

# State of the Art Autonomous Drones

## Papers

---

**Link:** <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2668332.2668353>

**Name:** Team-level Programming of Drone Sensor Networks

**Abstract:** Applicazione che addice al problema della collaborazione tra molteplici droni, che crea l'illusione di un semplice e sequenziale modello di esecuzione di task, mentre dinamicamente affida task ai droni in base alla necessità.

**Interesse:** Basso.

**Link:** [https://assets.researchsquare.com/files/rs-90798/v1\\_stamped.pdf](https://assets.researchsquare.com/files/rs-90798/v1_stamped.pdf)

**Name:** 3D Pointing Gestures as Target Selection Tools for Monocular UAVs

**Abstract:** Tramite riconoscimenti di gesture (riconoscimento in 3D), effettuati senza wearable devices, viene indicato l'obiettivo da perseguire a droni dotati di IA.

**Interesse:** Basso.

**Link:** <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2980159.2980168>

**Name:** IDrone: Robust Drone Identification through Motion Actuation Feedback

**Abstract:** Identifica altri doni in situazioni dove ad esempio non è disponibile GPS.

**Interesse:** Basso

**Link:** <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2906388.2906410>

**Name:** Reactive Control of Autonomous Drones

**Abstract:** Concerne l'adattabilità dei controlli low level (ad opera dell'IA che gestisce l'autopilota) dei droni applicata al contesto in cui si trovano, utile per migliorare le prestazioni di questi ultimi in termini di tempo ed energia consumata.

**Interesse:** Medio-Basso.

**Link:** <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3325512>

**Name:** On Realistic Target Coverage by Autonomous Drones

**Abstract:** Algoritmo ideato per riconoscere tramite sensori target e le modifiche che vengono attuati a questi ultimi, utile per diminuire sostanzialmente il numero di droni necessari per sorvegliare un target, quindi principalmente in videosorveglianza per camere statiche, ma anche per calcolare quanti droni devono essere inviati in missioni di messa in sicurezza di un'area o per pronto intervento. "The efficiency of the proposed algorithms make them well-suited to the dynamic nature of such scenarios where the deployment configuration may need to be updated frequently"

**Interesse:** Medio-Basso.

**Link:** <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2980159.2980168>

**Name:** Automating 3D wireless measurements with drones

**Abstract:** Utilizza i droni per calcolare la copertura delle reti wireless e testare i modelli della propagazione della rete, poiché i modelli teorici non sempre sono veri in realtà.

**Interesse:** Medio.

**Link:** <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2976767.2976794>

**Name:** Automatic generation of detailed flight plans from high-level mission descriptions

**Abstract:** L'applicazione ha lo scopo di fornire una semplice interfaccia per l'utilizzo dei droni per persone senza esperienza tecnica. Il metodo di generazione del percorso utilizzato per far sì che ciò accada deriva automaticamente la logica a basso livello che ogni drone deve rispettare per portare a termine una determinata missione, previene quindi collisioni tra droni e ostacoli e assicura di evitare le fly-zones.

**Interesse:** Medio.

**Link:** <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3103535.3103545>

**Name:** FLYING BLIND WITH REACTIVE CONTROL OF AERIAL DRONES

**Abstract:** Survey su argomenti interessanti che fanno capire meglio il quadro in generale della guida autonoma di droni.

**Interesse:** Medio.

**Link:** <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3287921.3287932>

**Name:** Traveling Salesman Problem with Multiple Drones

**Abstract:** Combina droni e Truck per risolvere il TSP (problema del commesso viaggiatore, trovare il tragitto di minima percorrenza che un commesso viaggiatore deve seguire per visitare tutte le

città una ed una sola volta e ritornare alla città di partenza.) utilizzando un euristica basata sull' adaptive large neighborhood search.

**Interesse:** Medio.

**Link:** <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9213883>

**Name:** Autonomous drone with ability to track and capture an aerial target

**Abstract:** Autonomous drones con l'abilità di rintracciare, seguire e catturare target aerei che si muovono lungo un percorso e velocità random.

