

Coreografie con droni e sviluppi tecnologici

...

Patrick Predella



Il Drone

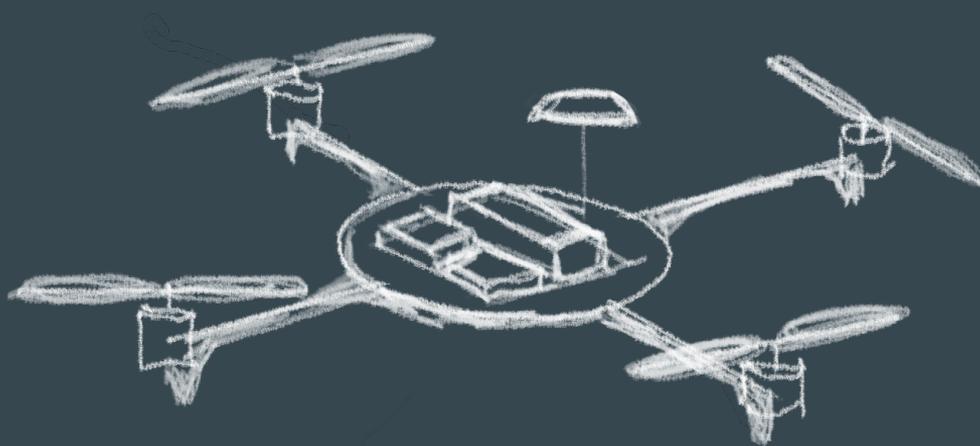
Sistema Aeromobile a
Pilotaggio Remoto

Sostanzialmente piccolo

Leggero

Estremamente
manovrabile

Versatile



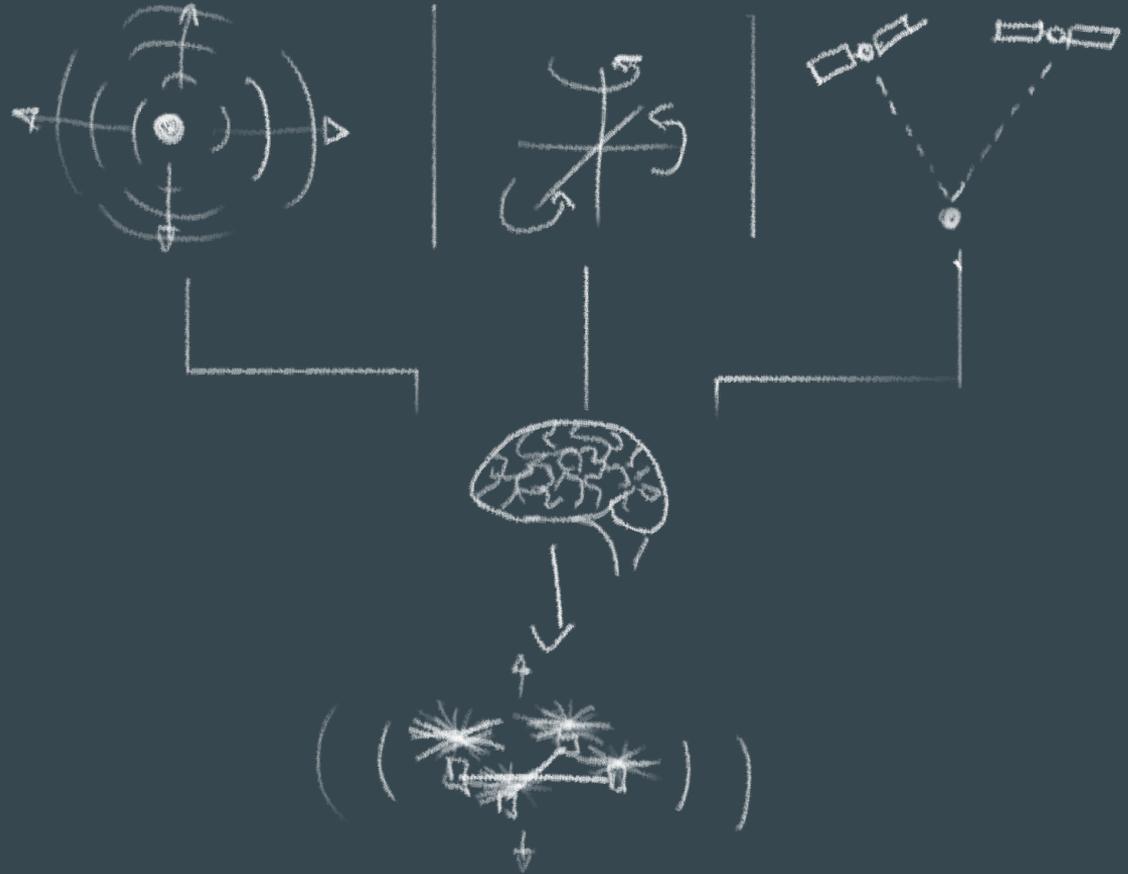
Le sue capacità - Sistemi di controllo

Stabilità

Reattività

6 gradi di libertà

Sensori e controllore



I suoi limiti

Velocità massima

Portata

Batteria

Carico



Realizzare una coreografia

Movimento

Tempo

Fisica per ottenere
movimenti fluidi



Comandare in “cinematica diretta”

Metodo tradizionale

Impreciso, movimento
tendenzialmente scattoso.

Per eseguire una
coreografia è necessario un
pilota esperto.

Caso di più di un velivolo?



Comandare in “cinematica inversa”

