

>> AI CONF 2026

**E se le macchine, come l'uomo,
evolvessero?**

Luca Di Vita

Machine Learning Engineer
Cy4Gate

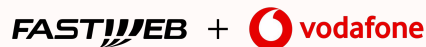


Kudos++

Executive



Gold



>> AI CONF 2026

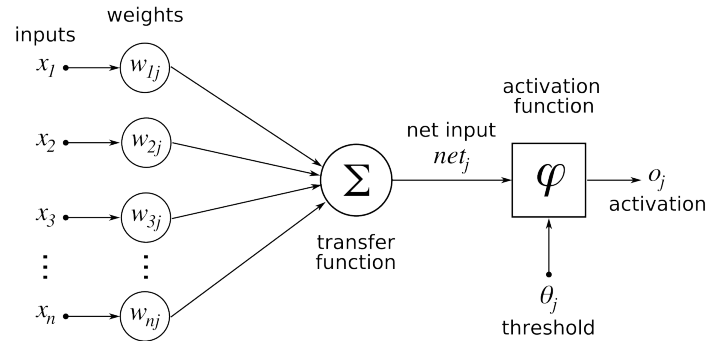
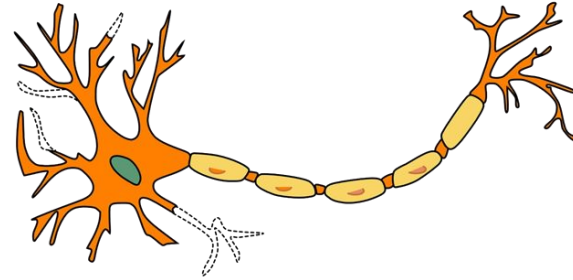
Reti Neurali

- **Percettrone**

- Base di una ANN

- **Elementi:**

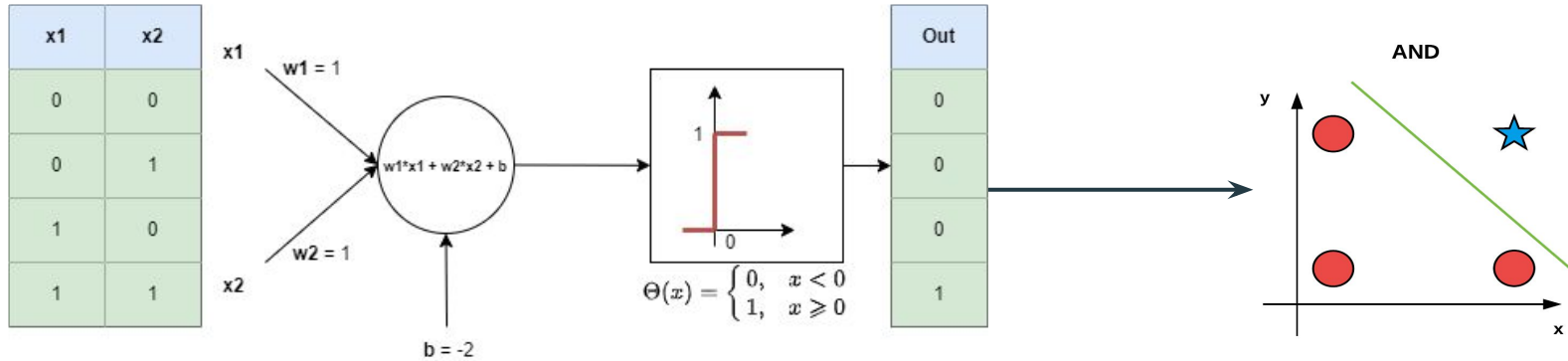
- Input
- Pesi
- Funzione di trasferimento
- Bias
- Funzione di attivazione



Esempio

- AND logico

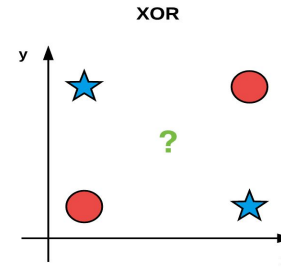
A	B	Out
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Limiti

