

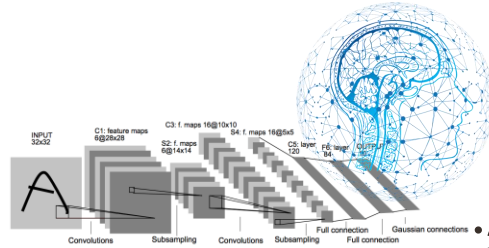


Machine Learning and Perception Lab  
Università degli Studi di Udine

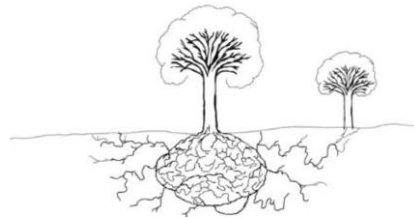
Prof. Niki Martinel  
Prof. Christian Micheloni

[machinelearning.uniud.it](http://machinelearning.uniud.it)  
[info@machinelearning.uniud.it](mailto:info@machinelearning.uniud.it)

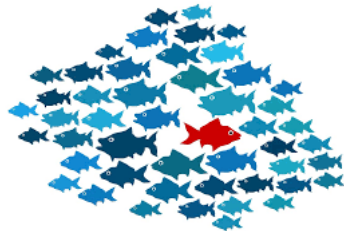
## Neural Networks



## Neural Trees



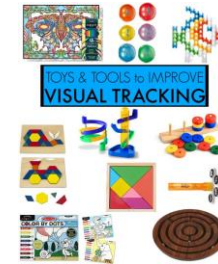
## Unsupervised Anomaly Detection



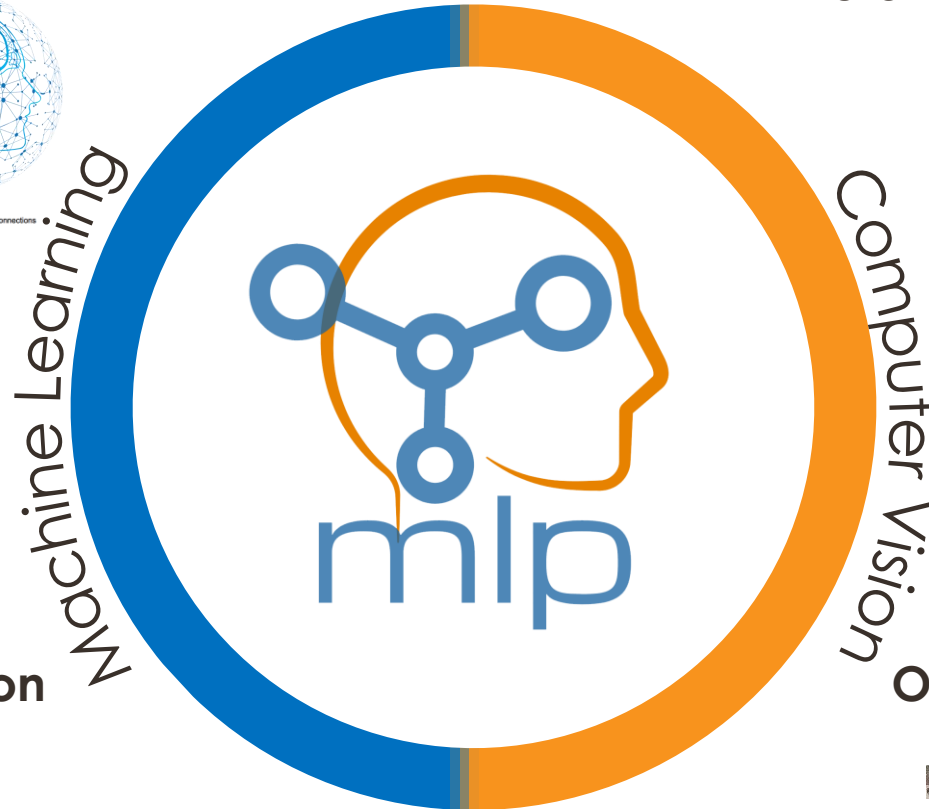
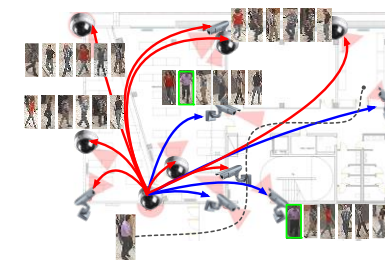
## Autonomous Agents Cooperation



## Visual Tracking

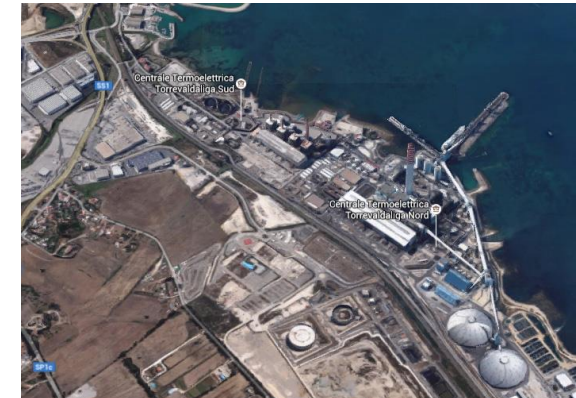


## Object Re-Identification



- Installazioni di **reti** di **sensori** esistenti **fanno** largamente **leva** sulla **costante presenza/analisi** da parte di **operatori** umani per
  - **Controllo**
  - **Movimentazione** in tempo reale dei sensori
- Reti eterogenee presentano **limiti di utilizzo** dovuti a
  - **impiego non ottimale** delle **risorse** (canali di comunicazione, batterie, capacità di calcolo, ecc...)
  - **uso non appropriato** delle stesse (acquisizione sub ottima di dati quali immagini sfocate, con target non perfettamente inseguiti, ecc.)
- **Limitate soluzioni** in ambito di **ricerca: non esistono approcci in grado di determinare la configurazione della rete di sensori che garantisca la miglior acquisizione di dati possibile e il minor utilizzo delle risorse disponibili**

