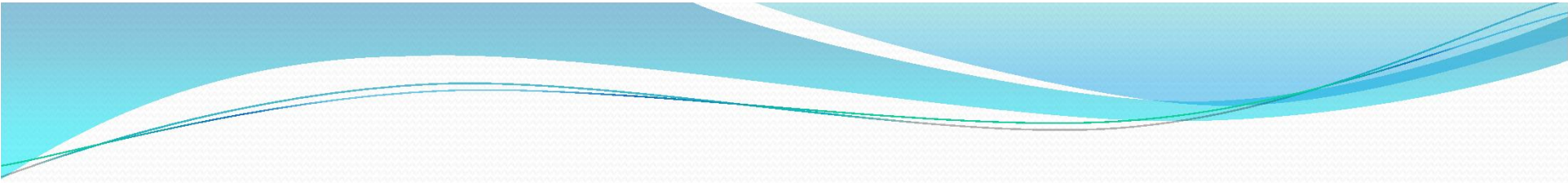
# Edge Computing

- Perché modificare il Cloud Computing classico?
- Sempre più spesso i dati vengono generati fuori dal cloud, ad esempio da sensori, oggetti smart, telecamere o misuratori ambientali...
- L'utilizzo di dispositivi che sfruttano la tecnologia Internet of Things porta ad avere grandi moli di dati esterne al cloud...
- L'unico modo di processare istantaneamente tali dati è ricorrere ad un processing locale...
- => Decentralizzazione del cloud



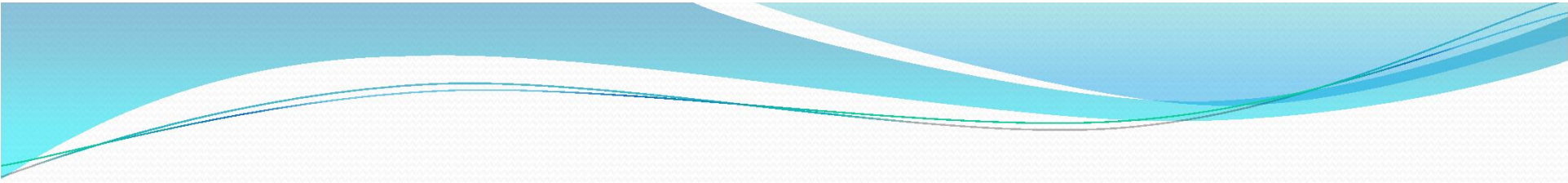
# Edge Computing

- I dati vengono analizzati ed elaborati nello stesso luogo in cui vengono generati
- Vantaggi:
  - Riduzione latenza: risultati immediati senza dover inviare dati grezzi ad un nodo centrale o a terze parti
  - Riduzione costi: i dati non devono transitare all'interno della rete
  - Maggiore sicurezza: riduzione del rischio di intercettazione e violazione dei dati
  - Maggiore autonomia: possibilità di svolgere localmente le elaborazioni necessarie



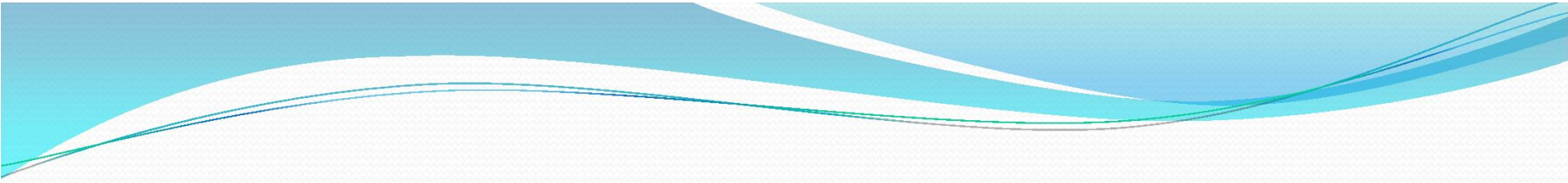
# Edge Computing Node

- L'unità di elaborazione principale della Edge Computing è l'Edge Computing Node, un micro data center capace di:
  - Immagazzinare ed elaborare dati
  - Prendere decisioni locali basate su:
    - Informazioni avvertite tramite sensori oppure ricevute
    - Algoritmi dei server centrali
- Le decisioni possono essere applicate localmente oppure comunicate ai server per consentire processi di aggregazione e decisione finale



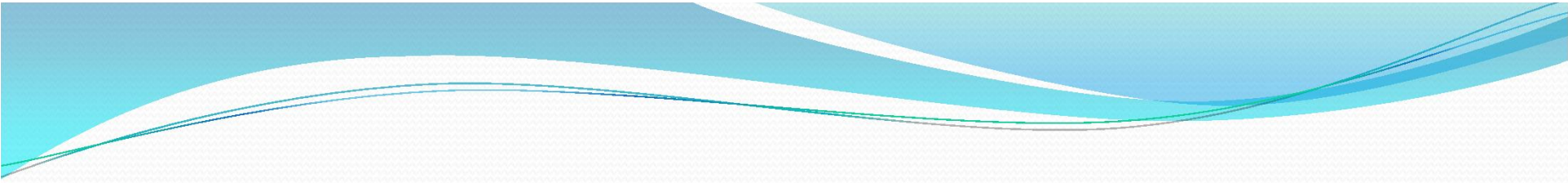
# Edge Computing Node

- Vantaggi:
  - È possibile avviare procedure locali in attesa della risposta globale dei server centrali
  - Unico dispositivo hardware da installare, configurare e aggiornare
  - Dispositivi flessibili e adattabili in base alle esigenze
  - Riduzione traffico di rete (vengono inviati ai server centrali solo le informazioni importanti, i dati su cui eseguire backup o la richiesta di elaborazioni complesse)
  - Performance elevate



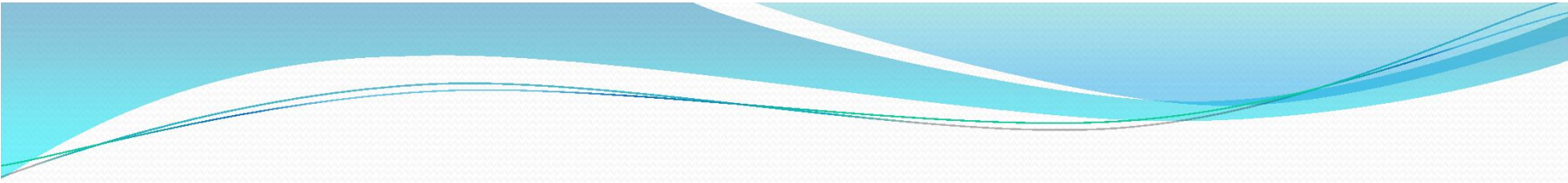
# Edge Computing Node

- Hanno la possibilità di accumulare dati prima di inviarli al server centrale
- Le altre informazioni utilizzate per processing locale rapido vengono mantenute temporaneamente in memoria e poi eliminate
- In caso di connettività intermittente utilizzano algoritmi predittivi e buffering
- Alcune funzioni rimangono di competenza del cloud, ad esempio il training degli algoritmi predittivi: solo il cloud possiede tutte le informazioni necessarie