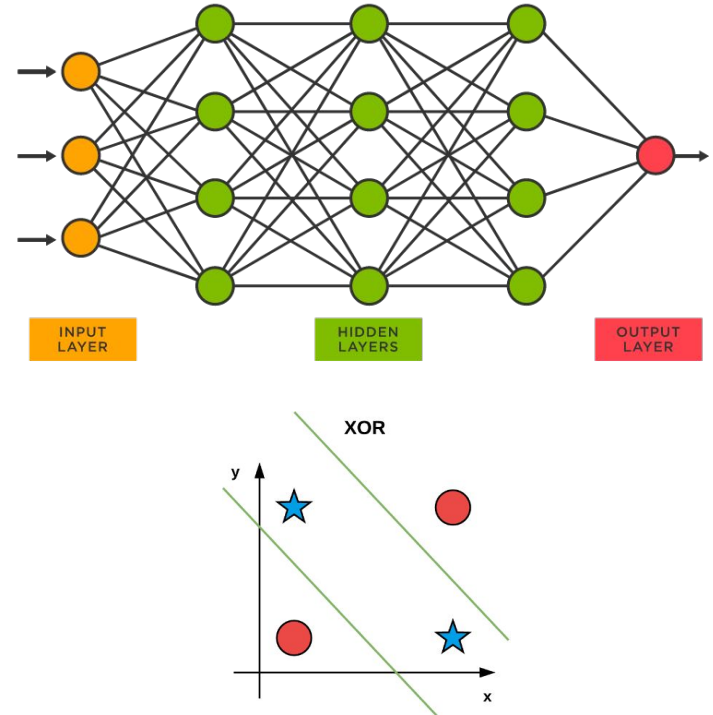
- **Limiti** del perceptrone:
 - **Non separabilità** lineare
 - Problema dello XOR

A	B	Out
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



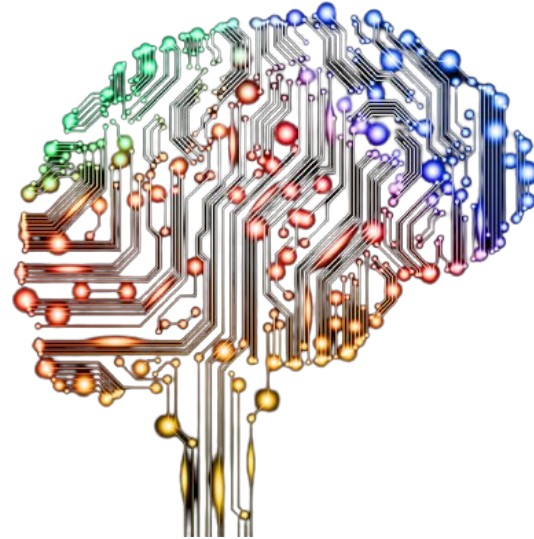
Deep Learning

- Soluzione
 - Le reti **multistrato**
 - Teorema di approssimazione universale
- Calcolo **automatico** dei pesi
 - Backpropagation
 - Loss
 - Optimizers

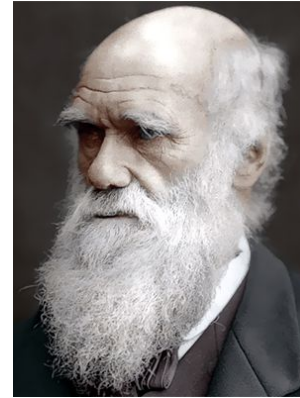


Limiti

- Tuning
- Architettura
- Backpropagation
 - Differenziabilità
 - Gradient Vanishing/Explosion
 - Over/Under Fitting



Evoluzione



*“Processo **incessante** basato su **fattori diversi** che consiste nel passaggio degli organismi viventi da forme inferiori e **rudimentali** a forme sempre più **complesse**.”[\[1\]](#)*