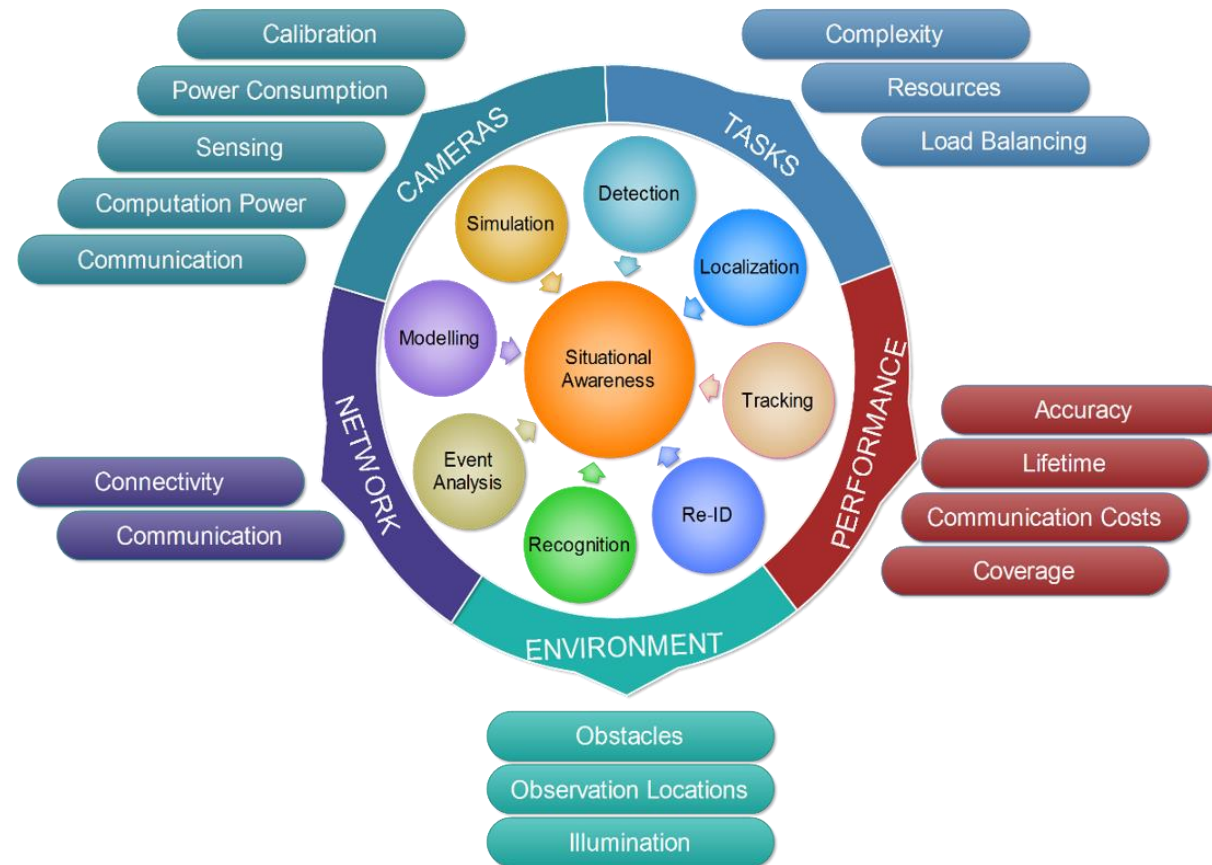
- Ottenere tale **capacità tecnologica** risulterebbe **rilevante** in molte attività che spaziano dal **campo militare** (*deploy and adapt*) al **campo della pubblica sicurezza** (*counterterrorism*) e di **pronto intervento** (*civil protection*)
- Analisi di teatri operativi per **monitoraggio autonomo 365/24/7**
  - **Basi militari** in «zone calde»
  - **Obiettivi civili sensibili** (dighe, centrali elettriche/nucleari, etc.)
  - **Aree affollate** e **possibili obiettivi di attacchi terroristici**
  - **Manifestazioni pubbliche**



# Contributo AI

## Intelligenza Net-Centrica

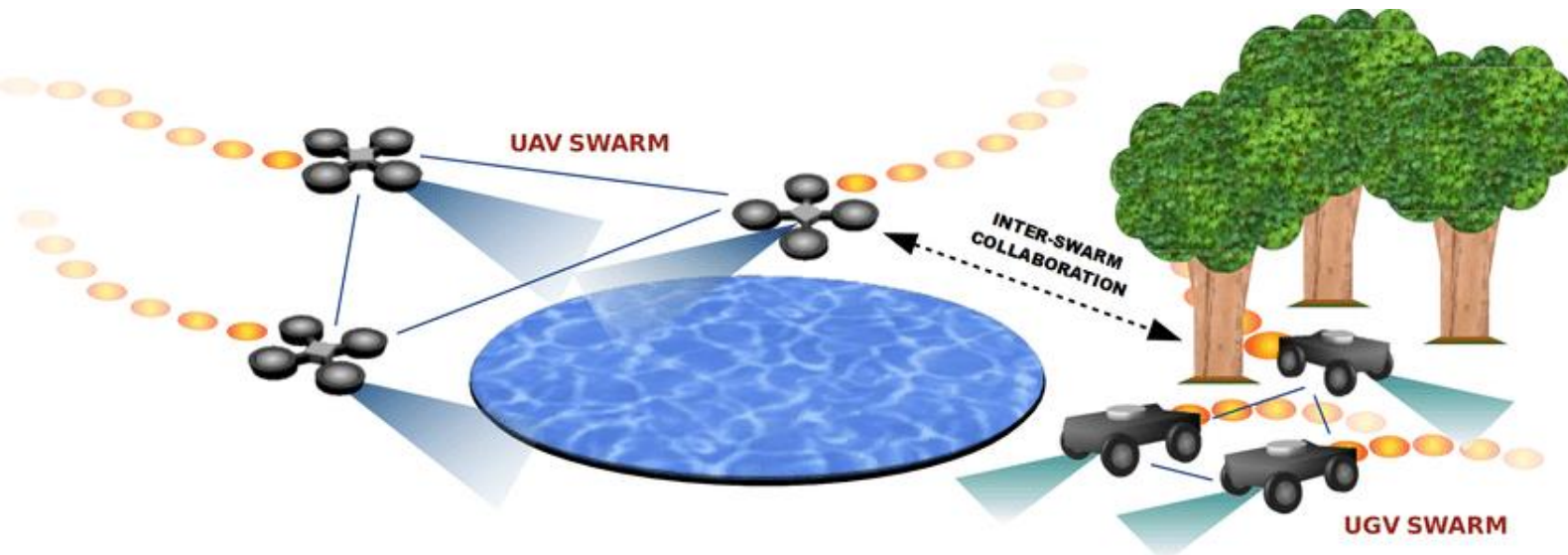
- **Sensori, valutatori, decisori e attuatori collaborano** in modo **proattivo** per **sfruttare** sinergicamente **informazioni** e **capacità** operative allo scopo di **conseguire** effetti coerenti con gli **obiettivi desiderati**