# Edge Computing Node

- Tra le funzioni principali dei nodi ci sono, pertanto:
  - Processing
    - Es. aggregazione, controllare se un valore rientra in un range o è inferiore a una certa soglia, ...
  - Caching
  - Routing
  - Prendere decisioni
  - Autoadattarsi ai valori
  - Fare adeguare i nodi adiacenti
- In caso di dati da segnalare (es. fuori range), si utilizza una rete mesh per diramare il report



# Edge Computing

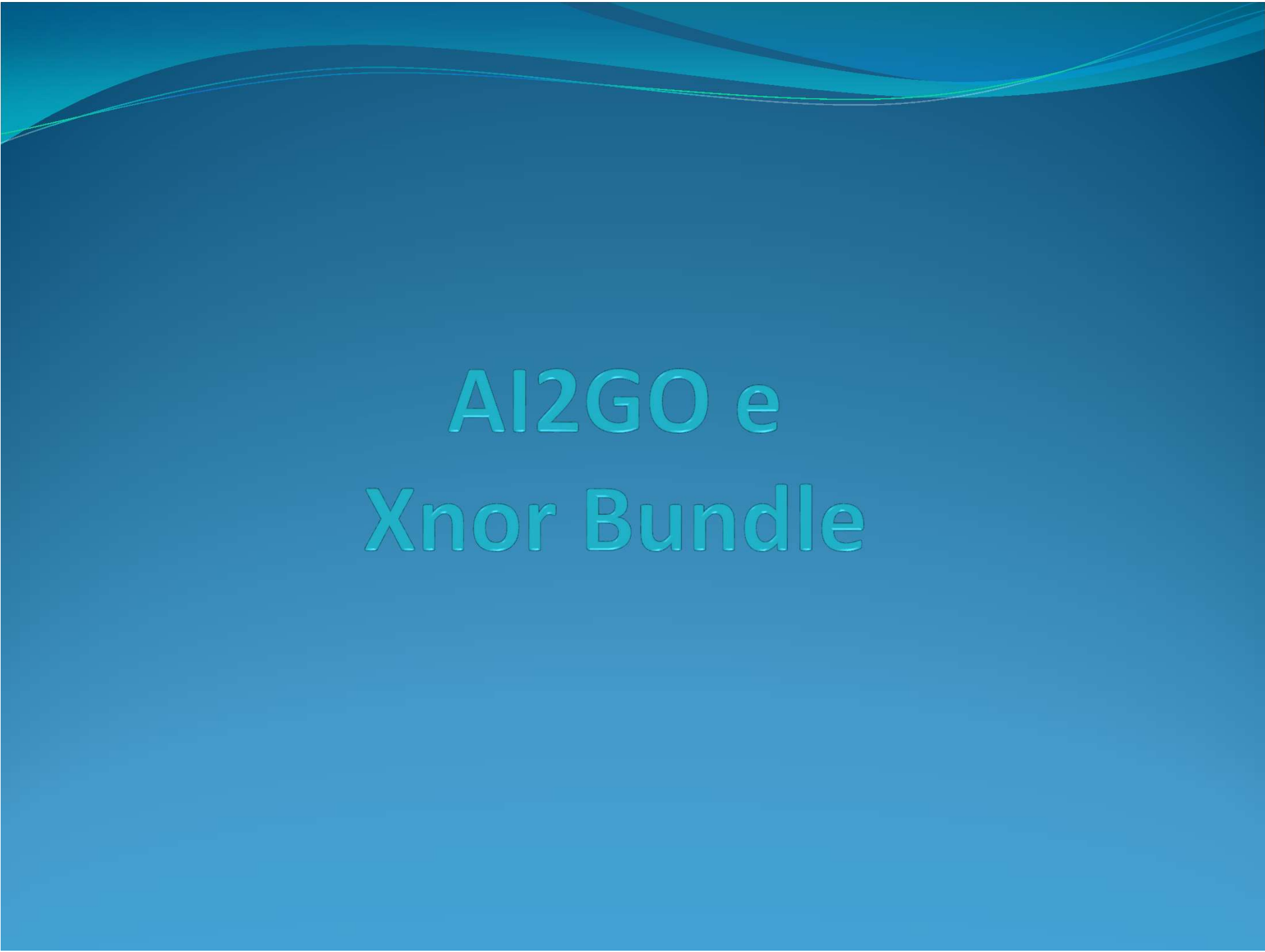
- Esempi applicativi:
  - Monitoraggio del traffico
    - Inviare i dati a un server centralizzato comporterebbe un ritardo nella risposta tale per cui questa arriverebbe in un momento in cui la situazione del traffico è cambiata
  - Videosorveglianza
    - Una videocamera produce un flusso continuo di dati che mette in seria difficoltà sia le capacità della rete che quelle del cloud
    - Occorre una analisi real time per far fronte ad eventuali situazioni pericolose che richiedono un intervento tempestivo

# Edge Computing

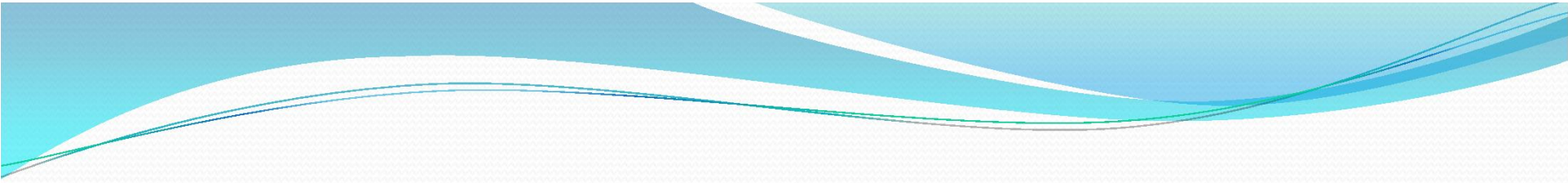
- Esempi applicativi:
  - Applicazioni time sensitive
    - Ad esempio, transazioni bancarie
    - Occorre una analisi in tempo reale per annullare tempestivamente transazioni malevole o acquisti con carte di credito rubate (ad es. transazioni multiple dallo stesso POS)
  - Telecomunicazioni
    - Duplicare dati su edge server regionali permette di abbattere i problemi di latenza per gli utenti finali, che non devono attendere il transito di richiesta e risposta fino al server centrale

# Edge Computing

- Esempi applicativi:
  - Veicoli a guida autonoma
    - Cosa succede se si fa affidamento sul cloud e il veicolo perde la connessione?
    - Cosa succede mentre il veicolo attende l'elaborazione dei dati?
    - Ad esempio, un sensore rileva la presenza di un ostacolo a poca distanza dalla macchina, come un pedone che all'improvviso attraversa la strada. Serve un'elaborazione real time che un sistema cloud classico non è in grado di fornire