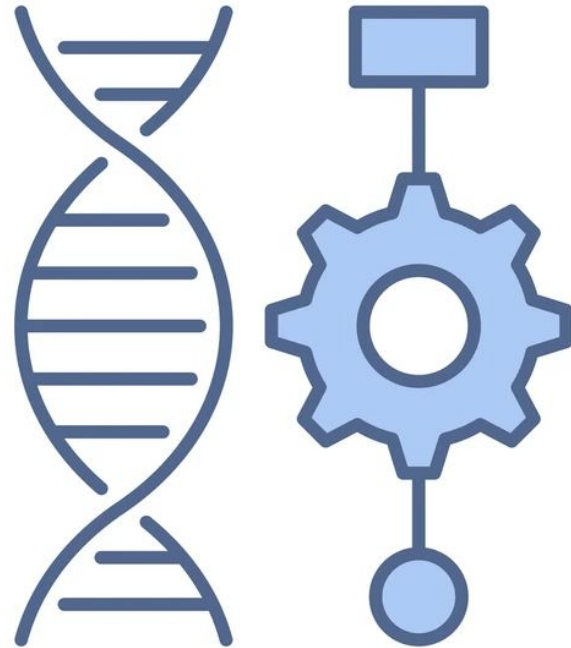
Modello Evolutivo

- **Popolazione:** Gruppo di **individui** della stessa specie
- **Variazione:** I **tratti** di una popolazione possono variare.
- **Ereditarietà:** Alcuni **tratti** della discendenza vengono **ereditati** dai genitori altri no.
 - Ricombinazione
 - Mutazione
- **Selezione:** L'individuo con i tratti più forti si adatta all'ambiente **sopravvivendo**. [\[2\]](#)



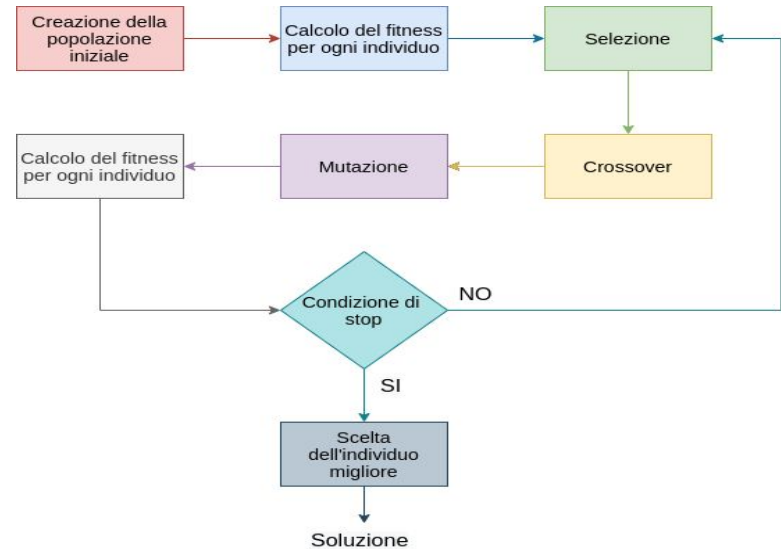
Algoritmi Genetici

- Algoritmi **Genetici**
 - Processi **iterativi**
 - Risolvono problemi **ottimizzazione**
 - Min, Max
 - **Evoluzione** autonoma delle soluzioni
 - Teorema di **Holland**



Algoritmi Genetici

- **Genotipo:** Individuo di una **popolazione**
 - Possibile soluzione
- **Selezione:** Processo **probabilistico**
 - Individuazione dei genitori
- **Crossover:** Creazione di nuovi individui
- **Mutazione:** Trasformazione probabilistica
 - Cambiamento di geni
- **Fitness Function:** Funzione matematica
 - Quanto è bravo a risolvere un problema [\[2\]](#)

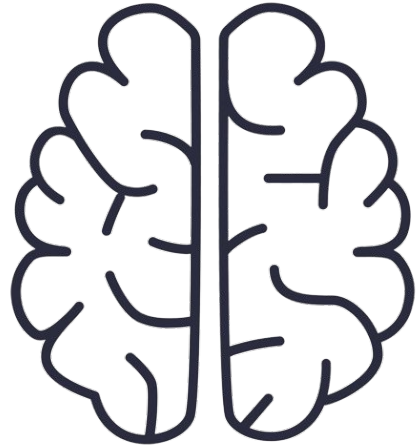


Neuro Evoluzione

Applicazione degli algoritmi genetici [\[2\]](#) per la costruzione di ANN e dei parametri ad essa relativi.