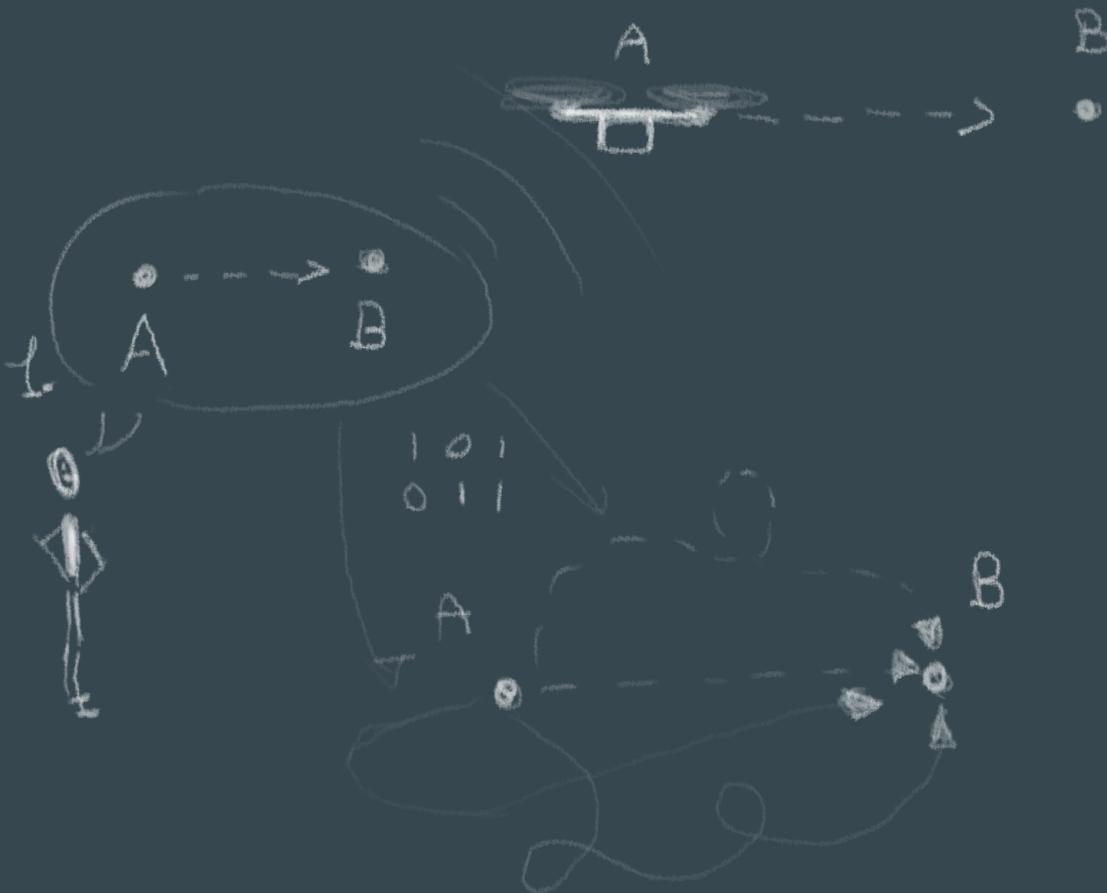
Metodo inverso

Pt A \rightarrow Pt B, tempo

Movimento teoricamente
perfetto

Non è necessario un pilota
umano

Programmazione del task



Il modello drone puntiforme

6 g. d. l. \rightarrow 3 g. d. l.

Il drone si muove nello spazio come un punto.

Subisce accelerazioni come un oggetto puntiforme soggetto a forze.



Potenzialità di un attuatore puntiforme