**Interesse:** Medio.

**Link:** <https://ieeexplore.ieee.org/document/8279694>

**Name:** Infrastructure (Transmission line) Check Autonomous Flight Drone

**Abstract:** Dà la possibilità in zone dove la ricezione del segnale GPS è bassa o assente di stimare la propria posizione utilizzando image processing di immagini dall'alto del posto in cui si trovano, con lo scopo finale di permettere lo sviluppo di droni autonomi da utilizzare nell'ispezione di infrastrutture.

**Interesse:** Medio.

**Link:** <https://ieeexplore.ieee.org/document/8316776>

**Name:** Multi-Tier Drone Architecture for 5G/B5G Cellular Networks: Challenges, Trends, and Prospects

**Abstract:** Panoramica sull'efficacia dell'utilizzo dei droni per la diffusione delle reti 5G e oltre, che prende in considerazione le diverse caratteristiche dei droni, come la massima altezza operativa, comunicazione, copertura, computazione e resistenza; oltre alle principali sfide nell'ambito. I risultati ottenuti raccolgono le condizioni di carico delle reti dove l'impiego dei droni potrebbe essere benefico per le cellule telefoniche convenzionali.

**Interesse:** Medio.

**Link:** <https://ieeexplore.ieee.org/document/8317266>

**Name:** System of Autonomous Navigation of the Drone in Difficult Conditions of the Forest Trails

**Abstract:** Il sistema proposto utilizza reti neurali di diversi tipi e machine learning per performare riconoscimento ed operazioni di ricerca su terreni forestali e non, in ambienti complessi con mappe sconosciute. (Principalmente utilizza riconoscimento dei sentieri in foreste con le percentuali dell'azione da performare es. girare a destra, sinistra o andare dritto.)

**Interesse:** Medio-Alto.

**Link:** <https://ieeexplore.ieee.org/document/8491889>

**Name:** Development of Autonomous Drones for Adaptive Obstacle Avoidance in Real World Environments

**Abstract:** Studio sull'implementazione di un algoritmo che permetta l'aggiramento di ostacoli e impedisca il drone dall'infilarci in angoli e deadlocks. L'algoritmo è pensato per essere leggero a dispetto di tutti quelli che concernono la computer vision che richiedono un grande potere computazionale.

**Interesse:** Medio-Alto.

**Link:** <https://ieeexplore.ieee.org/document/7510820>

**Name:** Efficient 3-D placement of an aerial base station in next generation cellular networks

**Abstract:** Simulazione numeriche su come i droni potrebbero integrare le attuali reti telefoniche, su dove dovrebbero essere posizionati e in che quantità. All'interno del paper si formula il problema come uno di massimizzazione, in particolare per massimizzare la ricezione della rete.

**Interesse:** Medio-Alto.

**Link:** <https://ieeexplore.ieee.org/document/7513397>

**Name:** Vehicle Routing Problems for Drone Delivery

**Abstract:** Vengono presentati due algoritmi che concernano la risoluzione di problemi di routing dei droni che si occupano di pronto intervento o consegne. Uno minimizza i costi in un determinato tempo di consegna, mentre l'altro minimizza il tempo di consegna generale ad un determinato rapporto tra le variabili in gioco. Viene tenuto in considerazione principalmente il consumo energetico per droni multirottore, dimostrando che il consumo di energia varia approssimativamente linearmente con il carico e il peso della batteria. Viene utilizzato l'euristica del Simulated annealing (minimo globale) per trovare le soluzioni sub-ottimali a scenari pratici.

**Interesse:** Medio-Alto.

**Link:** <https://ieeexplore.ieee.org/document/7122576>

**Name:** UAV Assisted Heterogeneous Networks for Public Safety Communications

**Abstract:** Viene proposta una soluzione al problema del deployment di droni in zone dove non è presente la rete per motivi di disastri naturali o zone non coperte, che possono essere impiegate rapidamente come parte di una rete eterogena e portare così il segnale, anche 5G, dove è necessario

**Interesse:** Alto.

**Link:** <https://ieeexplore.ieee.org/document/8038014>

**Name:** 3-D Placement of an Unmanned Aerial Vehicle Base Station for Maximum Coverage of Users With Different QoS Requirements

**Abstract:** Fornisce una soluzione rapida da attuare sul campo per fornire rete tramite droni autonomi. Viene massimizzato il numero di utenti X QOS e proposto un ottimo algoritmo di posizionamento che utilizza una ricerca esaustiva basata su un parametro ad una dimensione in una regione chiusa. È stato inoltre testato un altro algoritmo, a bassa complessità che utilizza un algoritmo MWA (maximal weighted area) per addurre al problema del posizionamento. Sono infine presentate soluzioni numeriche che dimostrano che l'algoritmo MWA performa molto vicino a quello più complesso, con una riduzione della complessità significativa.