# Contributo AI

## Interoperabilità tra sistemi unmanned

- La capacità delle diverse forze armate di **operare** efficacemente **assieme nell'esecuzione** di **missioni** e di **compiti** assegnati
- Caratteristiche e **capacità** tra **swarm** di **diverso tipo** (e.g., UAV, UGV, UUV) **sfruttate** in modo **collaborativo**
- **Plug-and-play** di nuovi sensori
- **Massimizzazione** delle **performance di rete**



- **Identificazione, inseguimento e ri-identificazione** di oggetti da **sensori eterogenei** attraverso le **capacità** dello smart **swarm**

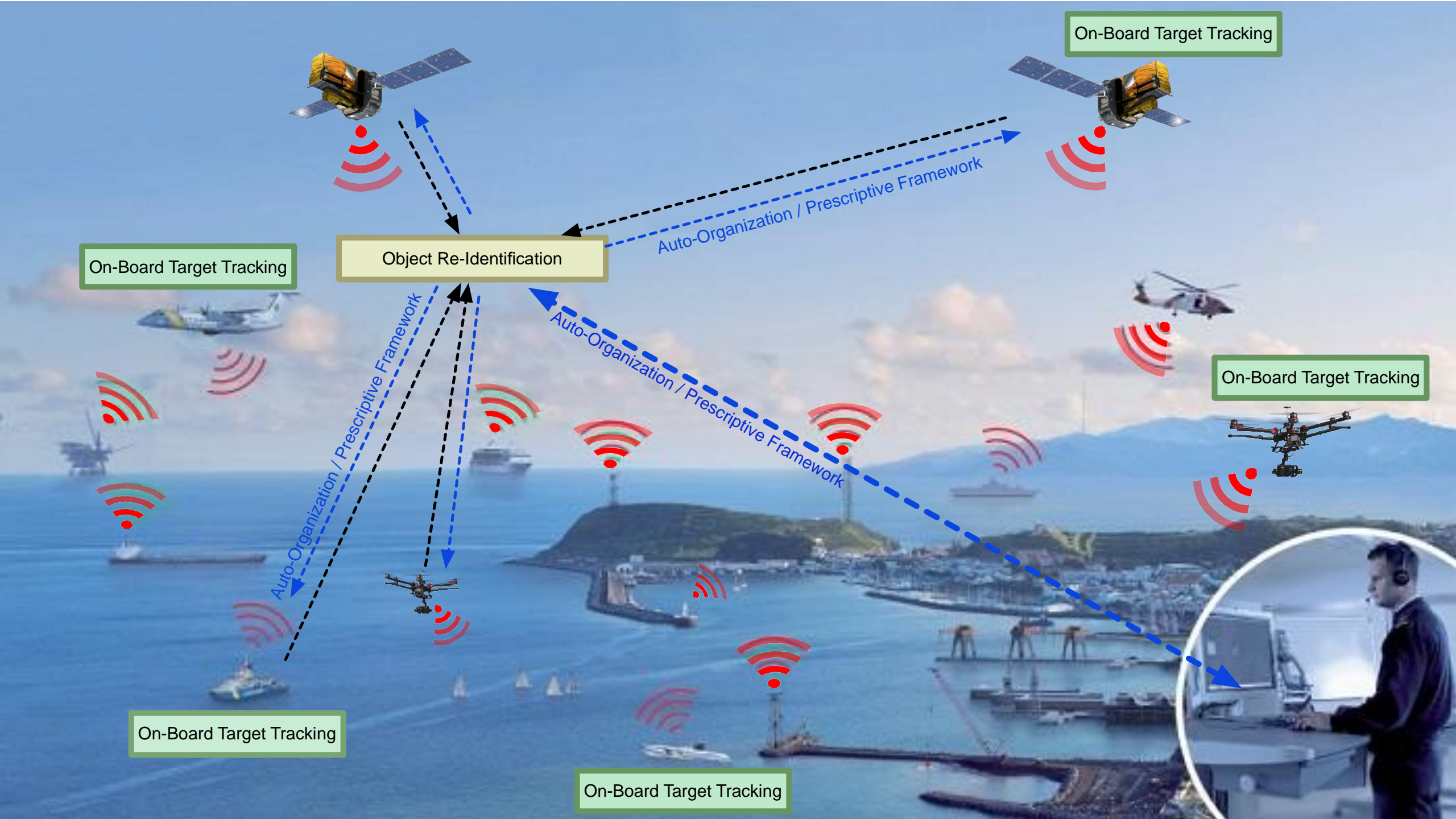
- Riconfigurabile
- Resiliente
- Resource-aware



- **Nuovo approccio** che sia in grado di determinare, sulla base dell'analisi delle **attività correnti** e sulla **predizione** della loro **evoluzione**, la **configurazione** della rete di sensori che garantisca la **miglior situational awareness** e il **minor utilizzo** delle **risorse** disponibili