La fisica è in gran parte basata su modelli costituiti da corpi puntiformi

Immaginiamo di avere due punti collegati da una molla



Pilotaggio a stormo

Un pilota con una sola centrale comanda N droni che “stanno attenti” a non scontrarsi



Pilotaggio a stormo

Dettagli tecnici

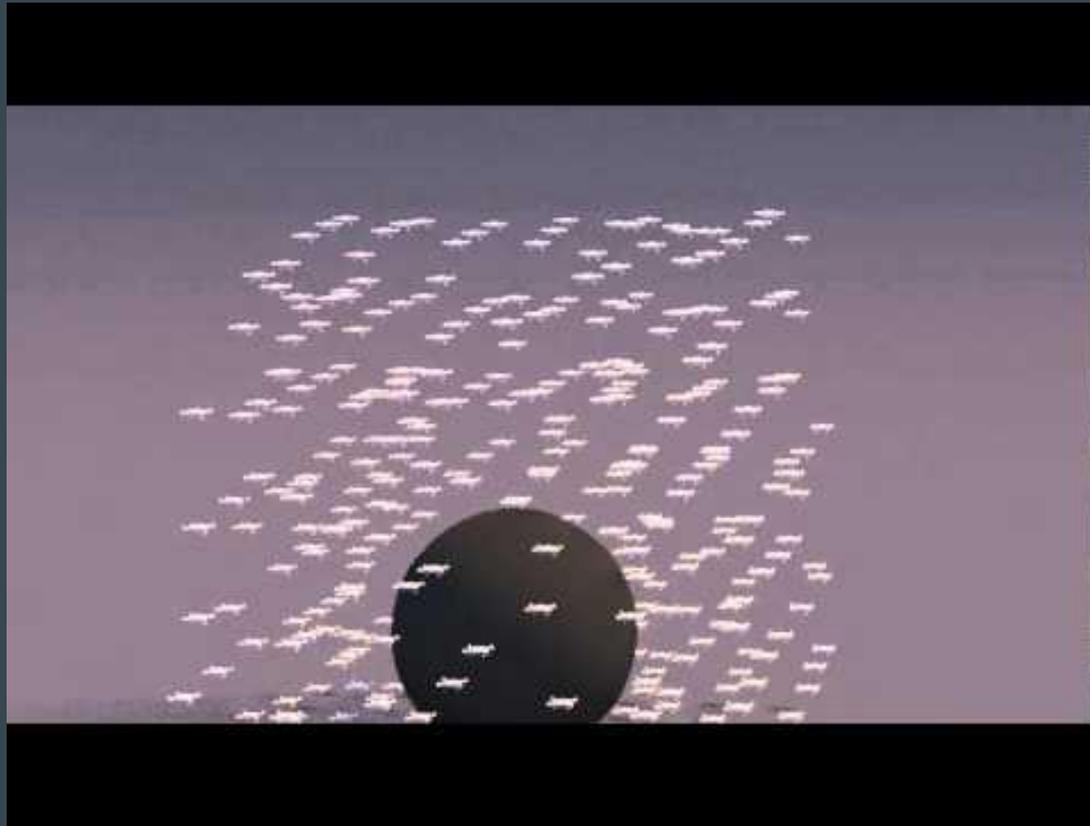
Punti collegati da molla-ammortizzatore.