**Interesse:** Alto.

**Link:** <https://ieeexplore.ieee.org/document/8660516?denied=>

**Name:** A Tutorial on UAVs for Wireless Networks: Applications, Challenges, and Open Problems

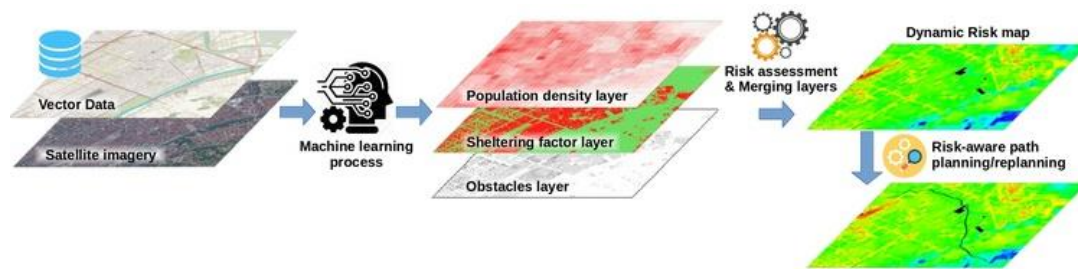
**Abstract:** In questo paper vengono trattati diversi temi che hanno a che fare con gli UAV; in particolare fornisce linee guida chiave su come analizzare, ottimizzare e creare sistemi di comunicazione wireless basate su UAV. Si vuole appunto fare una panoramica con approccio tutoriale sui campi in cui gli UAV potrebbero apportare benefici. In più vengono citati anche i tradeoffs. Le sfide principali, che sono state trattate sono: 3D deployment, analisi delle performance, channel modeling, energy efficiency . Sono citati anche alcune problematiche aperte e potenziali direzioni in cui la ricerca potrebbe muoversi. Infine alcuni tool analitici e matematici sono citati, insieme a teoria di ottimizzazione, ML ecc.

**Interesse:** Alto.

**Link:** [https://poliflash.polito.it/awards/e\\_del\\_politecnico\\_l\\_unico\\_progetto\\_italiano\\_premiato\\_da\\_amazo](https://poliflash.polito.it/awards/e_del_politecnico_l_unico_progetto_italiano_premiato_da_amazo)

**Name:** From shortest to safest path navigation: an AI-powered framework for risk-aware autonomous navigation of UASs

**Abstract:** Il progetto si propone di usare tecniche di intelligenza artificiale e machine learning per pianificare missioni di volo autonomo per droni, questi anziché volare percorrendo la distanza più breve tra origine e destinazione, voleranno seguendo percorsi a rischio basso, evitando gli assembramenti di persone e sfruttando i fattori di mitigazione del rischio quali, ad esempio, alberi, fiumi, parchi, o tetti.



**Interesse:** Alto.

## Idea Originale

---

Si vuole sviluppare un sistema in grado di fornire tramite droni a guida autonoma un supporto alla rete nei luoghi dove è necessario.

In particolare, si pensa a situazioni come luoghi in cui si è verificato un incidente e non è presente la rete, oppure in luoghi dove le reti in determinate occasioni possono essere portate al collasso e hanno bisogno di supporto, o in luoghi dove si deve prestare pronto intervento per l'installazione di una linea.

In primis viene utilizzato un algoritmo di IA per calcolare prima della partenza il percorso migliore da effettuare, cioè è basato sui dati prelevati dal satellite ed elaborati tramite specifici algoritmi di machine learning per prevedere gli ostacoli principali presenti sul territorio in modo da aggirarli.