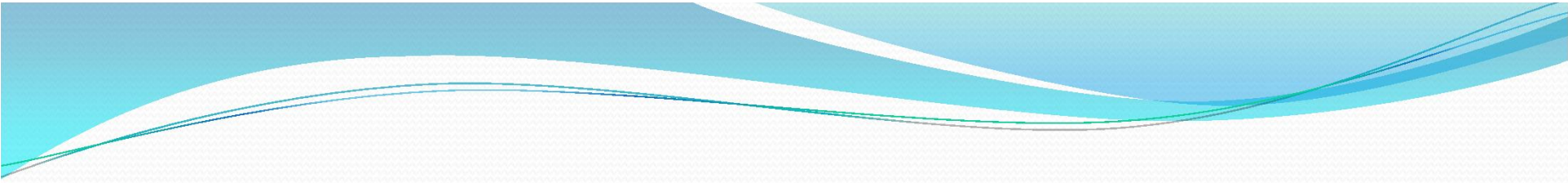


# AI2GO e Xnor Bundle



# AI2GO

- Piattaforma che agevola la programmazione basata su Edge Computing fornendo diversi modelli pre-tuned e permettendo di eseguirli su dispositivi anche senza connessione internet
- I modelli sono energeticamente efficienti, hanno un basso impatto sulla memoria ed essendo eseguiti localmente riducono la latenza nella produzione dei risultati e al contempo aumentano il livello di sicurezza

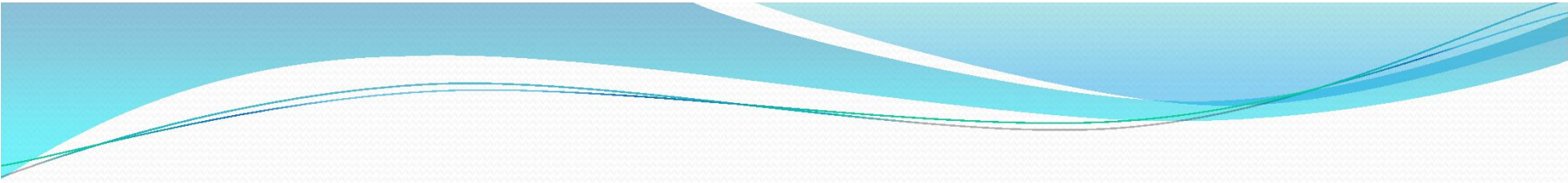


# Xnor.ai

- AI2GO è uno strumento sviluppato dall'organizzazione Xnor.ai
- Xnor.ai si occupa principalmente di applicazioni nel campo della Edge Intelligence
- Più precisamente, si concentra sull'esecuzione di complessi algoritmi di deep learning su una vasta gamma di dispositivi, come smartphone, droni o altri oggetti dotati di tecnologia IoT
  - Algoritmi altrimenti riservati al cloud
- Obiettivo: intelligenza artificiale alla portata di tutti

# AI2GO

- AI2GO permette anche a utenti con pochissima esperienza nel settore di creare applicazioni basate su intelligenza artificiale ed Edge Intelligence
- È sufficiente scaricare come prima cosa l'SDK di Xnor
  - Include 4 Bundle funzionanti
- Successivamente si passa al download del Bundle Xnor più opportuno
  - L'utente deve scegliere la piattaforma hardware, il caso d'uso e i parametri di latenza e impronta in memoria che preferisce (tra quelli disponibili)



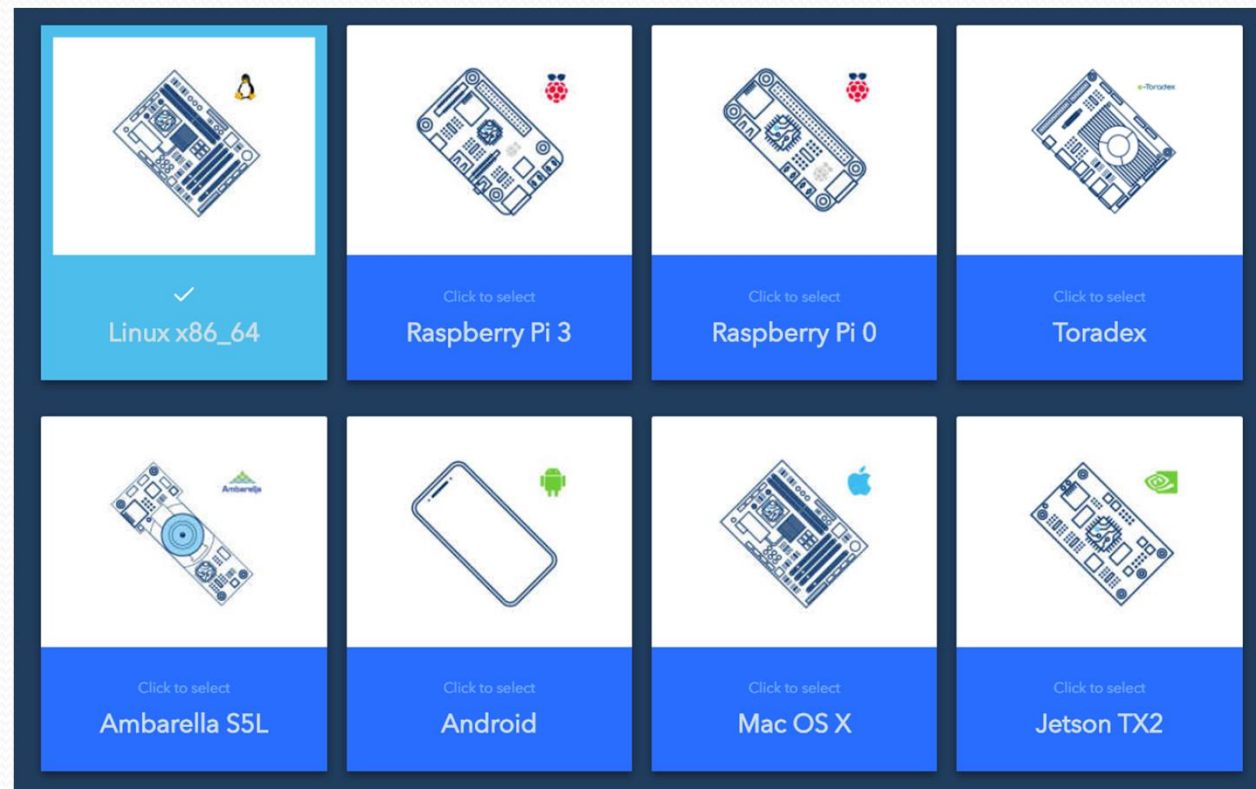
# Bundle Xnor

- Modulo contenente un modello AI e un motore di inferenza che consente al modello di essere eseguito in un dispositivo con poche righe di codice
- I modelli inclusi nei Bundle sono stati pre-addestrati
- Il motore di inferenza è ottimizzato per Edge Computing
  - Più veloce e accurato nelle predizioni real time
- Attualmente i modelli non possono essere modificati, né modelli multipli possono essere combinati in una stessa applicazione