Il modello matematico già esiste.

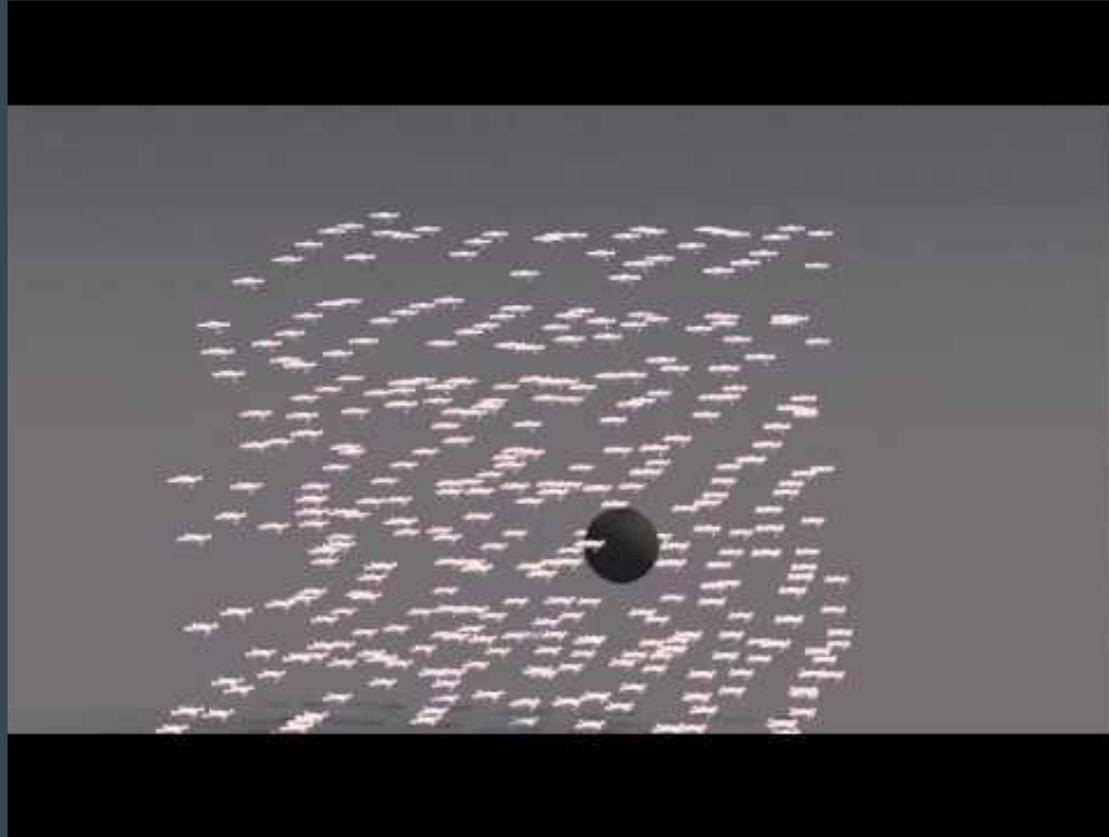
Computazione delle posizioni di ogni “punto” della mesh -> nuova posizione da raggiungere per ogni drone.