Sempre tramite dati prelevati dal satellite ed un calcolo dei costi, sarà prevista la posizione migliore da far assumere al drone/droni tenendo conto di tutti i fattori possibili.

Si potrà implementare anche un algoritmo che renda i droni capaci di evitare ostacoli inaspettati, non presenti sulla mappa, che potrà usare l'image processing o tecniche alternative più leggere.

Si valuterà l'installazione di un software in grado di analizzare e prevedere in tempo reale le zone per cui sarà necessario inviare uno o più droni di supporto, ad esempio per alleggerire il carico in alcune ore/zone.

## Piano d'azione

---

Si potrebbe iniziare con lo sviluppare gli algoritmi che riguardano la ricerca del percorso ed esamina dei dati, che utilizzano tecniche di machine learning, perfezionandole e testando la bontà della loro funzionalità.

Per testare queste ultime nell'ambito droni si pensa di utilizzare programmi come "Gazebo" che simulano il comportamento di robot ed in questo caso droni.

Eventualmente passare ad una fase di testing su hardware con veri droni in situazioni studiate ad-hoc

**Link:** <https://www.ericsson.com/en/blog/2020/3/intelligent-site-engineering>

**Name:** Afraid of heights? Drones, AI and digitalization to the rescue!

**Abstract:** Ericsson impiega droni per diversi scopi, tra cui il controllo di siti dove vengono erette nuove stazioni. Sul posto fotografano qualsiasi parte della torre di telecomunicazione e tutti i dettagli esterni, come ad esempio cavi e collegamenti stradali. Una volta raccolte le foto un IA ricostruisce il sito in digitale, sul quale gli ingegneri possono poi prendere decisioni, evitando numerose visite fisiche al sito; risparmiando sotto numerosi punti di vista.

**Link:** <https://www.ericsson.com/en/blog/2020/6/network-exposure-and-the-case-for-connected-drones>

**Name:** Network exposure and the case for connected drones

**Abstract:** Questo articolo mette in mostra alcune delle problematiche legate all'utilizzo dei droni a cui il 5G può affrontare. In particolare, si parla di Network exposure, e del nuovo standard NEF che il 5G porta con sé, quest'ultimo permetterà ai SP di gestire i dati che provengono da diverse AF in sicurezza con la giusta allocazione delle risorse. La NE fornisce scenari per permettere lo scambio di informazioni da e per applicazioni esterne. Una delle sfide importanti che gli SP affrontano è quella di creare un API semplice che possa rispondere a diversi bisogni e migliorare la gestione di attività da remoto per i droni connessi. Altre problematiche per i SP sono: garantire una comunicazione sicura, adattare la QoS per trasferimenti di dati in HQ in tempo reale; cambio di direzione dinamico dei dati verso/da il drone; dati statistici che mostrano il miglior pattern con la massima copertura possibile. Per gli application provider invece, l'articolo evidenzia altre problematiche: migliorare il sistema di gestione dei droni utilizzando semplici API; controllando costantemente il livello di sicurezza e di performance del servizio di connettività tra il drone e l'applicazione; garantire l'integrità dei dati, evitando intrusioni; migliorare la qualità del video dal drone quando necessario, permettere controllo remoto opzionale dei droni in det. Occasioni; ottimizzare il pattern di volo in base alla copertura di rete. Grazie alla NE tutti questi problemi possono essere affrontati e risolti. " This requires pre-defined flight patterns based on the best available network coverage to avoid any loss of connectivity."

**Link:** <https://www.ericsson.com/en/blog/2019/1/network-programmability---in-5g-an-invisible-goldmine-for-service-providers-and-industry>

**Name:** Network programmability in 5G: an invisible goldmine for service providers and industry

**Abstract:** In quest'articolo vengono riassunti i vantaggi del 5G, tra cui la capacità di essere programmabile e le APIs, che permettono ai providers di aprire le reti e i servizi a sviluppatori di terze parti, in modo da poter creare sempre nuovi casi d'uso. Le API per il 5G sono diverse appunto per questo motivo, prima d'ora le app sviluppate da terze parti non erano "fidate". Fornire quindi ai terzi l'accesso ha significato anche aumentare la sicurezza e restringere il numero di funzionalità e capacità a cui possono accedere.