# Bundle Xnor

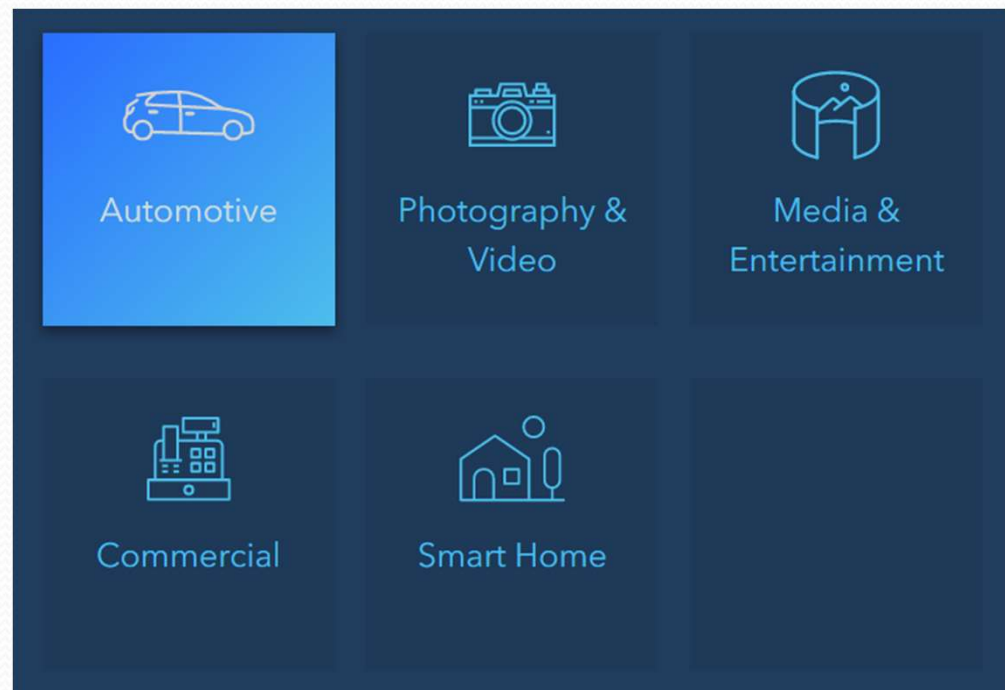
- Disponibili per molte delle principali piattaforme hardware:

- ✓ Linux
- ✓ Raspberry
- ✓ Android
- ✓ Mac OS X
- ✓ Ambarella
- ✓ Toradex
- ✗ Windows
- ✗ iOS



# Bundle Xnor

- Divisi in cinque settori principali:
  - Media e intrattenimento
  - Automobilistico
  - Fotografia e video
  - Commerciale
  - Smart home

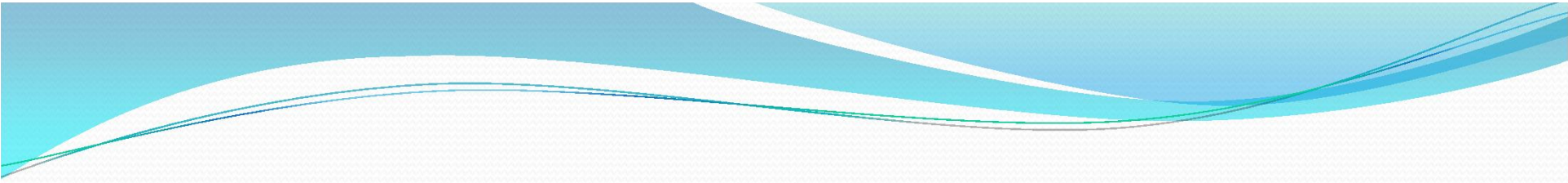


# Bundle Xnor

- Coprono i seguenti casi d'uso:
  - Rilevazione e classificazione di oggetti da cucina, oggetti di casa, oggetti da esterno, animali domestici, oggetti di realtà virtuale o aumentata, oggetti da ufficio, oggetti dell'abitacolo delle auto
  - Classificazione di cibo, espressioni facciali, sport, azioni, marchi di auto
  - Rilevazione di volti, persone, oggetti sportivi, animali
  - Segmentazione di persone



# Applicazioni basate su AI2GO



# Esempi applicativi

- Di seguito verranno proposte diverse applicazioni sviluppate tramite gli strumenti messi a disposizione da AI2GO
- Il linguaggio utilizzato per l'implementazione è Python, versione 3
- Le applicazioni sono state testate su Debian (macchina virtuale)

# AI2GO SDK

- L'SDK scaricabile dal sito ufficiale di AI2GO mette a disposizione 4 Bundle predefiniti e alcuni file Python per interagire con essi
  - Uno di essi analizza un'immagine e la restituisce con disegnati dei riquadri rossi attorno agli oggetti di interesse. Funziona con detector Bundle
  - Un altro analizza una cartella e copia o sposta le immagini in un'altra cartella, raggruppandole in sottocartelle in base alla classificazione delle immagini. Funziona con detector o classifier Bundle
- Personalizzandoli si possono ottenere comportamenti più complessi

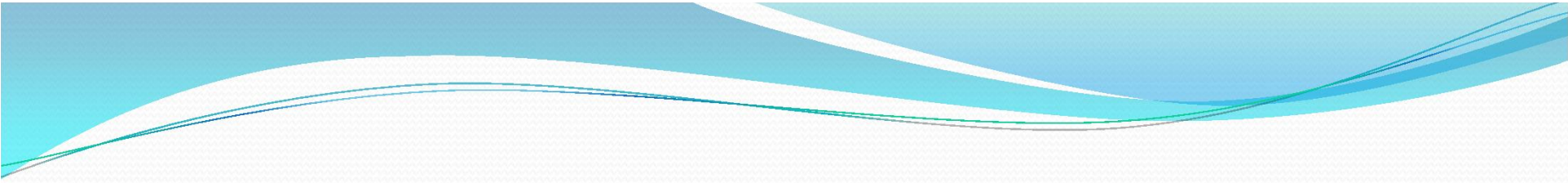
# Classificazione di fotografie

- Data una cartella contenente immagini in formato jpg, l'applicazione le suddivide in sottocartelle in base al loro contenuto
  - Prima classificazione: persone, animali, veicoli
  - Bundle «person pet vehicle detector» incluso nell'SDK
- Le immagini che non corrispondono a nessuna categoria vengono nuovamente elaborate utilizzando un Bundle differente
  - Seconda classificazione: cibo, oggetti da cucina, ...
  - Bundle personalizzato «kitchen object detector»

# Classificazione di fotografie

|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |    |    |    |    |
| 1_155752_1                                                                          | 6a00e553a80e108834014e88786004970d-800wi                                            | 0715-AD-HA GA06-02                                                                  | 1379003-home1                                                                       | angry                                                                                | Best-Family<br>og-Breed                                                               |
|    |    |    |    |    |    |
| dog_2                                                                               | donne-motociclisti-car-girl-157                                                     | foo                                                                                 | Food-Slider                                                                         | fridge                                                                               | fridge2                                                                               |
|  |  |  |  |  |  |
| ghg                                                                                 | happy                                                                               | horse                                                                               | huge-family-pets                                                                    | indian                                                                               | juliachild                                                                            |
|  |  |  |  |  |  |
| p                                                                                   | peop                                                                                | person                                                                              | petfamily                                                                           | Puriri_tree                                                                          | rainbow-f_0                                                                           |