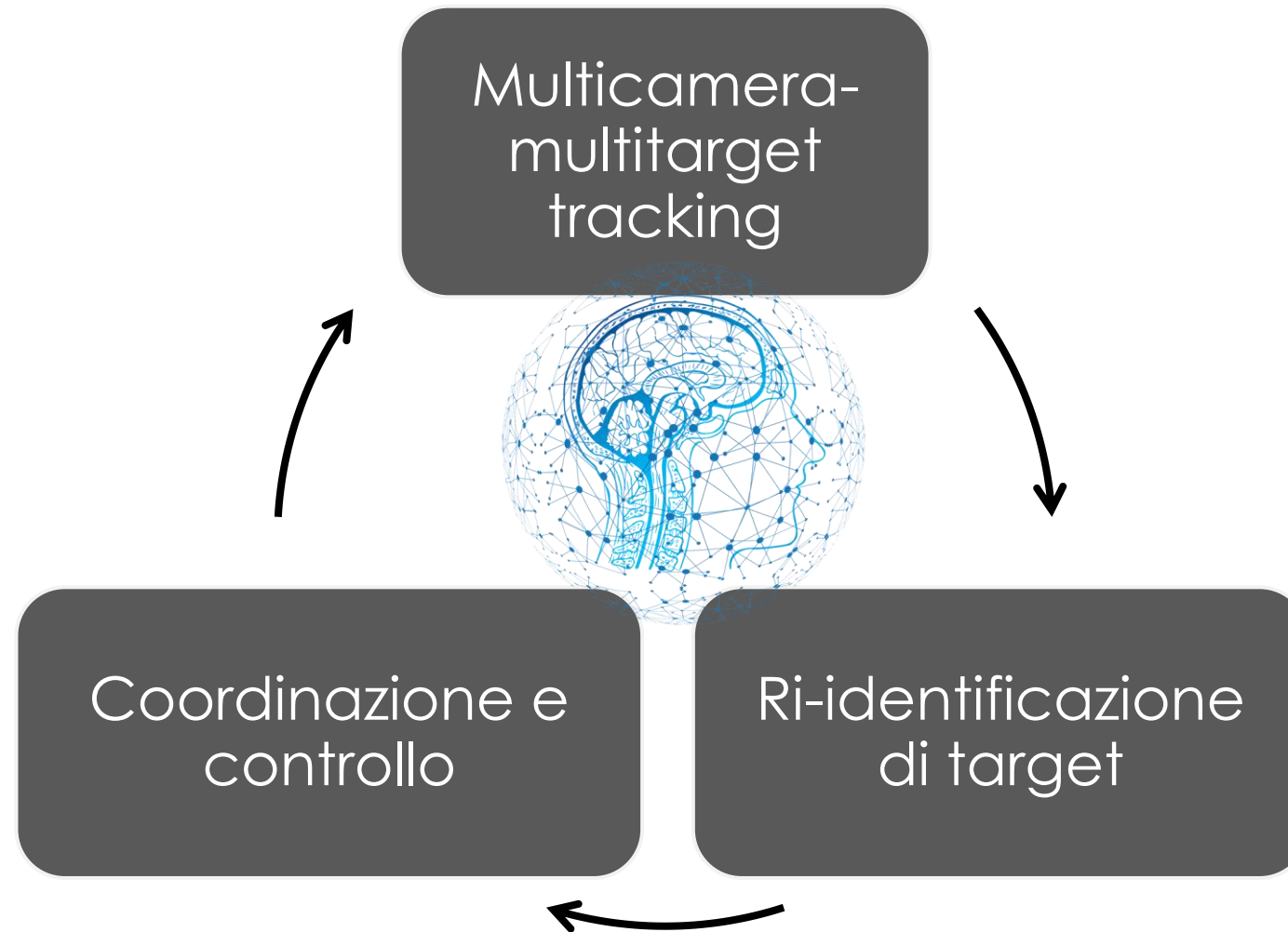
- Molteplici sfide di ricerca
  - Analisi di segnali da sensori eterogenei
  - Fusione dati
  - Predizione comportamenti dei target
  - Analisi distribuita
    - Gestione di task concorrenti
    - Minimizzazione delle risorse di ogni nodo
    - Gestione/predizione failure



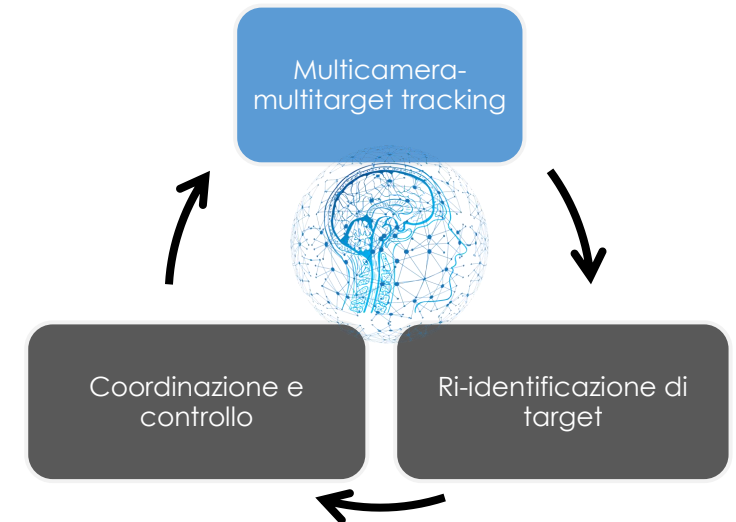




# Key AI Components



- Algoritmi di **AI** applicati a **sensori elettro-ottici** per l'**identificazione** di **target** di interesse (persone, veicoli, etc.). Integrabilità con altri sensori
- **Sistemi evoluti** per l'**inseguimento** di **target** di interesse