**Link:** <https://www.ericsson.com/en/blog/2020/2/drones-in-healthcare-canada>

**Name:** How can we deploy drones in healthcare to save lives?

**Abstract:** Quest'articolo parla di come potrebbero essere usati droni per trasportare in luoghi di emergenza, come ad esempio infarti, defibrillatori e apparecchi simili per arrivare sul posto in tempi più brevi rispetto ai soccorsi. Questo tipo di applicazione è stata resa possibile grazie al 4G LTE che ha permesso ai droni di volare anche a 80 miglia di distanza; poiché una volta messi in volo, questi sono capaci di arrivare ovunque sia presente una rete cellulare, portando con loro qualsiasi tipo di apparecchiatura richiesta. Il 4G permette anche la condivisione di immagini e video con gli operatori, oltre all'impiego dell'intelligenza artificiale per gestire alcune funzioni chiave, come ad esempio l'evitare collisioni. Il 5G incrementerà tutto ciò esponenzialmente, con qualità e velocità migliorata sarà possibile impiegare droni in missioni anche più complicate, grazie anche all'uso di IA/ML che permetterà statistiche in tempo reale di situazioni critiche e aiuterà le persone a prendere decisioni più velocemente.

**Link:** <https://www.ericsson.com/en/blog/2019/9/interference-management-5g-drones>

**Name:** Interference management in 5G with drones

**Abstract:** Quest'articolo tratta dell'utilizzo dei droni per rilevare ipotetiche interferenze che si possono verificare con le reti 5G private (es. industriali) e le reti circostanti. I tipici test di interferenza con forza lavoro umana sono dispendiosi e lenti sotto diversi punti di vista, un drone/UAV equipaggiato con un radio scanner che può rilevare reti 4 e 5G, può essere programmato per effettuare le rilevazioni lungo un determinato percorso 3D, che può essere ripetuto diverse volte per aumentare l'accuratezza (è possibile anche modificare l'altezza).

**Link:** <https://www.ericsson.com/en/blog/2020/10/ai-powered-drone-mobility-support>

**Link paper:** <https://arxiv.org/pdf/1911.09715.pdf>

**Name:** Efficient Drone Mobility Support Using Reinforcement Learning

**Abstract:** Quest'articolo racconta di un paper che si è occupato di creare un sistema che permettesse a droni connessi a reti cellulari di assicurare una connettività wireless robusta e un supporto mobile all'utente equipaggiato del drone che preveda meno handover (HO). Per ottenere ciò, è stato usato il Reinforcement Learning; le decisioni del sistema sono prese dinamicamente utilizzando un Q-algorithm (discernere tra varie traiettorie di volo). I risultati hanno mostrato che l'approccio proposto può ridurre significativamente il numero di HOs, mantenendo la connettività, rispetto alla "base" che prevede il drone sempre connesso alla cella più forte.

**Link:** <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/white-papers/drones-and-networks-ensuring-safe-and-secure-operations>

**Name:** Drones and networks: Ensuring safe and secure operations



**Abstract:** Quest'articolo parla in generale del rapporto tra i droni e la rete mobile, elencando diverse problematiche e caratteristiche che coinvolgono questo duo. Le conclusioni sono che al giorno d'oggi la connessione LTE è già in grado di supportare l'impiego di droni a bassa altitudine, ma con il 5G il tutto potrà scalare e migliorare, poiché questo offre una connettività più affidabile per l'impiego in grande scala dei droni per le più diversificate delle applicazioni.

## GitHub Projects

---

**Link:** <https://github.com/RuoxiQin/Unmanned-Aerial-Vehicle-Tracking>

**Name:** Unmanned-Aerial-Vehicle-Tracking

**Abstract:** Sviluppata in python, questa applicazione propone un algoritmo distribuito, online utilizzato nell'UAV tracking. Viene proposto un modello di probabilità quantistica per descrivere le posizioni di target parzialmente osservabili, utilizzando l'algoritmo Upper Confidence Tree (UCT) per trovare il miglior percorso.