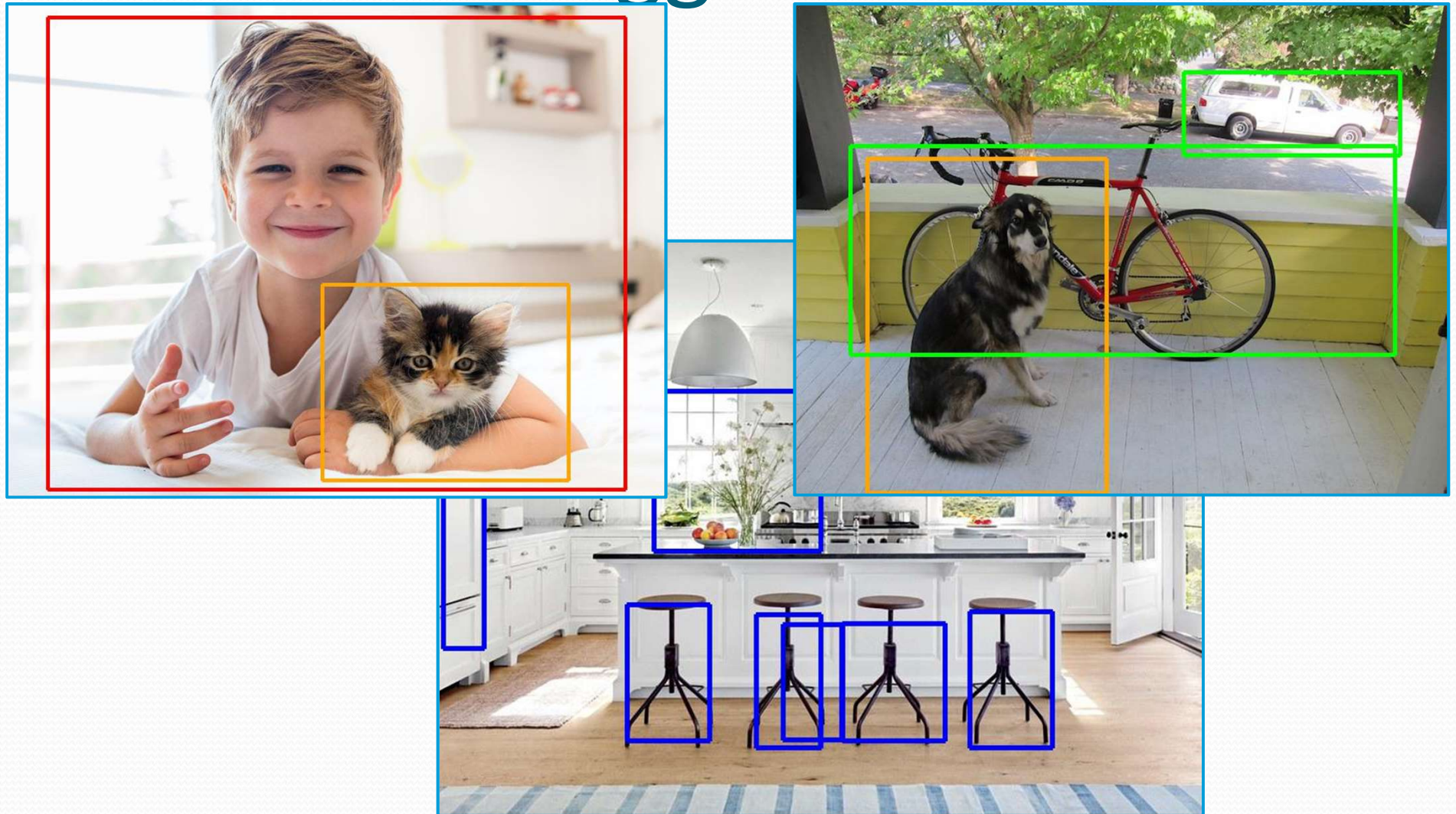
- output
  - kitchen
    - apple\_and\_carrot\_and\_dining table
    - apple\_and\_orange
    - apple\_and\_potted plant\_and\_refrigerator\_and\_spoon
    - bottle\_and\_hot dog\_and\_refrigerator
    - bowl
    - chair
    - chair\_and\_dining table
    - chair\_and\_refrigerator
    - cup\_and\_oven
    - oven\_and\_toaster
    - refrigerator
  - person
  - person\_and\_pet
  - person\_and\_vehicle
  - pet
  - pet\_and\_vehicle
  - unknown
  - vehicle



# Evidenziare oggetti di interesse

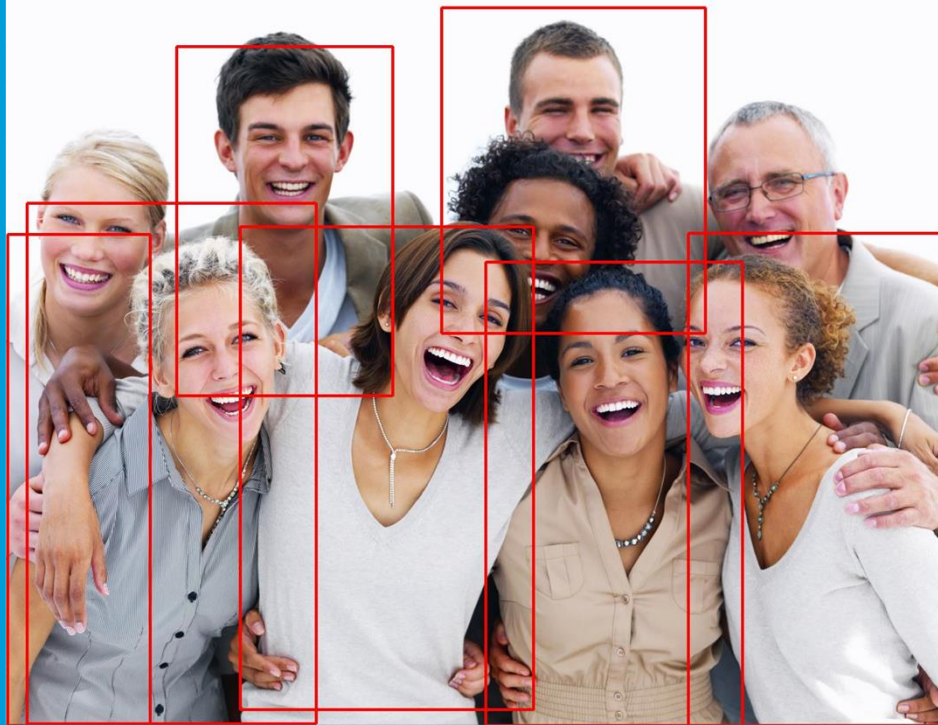
- Data una cartella contenente immagini in formato jpg, l'applicazione trova oggetti di interesse e disegna un riquadro attorno ad essi
  - Colore diverso per oggetti di classe diversa
  - Persone, animali, veicoli, altro
  - Possibilità di eseguire elaborazioni incrementalmente utilizzando in sequenza diversi Bundle
    - Step 1: «person pet vehicle detector»
    - Step 2: «kitchen object detector»
    - ...

