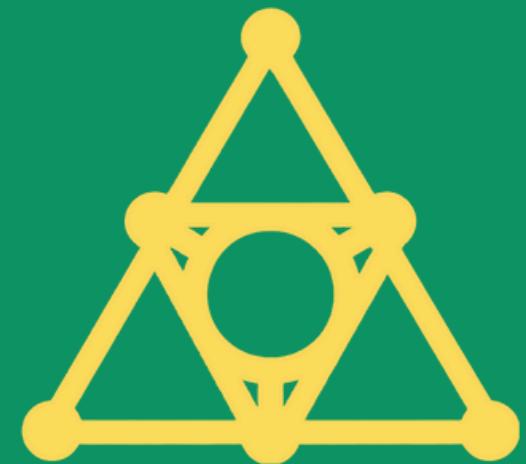


ZELDAGEN



Progetto di FIA

Daniele De Martino

0512116151

a.a. 2024/2025



COSA?!

- **Zeldagen**, da “gen”-etico e da “gen”-erativo
- Dungeon in stile Zelda
- Game design di qualità
 - anche nella generazione procedurale!
 - compromesso **varietà vs qualità**



o, se parlaste una lingua antica,
lo chiamereste...

לְבָנָה בְּנֵי נְגִמָּה





COME?!

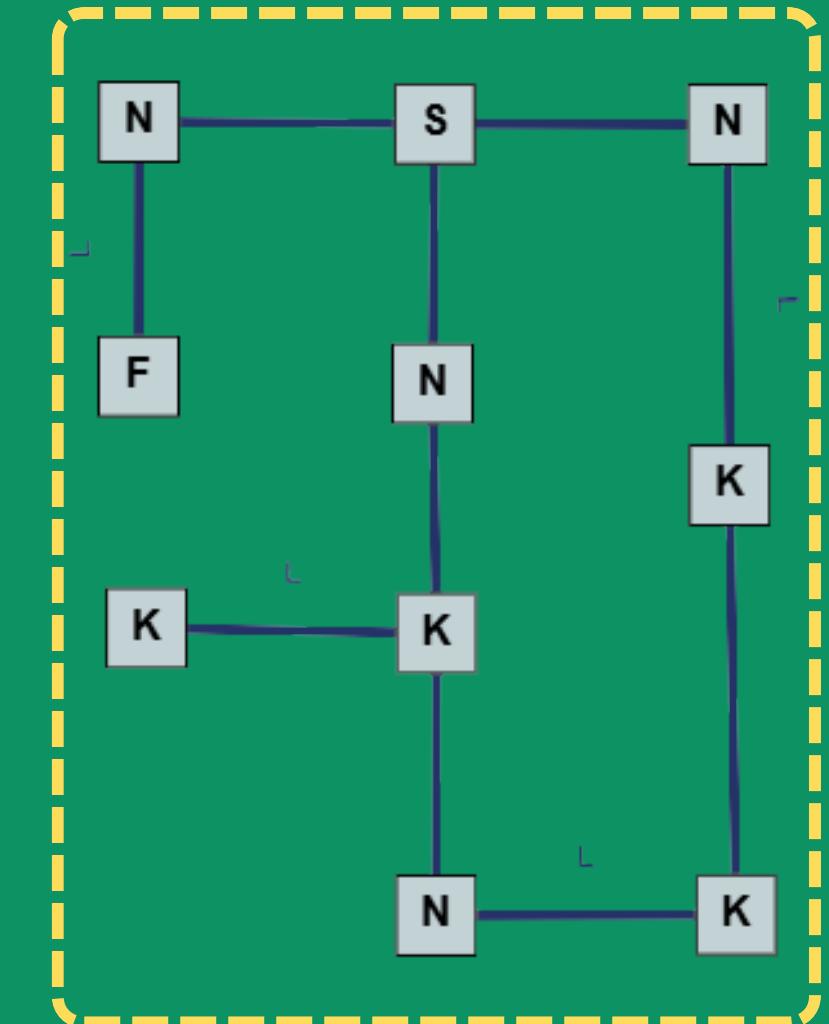
- Idea: un dungeon è un grafo!
- I grafi sono facili da generare...
 - ma non è facile ottenerne uno buono!