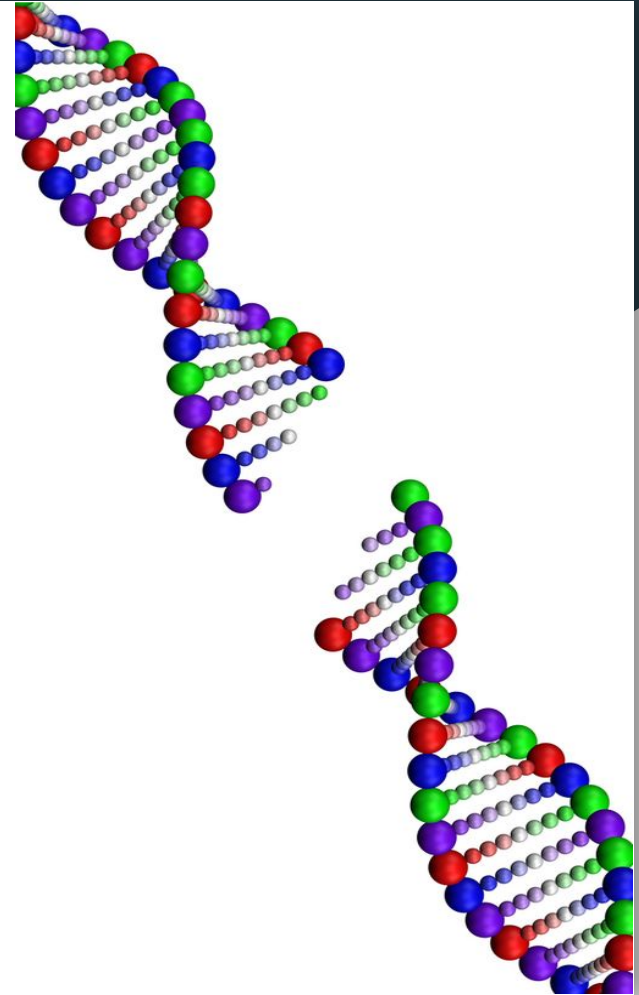
In altri termini:

A.N.N. CHE EVOLVONO AUTONOMAMENTE



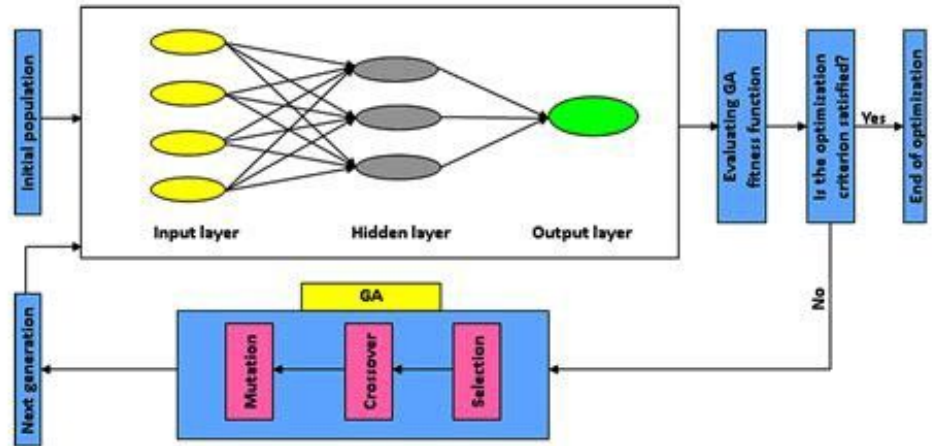
Neuro Evoluzione

- Approccio neuro evolutivo
 - **Population Based**
 - **Complessificazione Incrementale**
 - **Stocastico**
 - **Sopravvivenza** strutture utili
 - **Pesato**
- Applicazione degli **operatori genetici**



Neuroevolution of Augmenting Topologies (Neat)