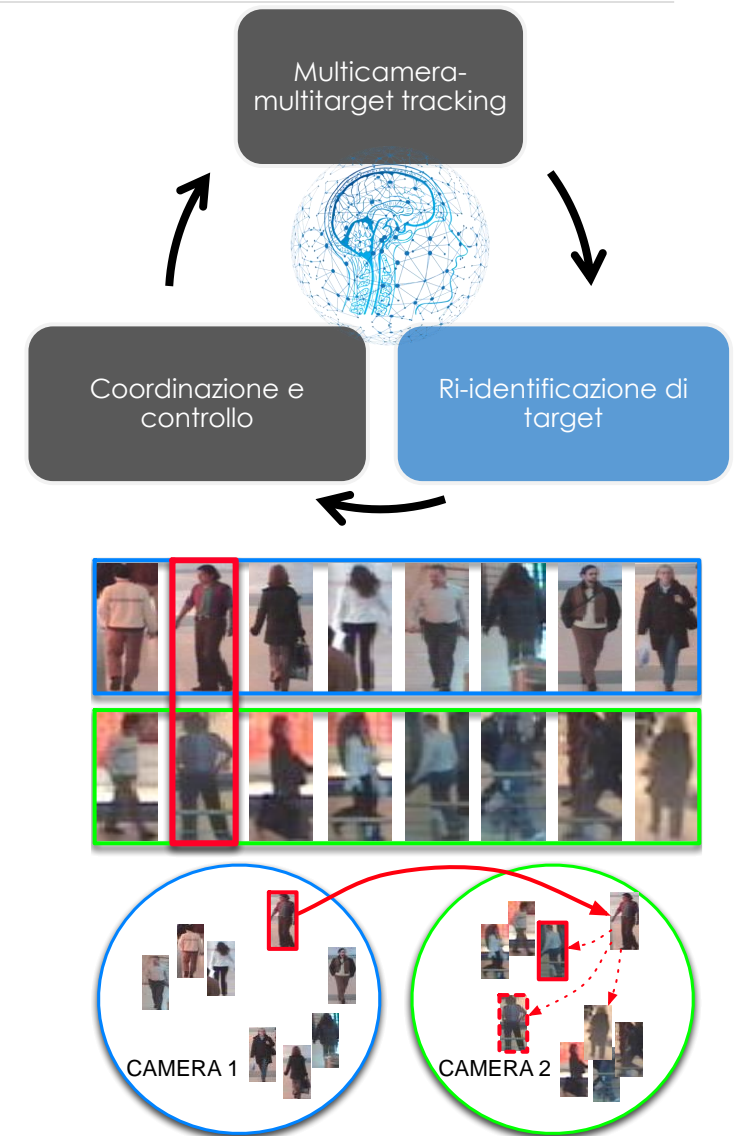
# Target Tracking



# Target Tracking

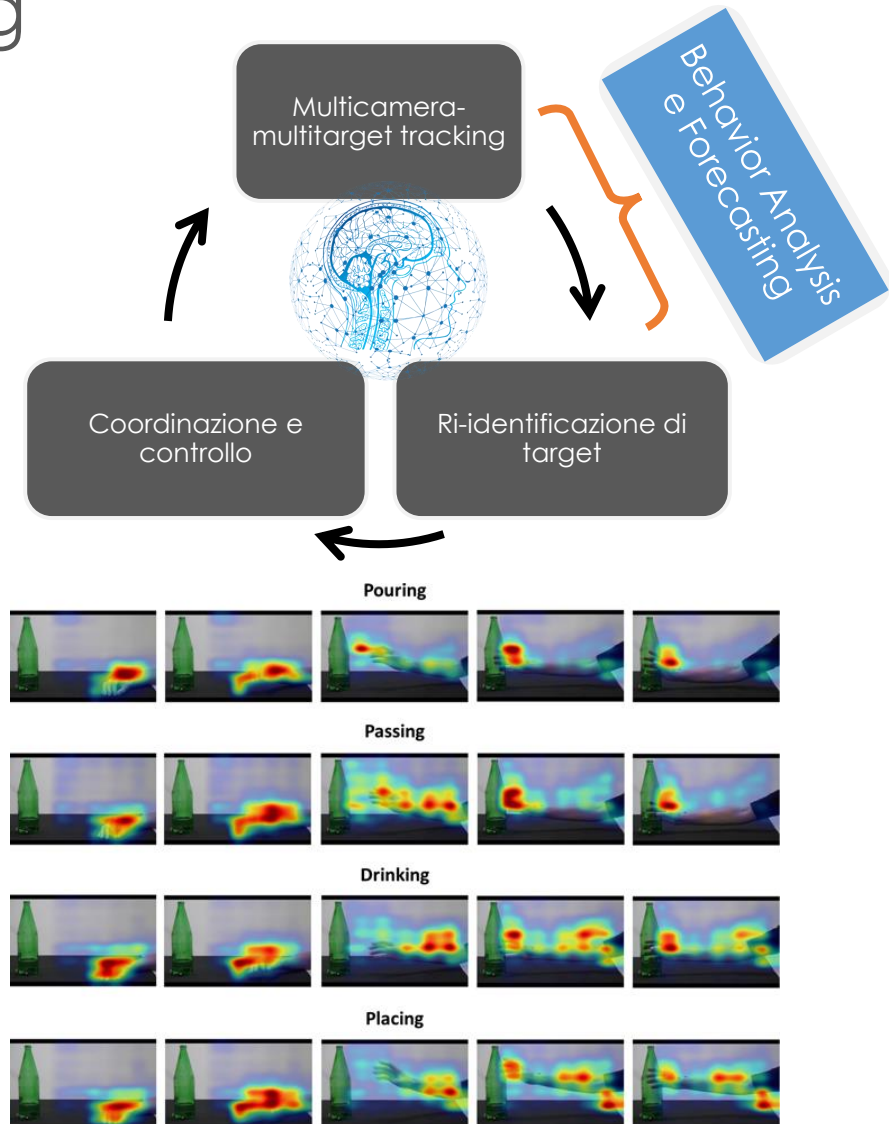


- **Aree (non di interesse) non «coperte»** dai sensori
  - «**blind-gaps**» da cui **non è possibile estrarre** alcuna **informazione**
- Necessità di «**connettere**» **informazioni** che transitano attraverso i **blind-gaps**
  - algoritmi di **ri-identificazione** di **target**
- Algoritmi di **AI** basati **sull'analisi** di **dati** provenienti da sensori **elettro-ottici** per **la ri-identificazione** di **target** di interesse (persone, veicoli, etc.)