**Interesse:** Medio.

**Link:** <https://github.com/guillemhub/DRLDBackend>

**Name:** DRLDBackend

**Abstract:** Simulatore di veicoli autonomi che utilizza keras e l'utilizzo di deep reinforcement learning.

**Interesse:** Medio.

**Link:** <https://github.com/ageelanwar/PEDRA>

**Name:** PEDRA

**Abstract:** PEDRA è un motore programmabile per le applicazioni che hanno a che fare con Drone Reinforcement Learning. Il tutto è sviluppato in Python ed è diviso in moduli, facilmente programmabili. Essendo basato su AirSim che è un plugin open source sviluppato da microsoft che usa per interfaccia Unreal Engine e python, permette la creazione di moduli su python più ad alto livello per gli scopi delle applicazioni che usano RL.

**Interesse:** Medio-Alto.

**Link:** <https://github.com/ageelanwar/DRLwithTL>

**Name:** DRLwithTL

**Abstract:** Questo progetto utilizza un approccio basato sul Transfer Learning per ridurre la computazione on-board richiesta per allenare una rete neurale profonda indirizzata alla navigazione autonoma dei droni via Deep RL per la performance di un determinato algoritmo. Viene utilizzata una lista di ambienti in 3D fatta in Unreal Engine e la rete è allenata end to end. Questi pesi sono poi utilizzati per inizializzare la rete in un ambiente di test simulato e raffinato per gli ultimi layers completamente connessi.

**Interesse:** Medio-Alto.

**Link:** <https://github.com/xuxiaoli-seu/SNARM-UAV-Learning>

**Name:** SNARM-UAV-Learning

**Abstract:** Codice Python per la navigazione simultanea e radio mapping per UAV con deep reinforcement learning.

**Interesse:** Medio-Alto.

**Link:** <https://github.com/tobiasfshr/deep-reinforcement-learning-drone-control>

**Name:** deep-reinforcement-learning-drone-control

**Abstract:** Sistema per controllare droni che utilizza deep reinforcement learning implementato in python e C++

**Interesse:** Medio-Alto.

**Link:** <https://github.com/Sharad24/Autonomous-Drone-Navigation>

**Name:** Autonomous-Drone-Navigation-using-Deep-Reinforcement-Learning

**Abstract:** Sistema che permette la navigazione di droni in aeree senza l'uso della tecnologia GPS, viene utilizzato il deep reinforcement learning.

**Interesse:** Medio-Alto.

**Link:** [https://github.com/20chix/Autonomus\\_Indoor\\_Drone](https://github.com/20chix/Autonomus_Indoor_Drone)

**Name:** Autonomous Indoor Drone

**Abstract:** Simulazione di un drone autonomo per spazi chiusi, che coinvolge localizzazione, controllo del percorso, e partenza/atterraggio automatizzati. Il drone può essere utilizzato soltanto in spazi confinati e ha un'alta accuratezza. Per simulare il comportamento del drone è stata utilizzata una app chiamata Gazebo che è essenzialmente un programma nato per simulare robot. Il tutto gira su un sistema Linux.

**Interesse:** Alto.

**Link:** [https://github.com/nav74neet/rl\\_ardrone](https://github.com/nav74neet/rl_ardrone)

**Name:** Reinforcement Learning for Autonomous navigation of UAVs

**Abstract:** Codice sorgente per implementare algoritmi di RL per la navigazione autonoma di droni in spazi chiusi.

**Interesse:** Alto.

**Link:** <https://github.com/pulp-platform/pulp-dronet>

**Name:** pulp-dronet

**Abstract:** Si tratta di un sistema di navigazione visuale che permette la navigazione autonoma di un drone di dimensioni minuscole in ambienti a lui sconosciuti, il tutto guidato dal deep learning.

In particolare, viene utilizzato una rete convoluzionale chiamata DroNet, che è stata sviluppata dall'università di Zurigo. Gli autori hanno sviluppato su questa una metodologia generale per eseguire algoritmi di deep learning allo stato dell'arte, eseguiti su di un nodo a basso consumo energetico.

**Interesse:** Alto.