- Ricerca dell'ottimo
 - Performance
 - Pesi
 - Complessità
 - Architettura



Neat - Genotipo

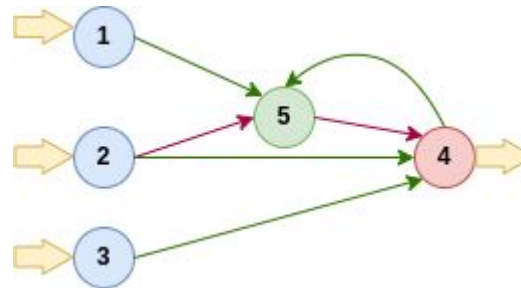
- **Genotipo** [\[4\]](#)
 - Costituzione **genetica** di un organismo
 - Codifica i **parametri** della rete
 - Pesi da distribuzione
- **Fenotipo**
 - Manifestazione **fisica** del genotipo
- Neuroni di output
 - **Natura** del problema

Gene Nodo

Node 1	Node 2	Node 3	Node 4	Node 5
Input	Input	Input	Output	Hidden
Linear	Linear	Linear	Sigmoid	Heaviside

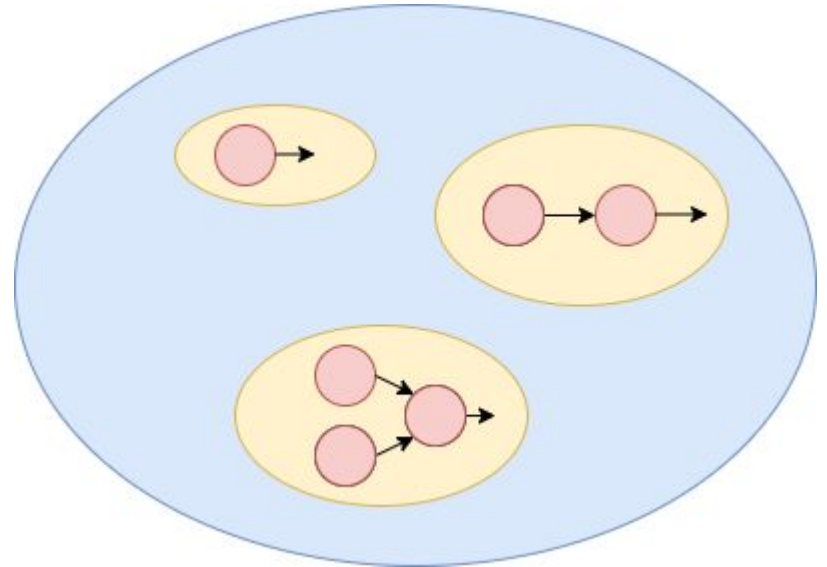
Gene Connessione

In: 1 Out: 4 w: 0.5 Inn: 1 Disabled	In: 2 Out: 4 w: 0.7 Inn: 2 Enabled	In: 3 Out: 4 w: 0.4 Inn: 3 Enabled	In: 1 Out: 5 w: 0.6 Inn: 4 Enabled	In: 5 Out: 4 w: -0.1 Inn: 5 Enabled	In: 2 Out: 5 w: -0.3 Inn: 6 Enabled	In: 4 Out: 5 w: 0.8 Inn: 12 Enabled
---	--	--	--	---	---	---



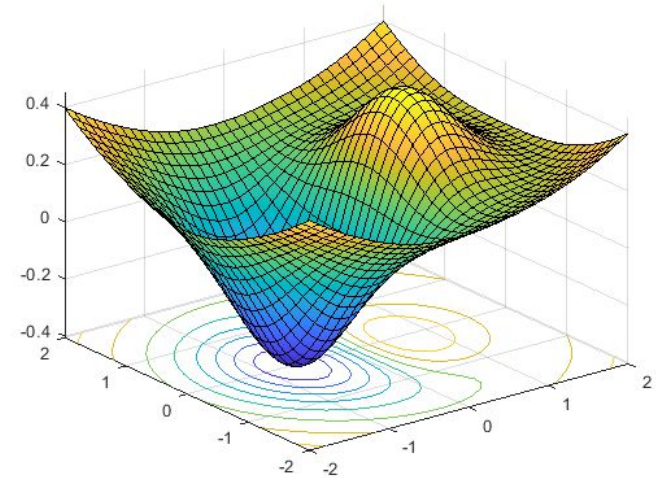
Neat - Genotipo

- Popolazione [\[3\]](#)
 - Insieme di genotipi/architetture
 - Inizialmente semplici