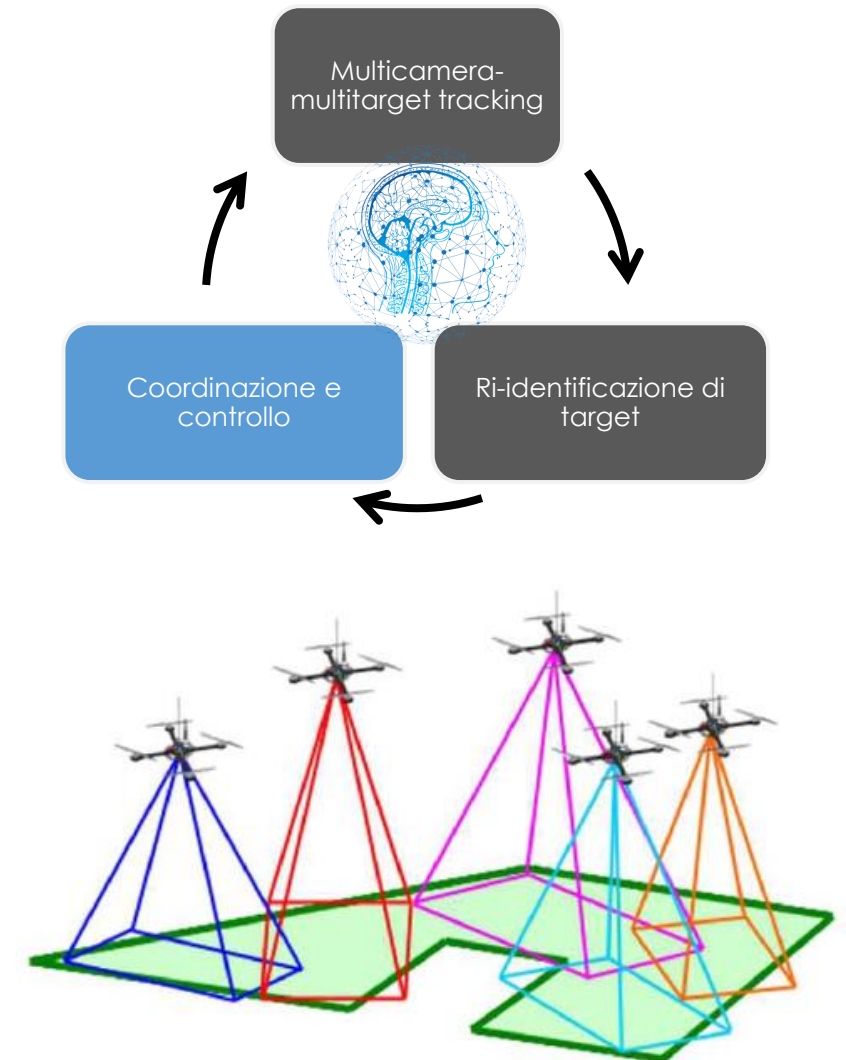


- **Fusione** delle **informazioni** di tracking e ri-identificazione con logiche di alto livello per il **riconoscimento** di **comportamenti**
- Algoritmi di **AI** per la predizione di azioni/eventi

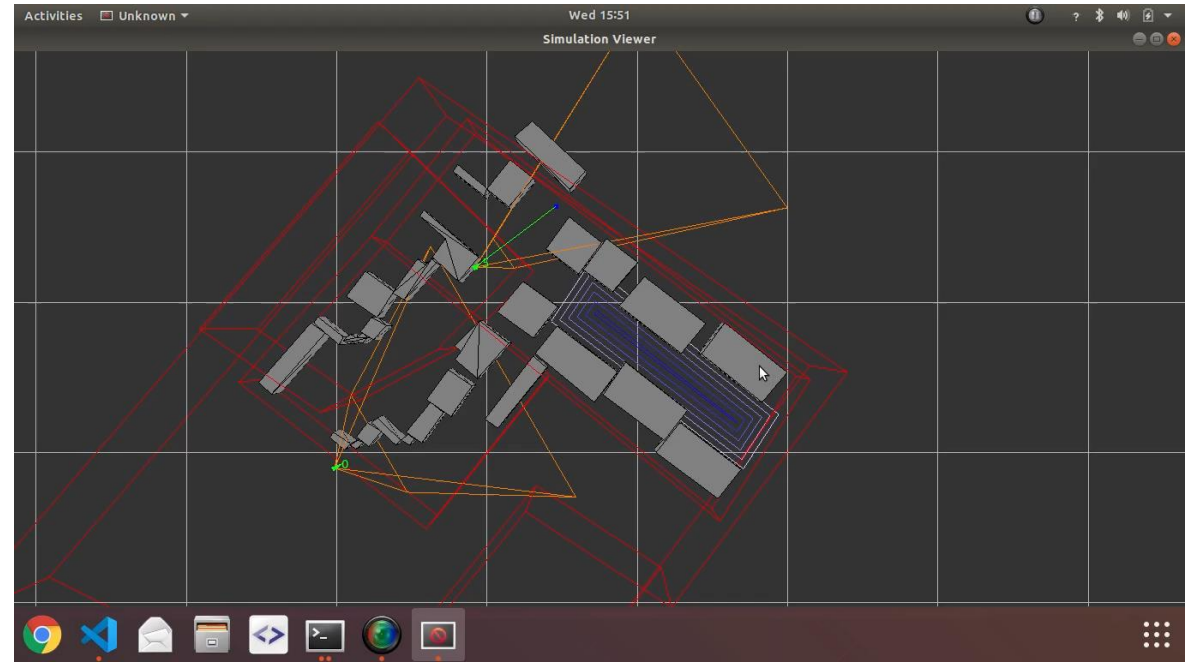
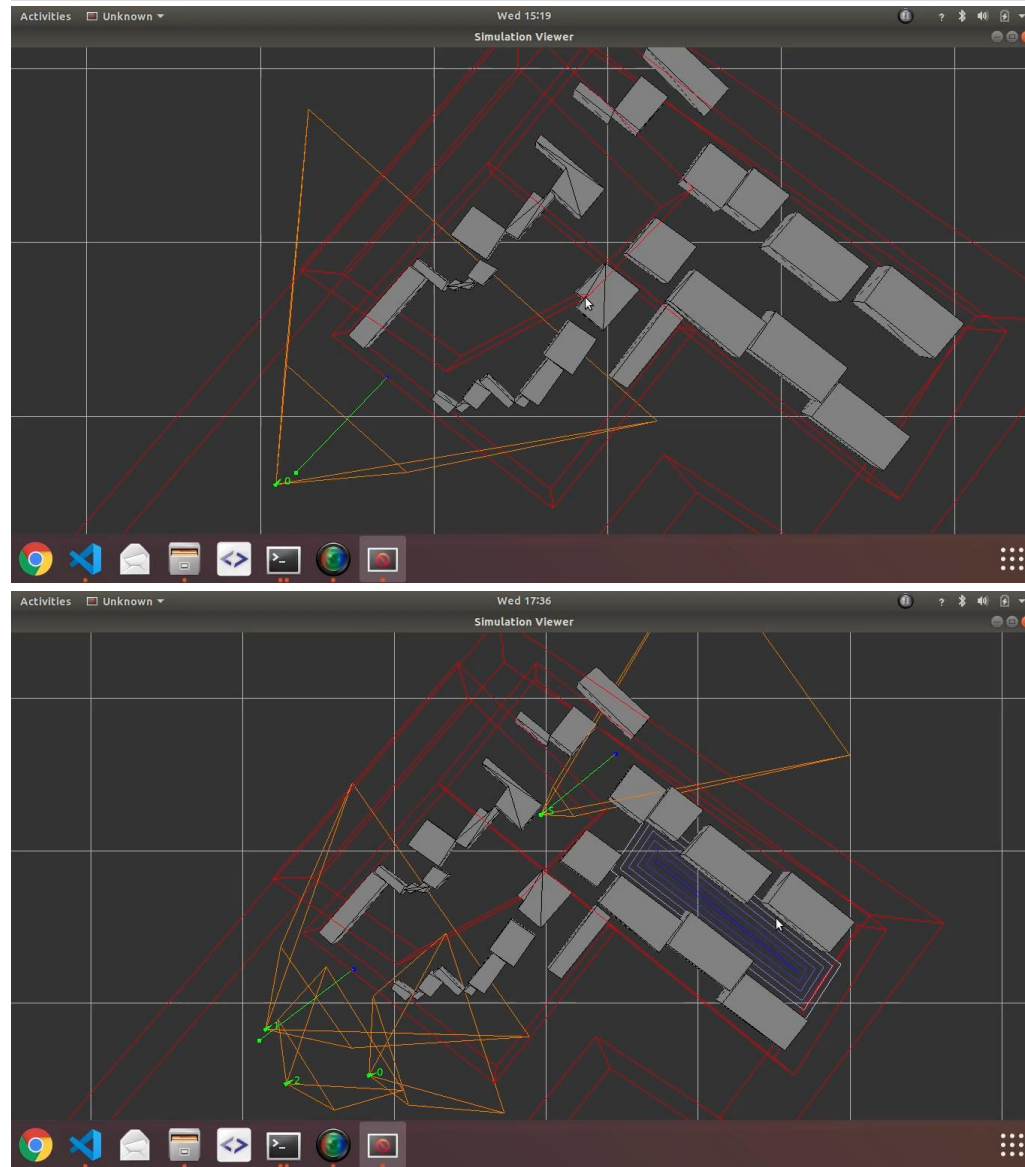
Given an initial still frame,