Simulazione CG 1



Simulazione CG 2



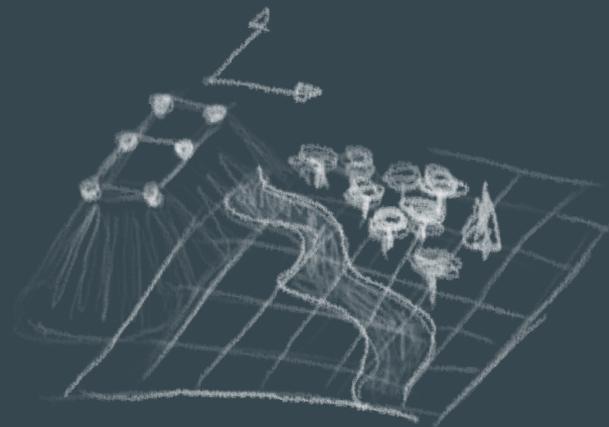
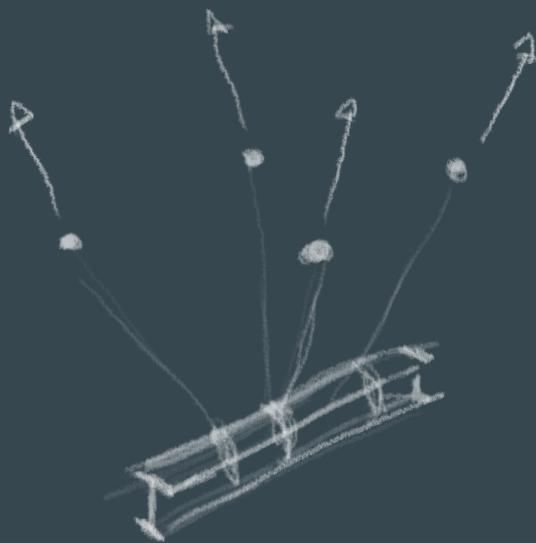
Pilotaggio a stormo

Applicazioni

Copertura di grandi aree in poco tempo

Caricamento pesi

Ridondanza





[Lindsey, Mellinger and Kumar, 2011]



Lavoro cooperativo con intelligenza delocalizzata

Il lavoro del singolo drone è comandata da un PC centrale.

Lavori di precisione: droni da costruzione, coreografie...

(short-range)



Lavoro cooperativo con intelligenza delocalizzata

Il lavoro del singolo drone è comandata da un PC centrale.

Lavori di precisione: droni da costruzione, coreografie...

(short-range)