Neat - Fitness

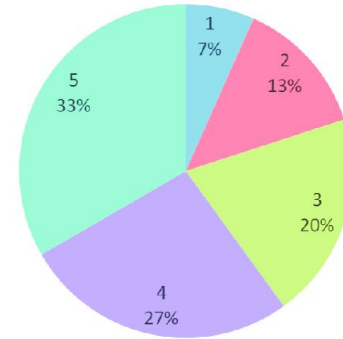
- Rappresentazione **matematica** del problema da risolvere [\[3\]](#)
 - Min, Max
- Valuta il **singolo** genotipo
- Hanno più **probabilità** di sopravvivere gli individui con fitness più alto/basso
- Il processo di **evoluzione** termina al raggiungimento di un valore **soddisfacente**



Neat - Selezione

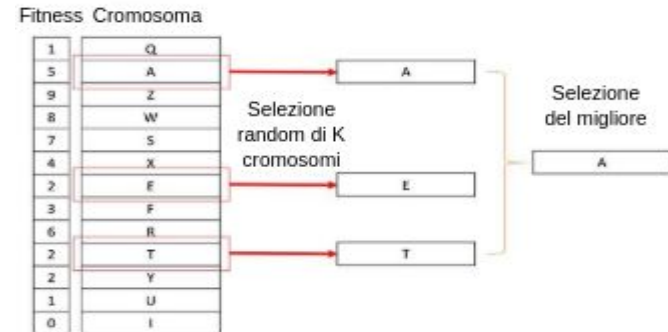
- Molti algoritmi di **selezione**
 - Roulette Russa
 - Tournament Selection
 - ...[\[3\]](#)

Roulette Russa



Genotipo	Fitness
1	1.0
2	2.0
3	3.0
4	4.0
5	5.0

Tournament Selection



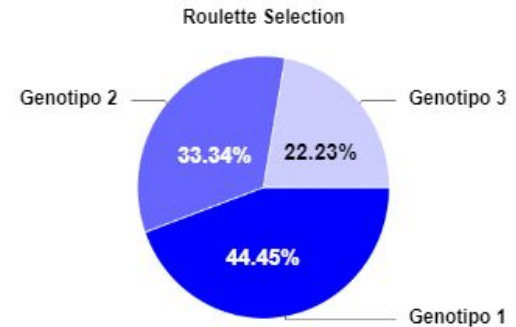
Neat - Selezione

- Problema XOR
 - Fitness: Accuracy
 - Problema di Max

$$\text{Accuracy} = \frac{\# \text{ Predizioni Corrette}}{\# \text{ Predizioni Totali}}$$

XOR					
A	B	Out			
0	0	0			
0	1	1			
1	0	1			
1	1	0			

Genotipo 1	Atteso	Predetto	Fitness
	0	0	
	1	1	
	1	1	
Genotipo 2	0	0	4/4 = 1
	0	1	
	1	1	
	1	1	
Genotipo 3	0	1	3/4 = 0.75
	1	1	
	1	1	
	0	0	
Genotipo 3	0	1	2/4 = 0.5
	1	1	
	1	0	
	0	0	

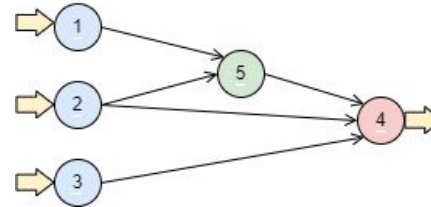


Neat - Crossover

- Sfrutta un **Innovation Number** [4]
 - Id univoco incrementale
 - Generato ogni nuova connessione

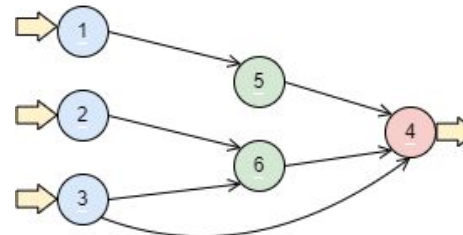
Parent 1

Inn: 1 1 → 4 Disabled	Inn: 2 2 → 4 Enabled	Inn: 3 3 → 4 Enabled	Inn: 4 1 → 5 Enabled	Inn: 5 5 → 4 Enabled	Inn: 8 2 → 5 Enabled
-----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------