- Identificare una **configurazione** dei **sensori** (UAV/UGV/PTZ/..) tale che l'**area di interesse** (targets) risulta **completamente “coperta”** in (possibilmente) **tutti gli istanti di tempo**
- **Identificazione preventiva di problemi** (perdita del target, batteria scarica, etc.) e **creazione di nuovi task** per ovviare al problema (richiesta di aiuto ad altri nodi della rete, replacement con nuovo sensore, etc.)



# Coordinazione e controllo per ri-organizzare la rete di sensori

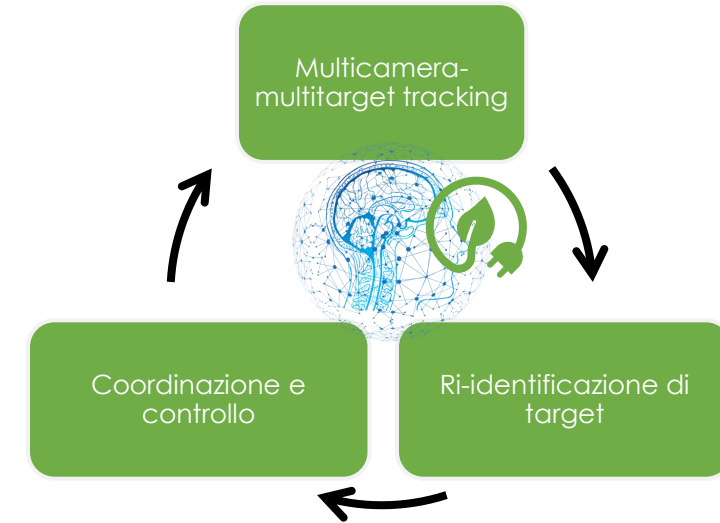
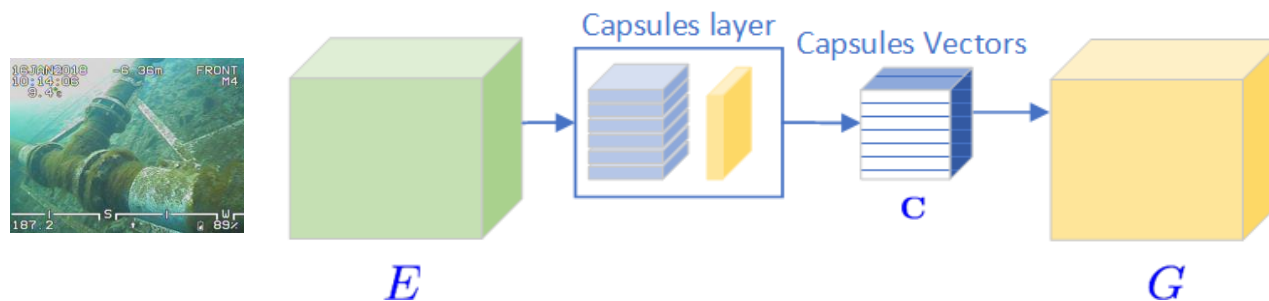




- Scambio efficiente e robusto di informazioni rilevanti tra nodi della rete
  - Utilizzo distribuito di risorse computazionali
  - Ridotto consumo di rete

- **Sistema neurale**

- 3x riduzione di trasmissione delle informazioni
- «Privacy free»
- Image enhancement
- Super resolution





18.0z, BingHybridMap, refresh: 378, load: 0ms, render: 0ms



Vehicle Phantom3  
Latitude 46.2479923813246  
Longitude 13.1282067974455  
Altitude AGL 12 m  
Ground Speed 0 m/s  
Heading 70.7  
Camera Tilt -69.9  
State TRACKING