Suona familiare? Ottimizzazione incrementale? Ricerca locale!
Magari algoritmi genetici...



PERCHÉ?
Ci permettono di evolvere una popolazione di individui, così è più semplice non restare intrappolati in massimi locali!

TOPOLOGIA DI DUNGEON



DUNGEON?

- Grafo non orientato
- I nodi sono le **stanze**, e possono essere di quattro tipi:
 - **iniziale** (S)
 - **finale** (F)
 - **normale** (N)
 - **con chiave** (K)
- Gli archi sono le **porte**, e possono essere aperte o chiuse a chiave! (L)



DUNGEON!

- Durante una partita, si ha un certo numero di chiavi
 - e se ne può usare una per sbloccare una porta!
- Le stanze “con chiave” forniscono una chiave quando attraversate! Semplice, no?
- Esiste quindi una soluzione efficiente al dungeon...
 - ma a noi non interessava generarlo?





SPECIFICA P.E.A.S.

ENVIRONMENT

- SINGOLO AGENTE



- COMPLETAMENTE OSSERVABILE



- DETERMINISTICO



- STATICO



- EPISODICO



PERFORMANCE

METRICHE

- VALIDITÀ
- QUALITÀ



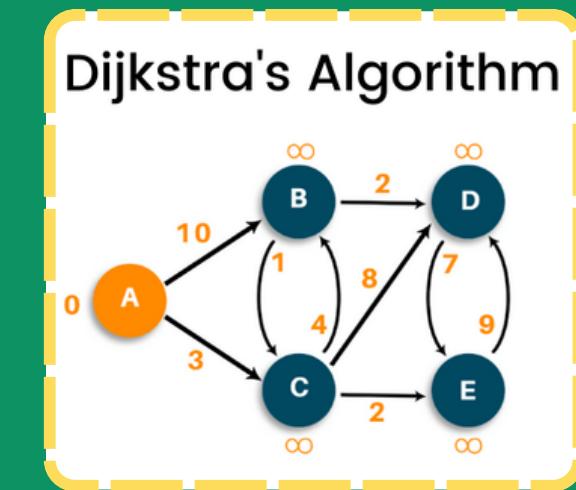
ACTUATORS

MODIFICHE SUL GRAFO AZIONI POSSIBILI:

- AGGIUNTA DI ARCHI
- RIMOZIONE DI ARCHI
- CAMBIO DEL TIPO DI UNA STANZA
- ATTIVARE O DISATTIVARE UNA SERRATURA

SENSORS

INFORMAZIONI SUL GRAFO E ALGORITMI EFFETTUABILI



FITNESS

- È la **chiave** del problema!
- Ho formalizzato delle **metriche di validità** e **di qualità**, matematicamente
- Nel codice, diventano:
 - **criteri di validità**
 - **criteri di penalità**
 - **criteri di premialità**

COSA RENDE UN DUNGEON BUONO?

- Identificati 14 criteri
- Esempi:**
- una sola stanza iniziale e finale
 - la stanza finale ha sempre una sola entrata chiusa a chiave
 - numero ragionevole di porte e di chiavi
 - la soluzione “**shortest walk least keys**” esiste ed è bilanciata...





SHORTEST CHE?

- “**Shortest walk least keys**” è il nome del mio algoritmo risolutivo!
 - DFS modificata, con backtracking solo quando necessario
- **Idea chiave:** esplorare il grafo non orientato come un giocatore
 - attraversa una porta chiusa solo se ha una chiave
 - tiene traccia delle **chiavi**
 - e delle **porte già sbloccate**
 - torna indietro **solo** quando trova una chiave: potrebbe sbloccare porte precedentemente bloccate!
 - tenta diversi percorsi, e seleziona il migliore: criterio **greedy**, percorso più breve!*