# Evidenziare oggetti di interesse

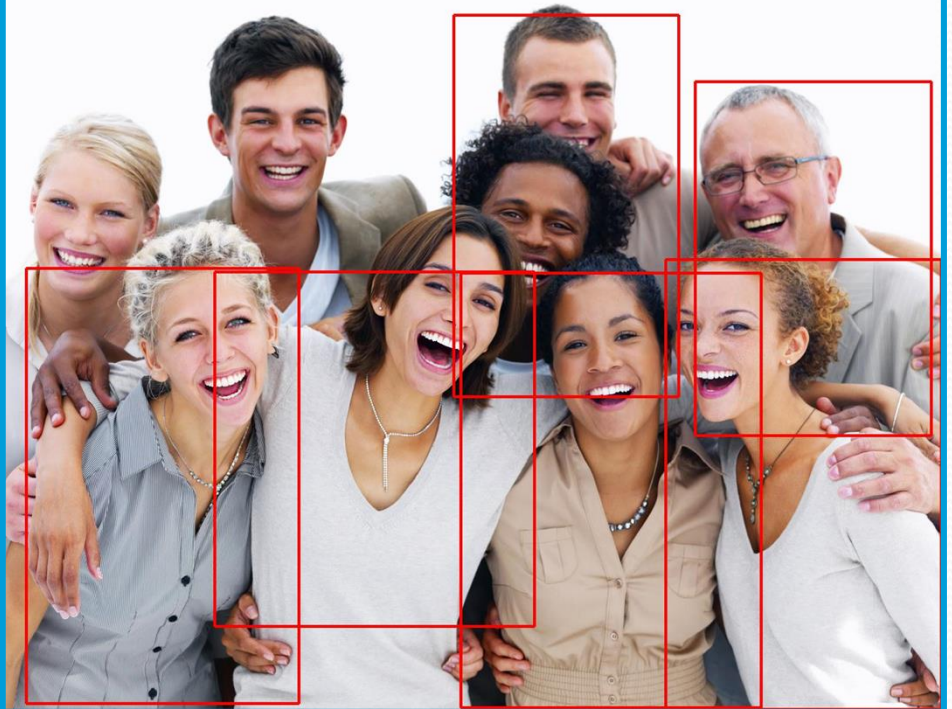


# Problema

«kitchen object detector»

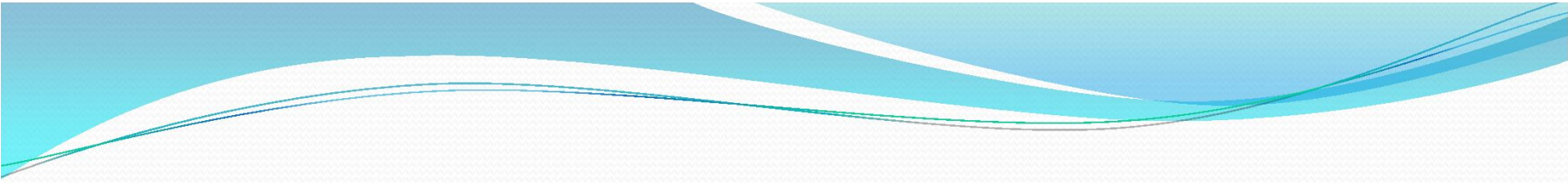


«person pet vehicle detector»



# Problema

- Quale Bundle è migliore per rilevare le persone?
- In linea di massima, il «person pet vehicle detector» rileva più persone rispetto al «kitchen object detector»
  - Persone non in primo piano, fuori fuoco, non perfettamente visibili
- Tuttavia, a volte il «kitchen object detector» rileva delle persone che sono sfuggite all'analisi del «person pet vehicle detector»
  - Ad esempio in immagini molto affollate



# Combinazione delle precedenti

- Per prima cosa l'applicazione disegna i riquadri attorno agli oggetti di interesse
- Poi li divide in sottocartelle secondo la gerarchia descritta in precedenza usando il primo Bundle («person pet vehicle»)
- L'applicazione analizza le immagini classificate come «unknown» con il secondo Bundle («kitchen object») e disegna i riquadri di conseguenza
- Infine risuddivide le immagini «unknown» nelle diverse sottocartelle

# Cosa comprare al supermercato?

- Analizzando una fotografia dell'interno di un frigorifero è possibile capire cosa è stato già comprato e, di conseguenza, cosa manca in casa
- Problema: il «kitchen object detector» rileva solamente alcuni cibi
  - Mele, arance, banane, broccoli, carote, pizza, hot dog e poco altro
  - Il Bundle funziona bene?
    - Non proprio...

# Cosa comprare al supermercato?

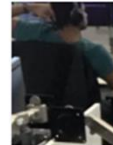


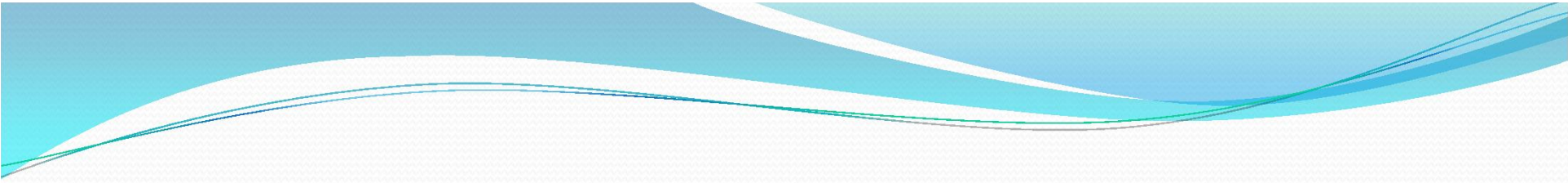
# Estrazione di oggetti

- È possibile implementare una applicazione che, presa in input una cartella di immagini in formato jpg, restituisca in output un albero di sottocartelle in cui ogni sottocartella contiene una determinata categoria di immagini
- Utilizzando un Bundle di tipo detector si ottengono le coordinate della porzione di immagine che contiene un oggetto di interesse
- A questo punto è sufficiente estrarre la porzione evidenziata e salvarla nella sottocartella più opportuna