DETECT

STOP VISION TASK

TAKE OFF

STOP

### ▪ Docenti riconosciuti a livello internazionale



**EDA** (membri CapTech EOST)

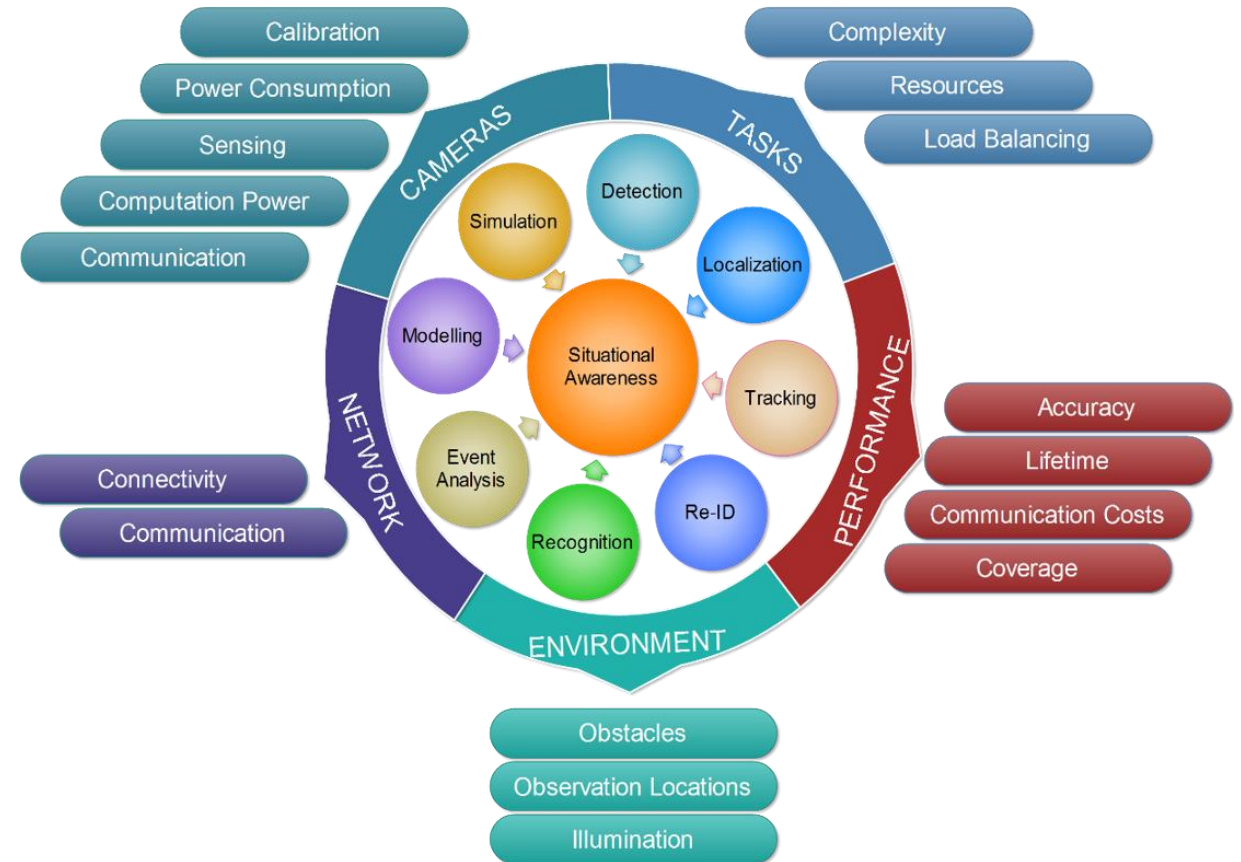
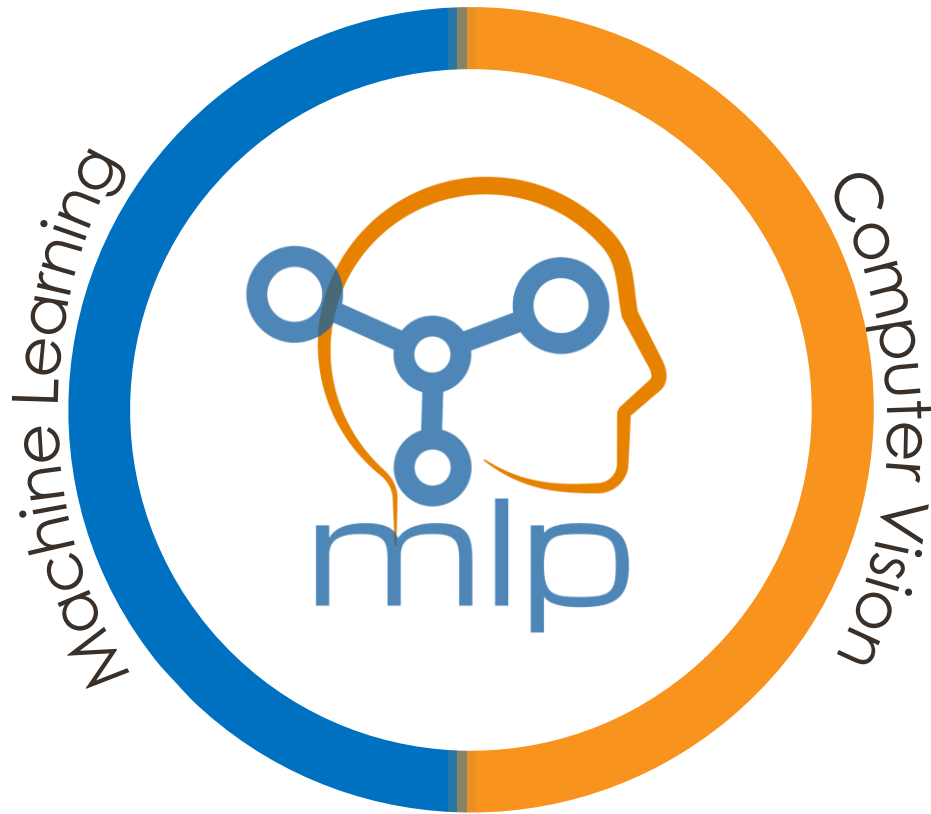


**NATO** (rappresentante Nazionale presso l'Information System Technology Panel per il coordinamento e la direzione della partecipazione italiana ai programmi di ricerca in ambito NATO che afferiscono al settore dell'Information Technology, quali *Artificial Intelligence, Cybersecurity, Big Data, Machine Learning*)

### ▪ Progetti (selezione)

- **2018-2022:** H2020 – European Training Network – Project 765866-H2020-MSCA-ITN-2017 ACHIEVE – Advanced Hardware/Software Components for Integrated/Embedded Vision Systems
- **2008-2011:** PNRM MoD Project *ADVISOR II* – An advanced model for autonomous reconfiguration of a network of active sensors for protection of military camps in abroad missions
- **2012-2014:** PNRM MoD Project *ADVISOR III* – Dispiegamento e riconfigurazione di una rete di UAV per la protezione di convogli militari
- **2016-2019:** PNRM MoD Project *PRESNET* - PREscriptive Situational awareness for cooperative autoorganizing aerial sensor NETWORKS - Cooperazione tecnologica bilaterale Italia-Singapore

# Grazie per l'attenzione





Machine Learning and Perception Lab  
Università degli Studi di Udine

Prof. Niki Martinel  
Prof. Christian Micheloni

[machinelearning.uniud.it](http://machinelearning.uniud.it)  
[info@machinelearning.uniud.it](mailto:info@machinelearning.uniud.it)