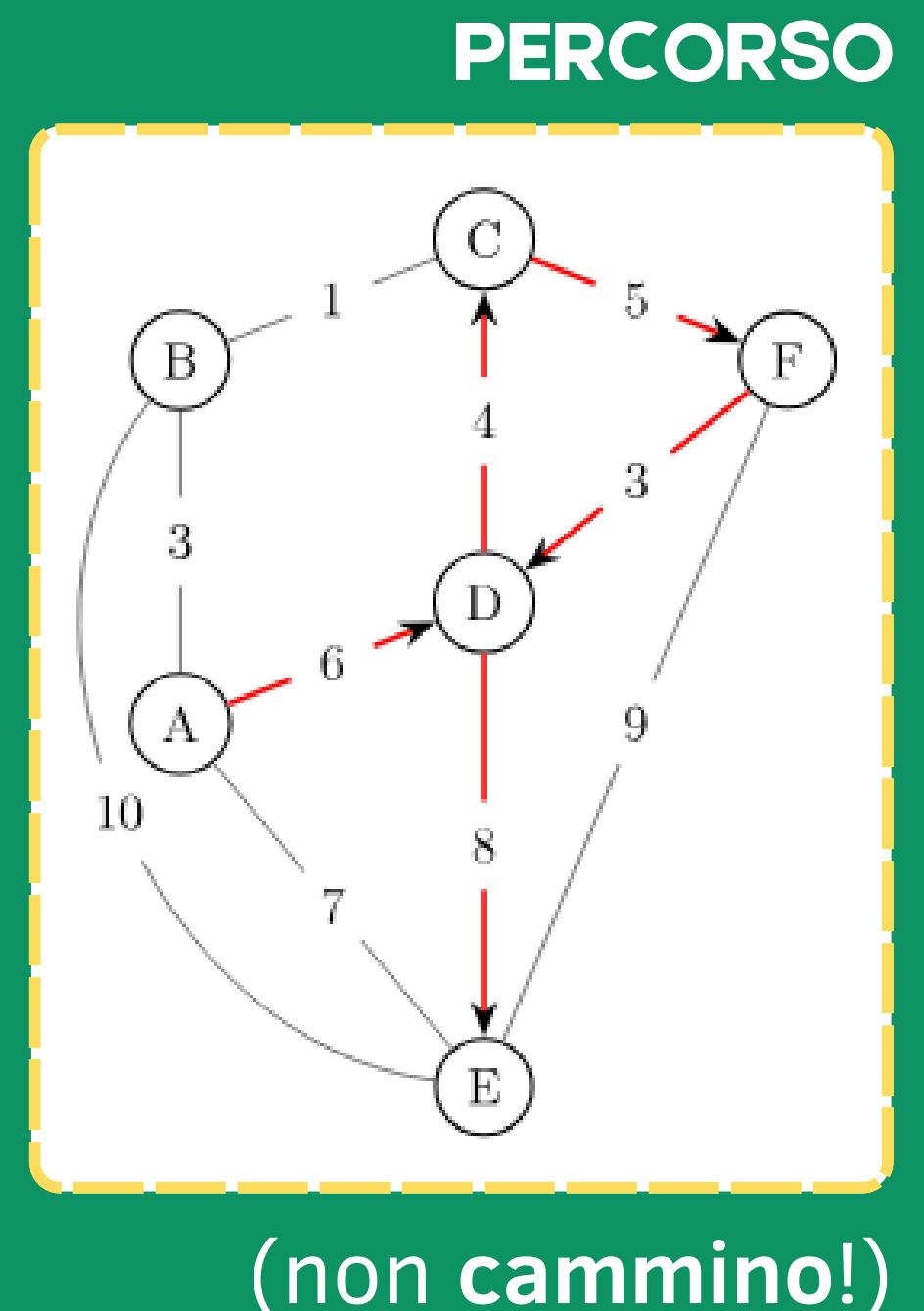
* Nessuna dimostrazione! Ma assumiamo sperimentalmente...





FITNESS

- “Shortest walk least keys” trova un **percorso** soluzione al dungeon. Ci assicuriamo che:
 - la soluzione **esista**
 - la difficoltà (lunghezza del percorso) sia **bilanciata**
 - il percorso sia **non-lineare** il giusto
 - secondo alcune fonti, la non-linearità è indesiderabile nel game design di un dungeon, ma una parvenza di non-linearità è ottima
 - => è meglio un percorso con poche ripetizioni!