# Estrazione di oggetti

- ▼ out
- person
- pet
- vehicle

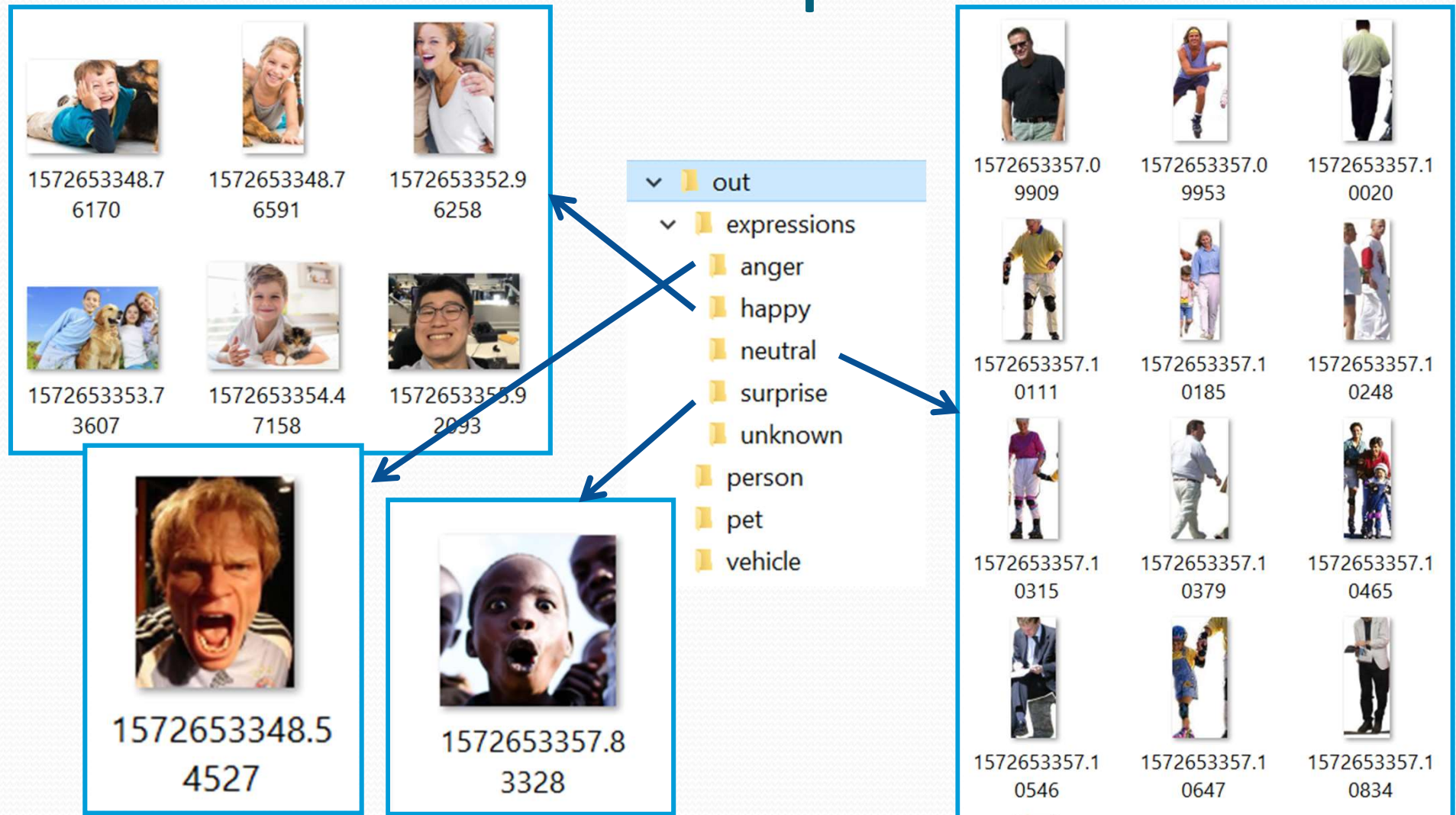
|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |    |     |                                                                                       |     |    |    |    |    |  |
| 1572653302.9<br>5764                                                                | 1572653303.6<br>2280                                                                | 1572653304.6<br>5343                                                                | 1572653304.9<br>3531                                                                 |                                                                                       | 1572653303.4<br>0628                                                                  | 1572653303.6<br>2147                                                                  | 1572653303.6<br>2518                                                                  | 1572653304.1<br>6348                                                                  | 1572653304.4<br>1763                                                                  |                                                                                     |
|    |    |    |     |      |     |    |    |    |    |  |
| 1572653305.1<br>9250                                                                | 1572653307.6<br>9971                                                                | 1572653308.4<br>9619                                                                | 1572653309.4<br>6570                                                                 | 1572653305.1<br>9627                                                                  | 1572653307.9<br>5791                                                                  | 1572653307.9<br>6589                                                                  | 1572653307.9<br>7382                                                                  | 1572653307.9<br>8294                                                                  | 1572653307.9<br>8896                                                                  |                                                                                     |
|                                                                                     |  |   |    |   |  |  |  |  |  |                                                                                     |
| 1572653305.4<br>2670                                                                | 1572653305.4<br>3452                                                                | 1572653305.4<br>3503                                                                | 1572653307.4<br>5870                                                                 | 1572653310.6<br>6255                                                                  | 1572653310.6<br>6366                                                                  | 1572653310.9<br>0405                                                                  | 1572653310.9<br>1622                                                                  | 1572653310.9<br>1740                                                                  |                                                                                       |                                                                                     |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                       |                                                                                     |
| 1572653307.4<br>6295                                                                | 1572653307.4<br>6674                                                                | 1572653309.9<br>4261                                                                | 1572653313.3<br>2837                                                                 | 1572653311.3<br>6766                                                                  | 1572653312.0<br>8604                                                                  | 1572653312.0<br>8688                                                                  | 1572653312.0<br>8797                                                                  | 1572653312.0<br>8916                                                                  |                                                                                       |                                                                                     |
|                                                                                     |                                                                                     | 6665                                                                                | 6712                                                                                 |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                     |

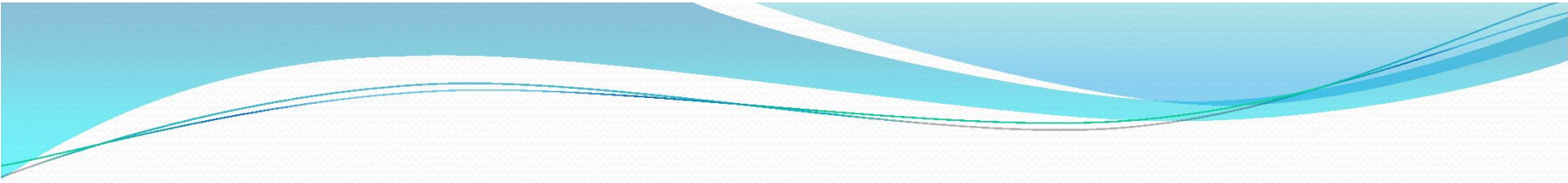


# Foto in base all'espressione

- È possibile arricchire l'applicazione appena descritta aggiungendo uno step successivo
- Analisi delle immagini salvate nella sottocartella di output relativa alle persone
- Suddividere le immagini in base all'espressione del viso
  - Neutra, felice, arrabbiata, sorpresa, etc...