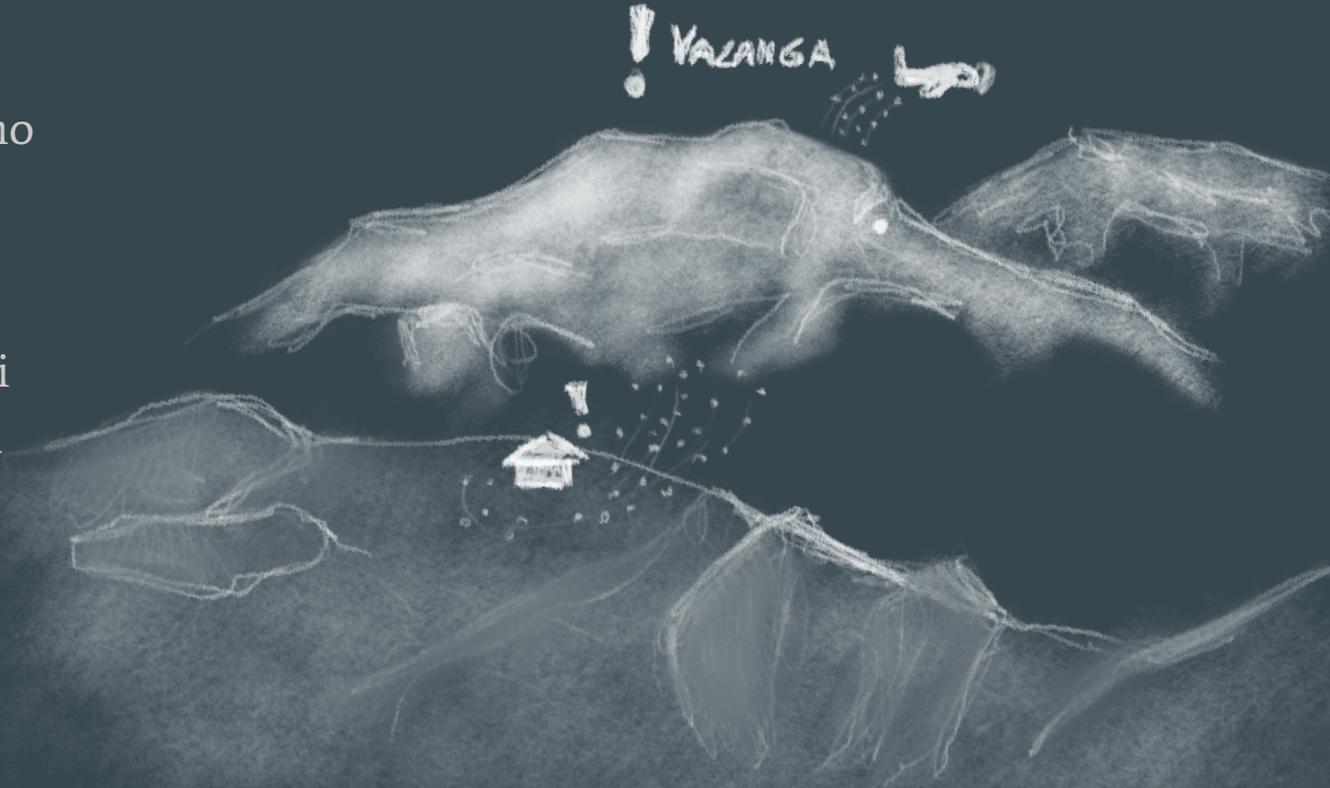


Lavoro cooperativo con intelligenza locale

I singoli veicoli rispondono alla presenza di ostacoli misurandone la distanza.

Il percorso e l'ambiente di lavoro non sono definiti a priori.

Eli-ambulanza?



Piccolo è meglio



Vantaggi:

Manovrabilità

Rapporto peso/potenza

Costo

Svantaggi:

Può trasportare solo piccoli carichi -> stormo





Fonti - Credits

Robots that fly ... and cooperate

The future of flying robots

Vijay Kumar - University of Pennsylvania - TED talks - Youtube

The astounding athletic power of quadcopters

Raffaello D'Andrea - Zurich minds & TED talks - Youtube

Controlling robotic swarms

Brian Douglas - Control system lectures - Youtube

Automatic control - UniTN lectures

prof. Zaccarian - Ing. Industriale Meccatronica - UniTN

Amazing in motion - SWARM

Lexus automotive

Drone 100 A Magical Experience

Intel

Domande?



Drone Parkour

Drone fermo con una massa appesa.

Obiettivo: passare in una finestra inclinata larga poco più del drone (caduta parabolica)

1. calcolo traiettoria a partire dal modello digitale



Drone Parkour

2. Il drone accelera.

Il peso segue come un pendolo.

I modelli digitali e reali potrebbero non essere coincidenti.

- resistenza dell'aria
- corda non inestensibile
- vento



Drone Parkour

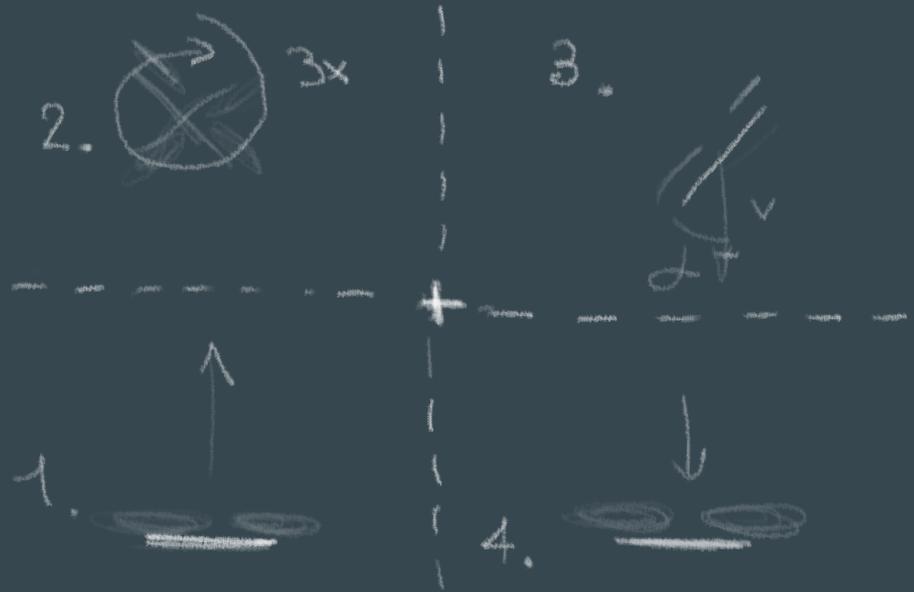
3. Frenata e spegnimento motori.