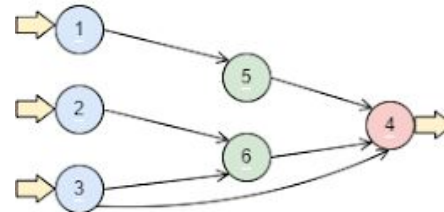
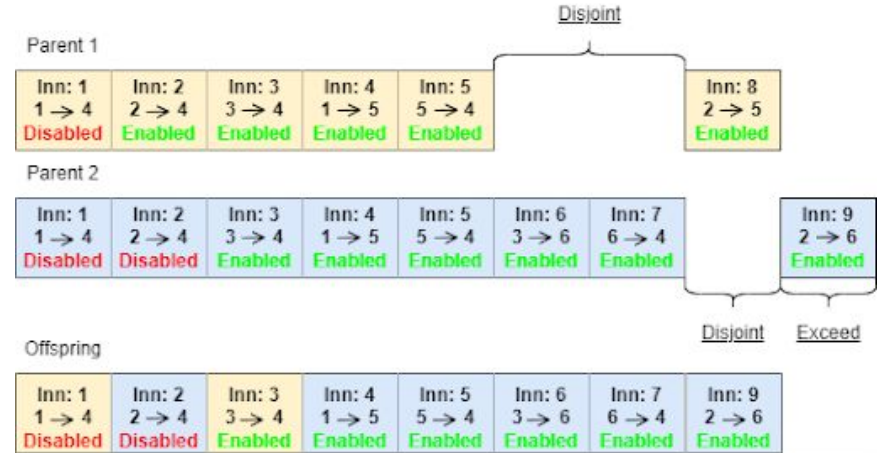
Parent 2

Inn: 1 1 → 4 Disabled	Inn: 2 2 → 4 Disabled	Inn: 3 3 → 4 Enabled	Inn: 4 1 → 5 Enabled	Inn: 5 5 → 4 Enabled	Inn: 6 3 → 6 Enabled	Inn: 7 6 → 4 Enabled	Inn: 9 2 → 6 Enabled
-----------------------------	-----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------



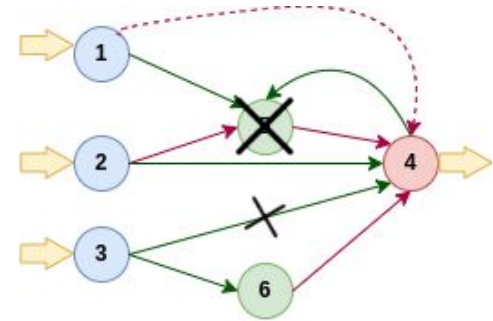
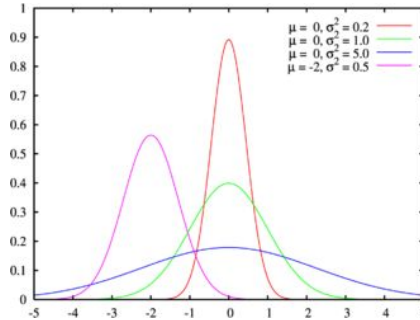
Neat - Crossover

- **Match**
 - Scelta random
- **Disjoint/Exceed**
 - Ereditati
 - Da Fitness Maggiore



Neat - Mutazione

- Mutazione [\[4\]](#)
 - **Pesi**
 - Somma/sottrai valore
 - Sostituisci valore
 - **Strutturale**
 - Aggiunta/rimozione connessione
 - Aggiunta/rimozione nodo
 - **Activation Function**
 - **Flip Connessione**



Gene Nodo

Node 1	Node 2	Node 3	Node 4	Node 6
Input	Input	Input	Output	Hidden
Linear	Linear	Linear	Tanh	Linear