# Foto in base all'espressione

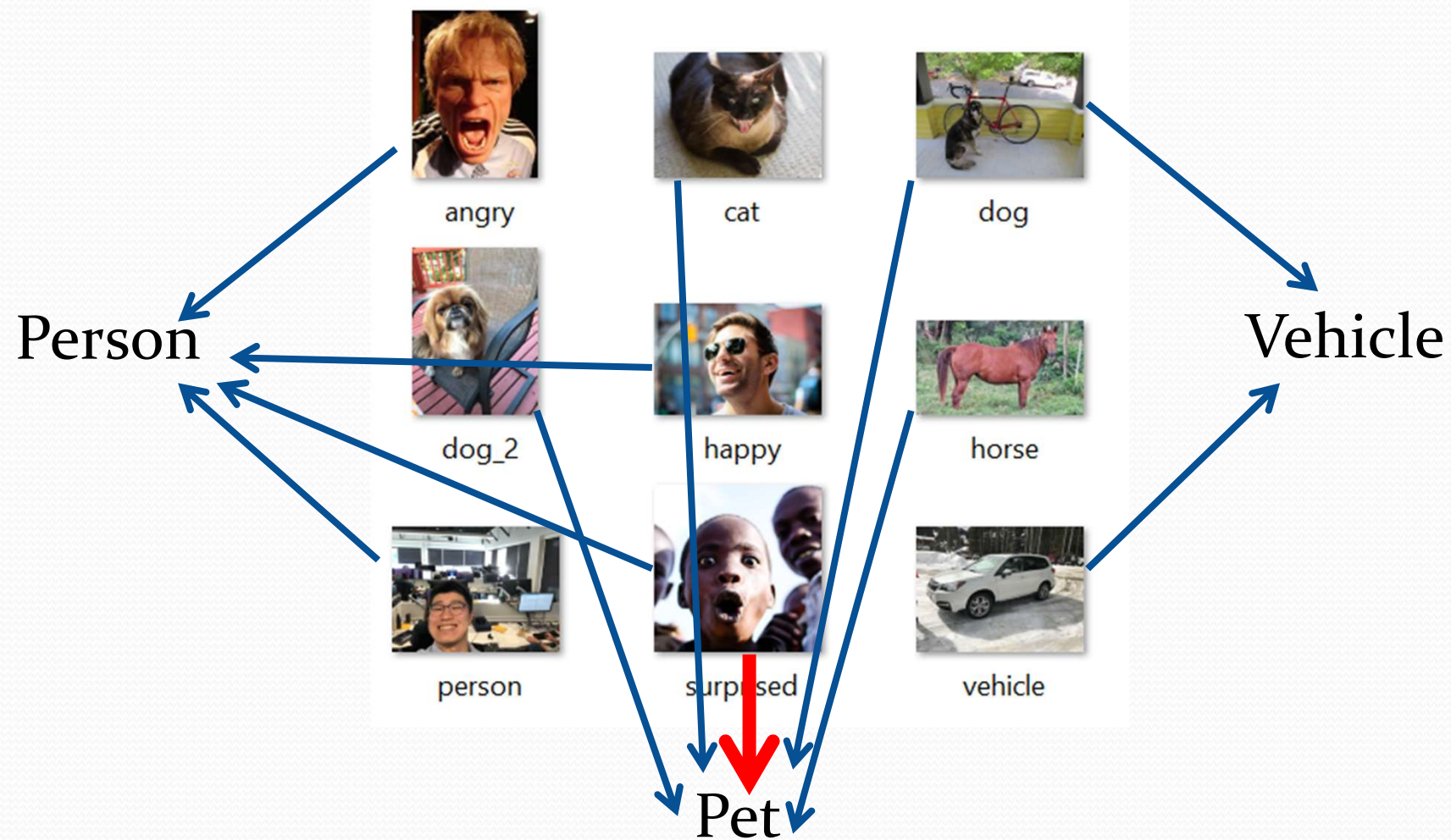




# Accuratezza dei Bundle

- All'interno dell'SDK disponibile nel sito ufficiale di AI2GO sono presenti alcune immagini di test da utilizzare insieme ai Bundle (sia quelli inclusi nell'SDK, sia gli altri scaricabili dagli utenti)
  - Le immagini rappresentano persone, animali e veicoli
  - Più precisamente, le persone raffigurate sono arrabbiate, felici oppure sorprese
- Le slide seguenti mostrano i risultati dei Bundle «person pet vehicle detector» e «facial expression classifier» (entrambi inclusi nell'SDK) applicati alle immagini di test

# Person pet vehicle detector



# Person pet vehicle detector

Person



1572653357.8  
3328



Pet

?????

# Facial expression classifier



# Conclusioni

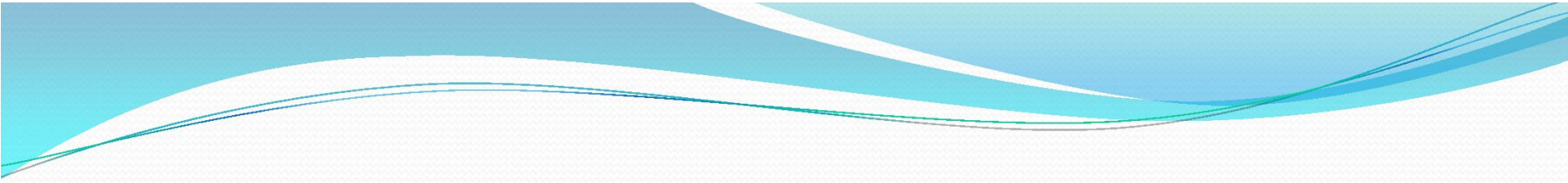
- Vantaggi di AI2GO
  - Possibilità di utilizzare Edge Intelligence in applicazioni di impiego quotidiano anche senza conoscere tecniche di Machine Learning: è sufficiente conoscere un linguaggio di programmazione e come farlo interagire con i Bundle
  - Possibilità di utilizzare più Bundle in sequenza per eseguire elaborazioni più complesse o accurate
  - Bundle eseguibili su quasi tutte le piattaforme hardware
    - Basta avere un pc o uno smartphone, anche offline
  - Velocità di esecuzione

# Conclusioni

- Svantaggi di AI2GO
  - Impossibilità di modificare i Bundle
    - Non si possono estendere
      - Ad esempio, aggiungere una classe a un classificatore
      - Oppure eseguire un addestramento con un training set personalizzato
    - Non si possono combinare tra loro
  - Impossibilità di eseguire contemporaneamente più Bundle nella stessa applicazione

# Conclusioni

- Svantaggi di AI2GO
  - Accuratezza dei Bundle
    - Non sempre si ottengono i risultati attesi
    - Neanche applicando i Bundle di default presenti nell'SDK alle immagini di test dello stesso SDK!!!
  - Completezza dei casi d'uso
    - Non sempre l'utente trova un caso d'uso adatto alle proprie esigenze e/o aspettative
    - Anche se l'utente trova un caso d'uso adatto, non necessariamente il Bundle scaricato è utile
      - Ad esempio, il «kitchen object detector» riconosce una scelta così limitata di cibi da renderlo inutile in molte applicazioni



Grazie per l'attenzione!