Attuando questi passaggi correttamente allineo il sistema di due corpi su una traiettoria di caduta che passerà per la finestra.



Triple flip

1. accelero verso l'alto
2. avvio la manovra di flip in caduta libera (modello digitale)
3. diminuisco la velocità di rotazione
4. procedura di recovery
5. dagli stati assunti nel tempo affino il modello digitale



Full Speed



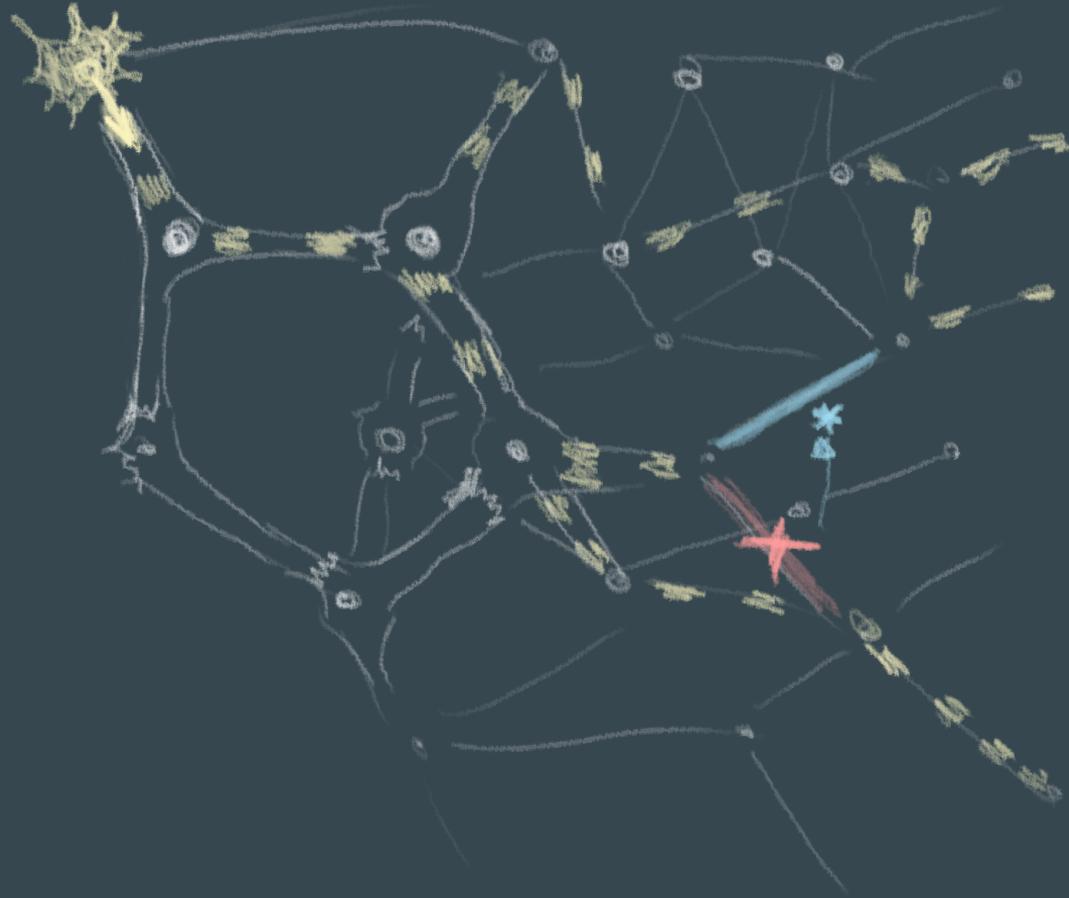
Neural networks

affinamento del modello digitale

Programmi che modificano
sè stessi.

Ad ogni iterazione
imparano dagli errori
misurati conoscendo l'
obbiettivo da raggiungere.

Apprendimento continuo,
miglioramento dello
svolgimento del task.



Domande?