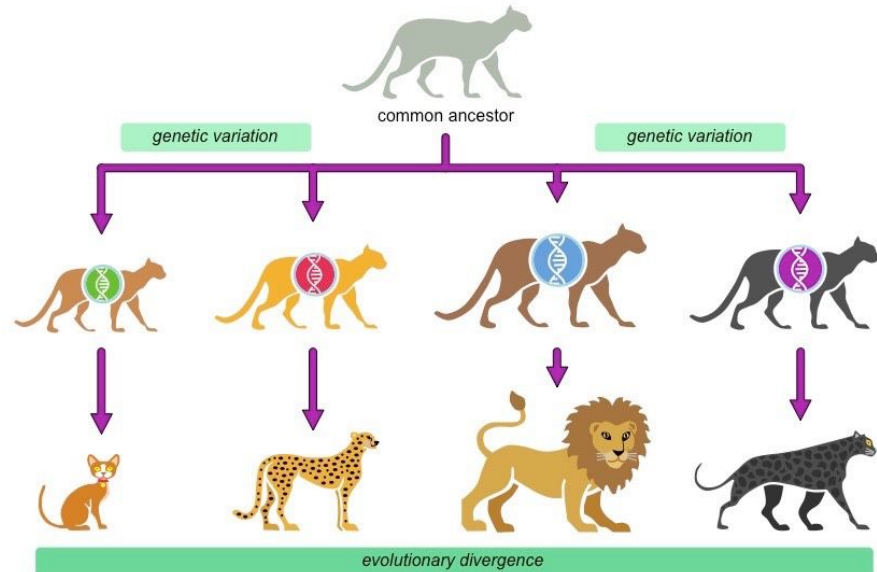
Gene Connessione

In: 1 Out: 4 w: -0.5 Inn: 1 Disabled	In: 2 Out: 4 w: 0.7 Inn: 2 Enabled	In: 3 Out: 6 w: 2.3 Inn: 12 Enabled	In: 6 Out: 4 w: -1.2 Inn: 13 Enabled
--	--	---	--

Speciazione

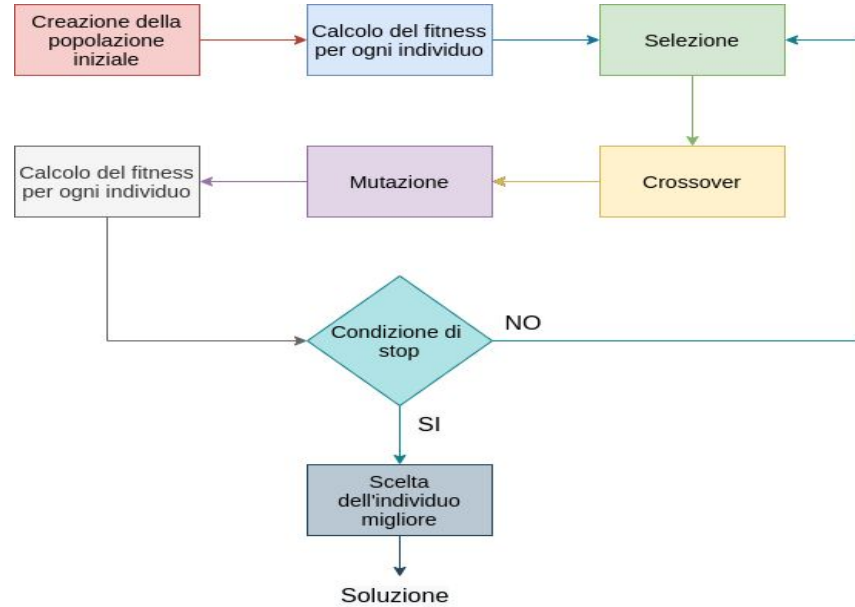
- **Speciazione**

- Distanza genetica
- Nicchie
- Elitarietà



Esempio

- Problema XOR [\[5\]](#)[\[8\]](#)



Addendum

- HyperCube Based Neat [\[4\]](#)
 - Basato sulla modularità del cervello
- Evolvable Substrate Hyper Neat [\[4\]](#)
 - Basato sulla modularità del cervello
- SAFE [\[6\]](#)
 - Coevoluzione mutuale
- Novelty Search [\[4\]](#)

linkedin.com/in/lucadivita



[luca_di_vita_](#)



lucadivita.it



Thank you!

👉 slides & videos: <https://www.improove.tech/videos>

>> AI CONF 2026