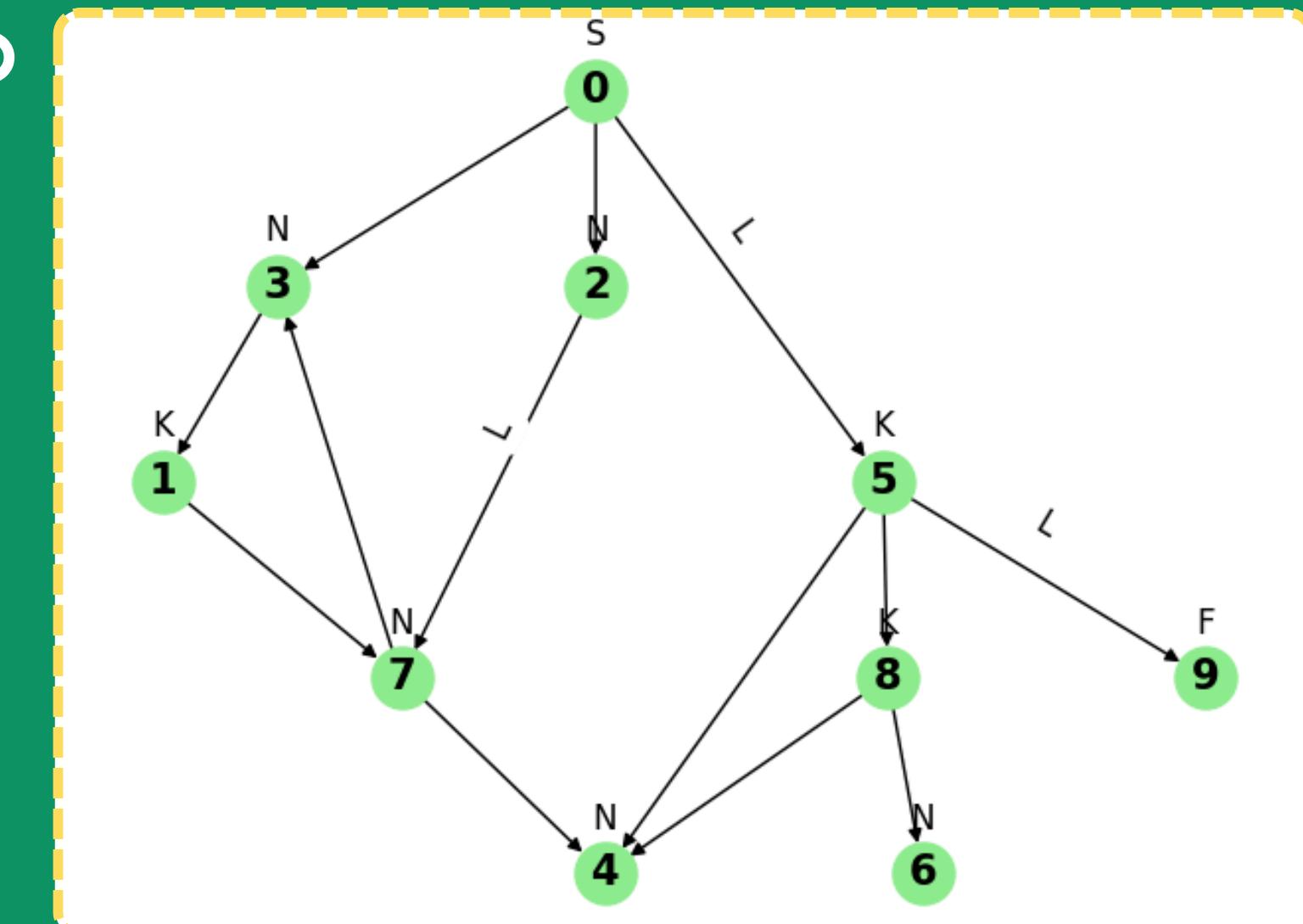
SOLUZIONE

INDIVIDUO

- L'agente proposto genera questo:

IPERPARAMETRI

- **popolazione**: fissa, di 15 individui (oppure k?)
- **sostituzione**: elitarismo, di 3 individui
- **criterio di arresto**: numero di generazioni



orientato?

SELEZIONE

- provata la roulette wheel selection...
 - si è scelto il **3-way tournament!**

(in realtà, $\left\lfloor \frac{k}{4} \right\rfloor$ -way tournament)

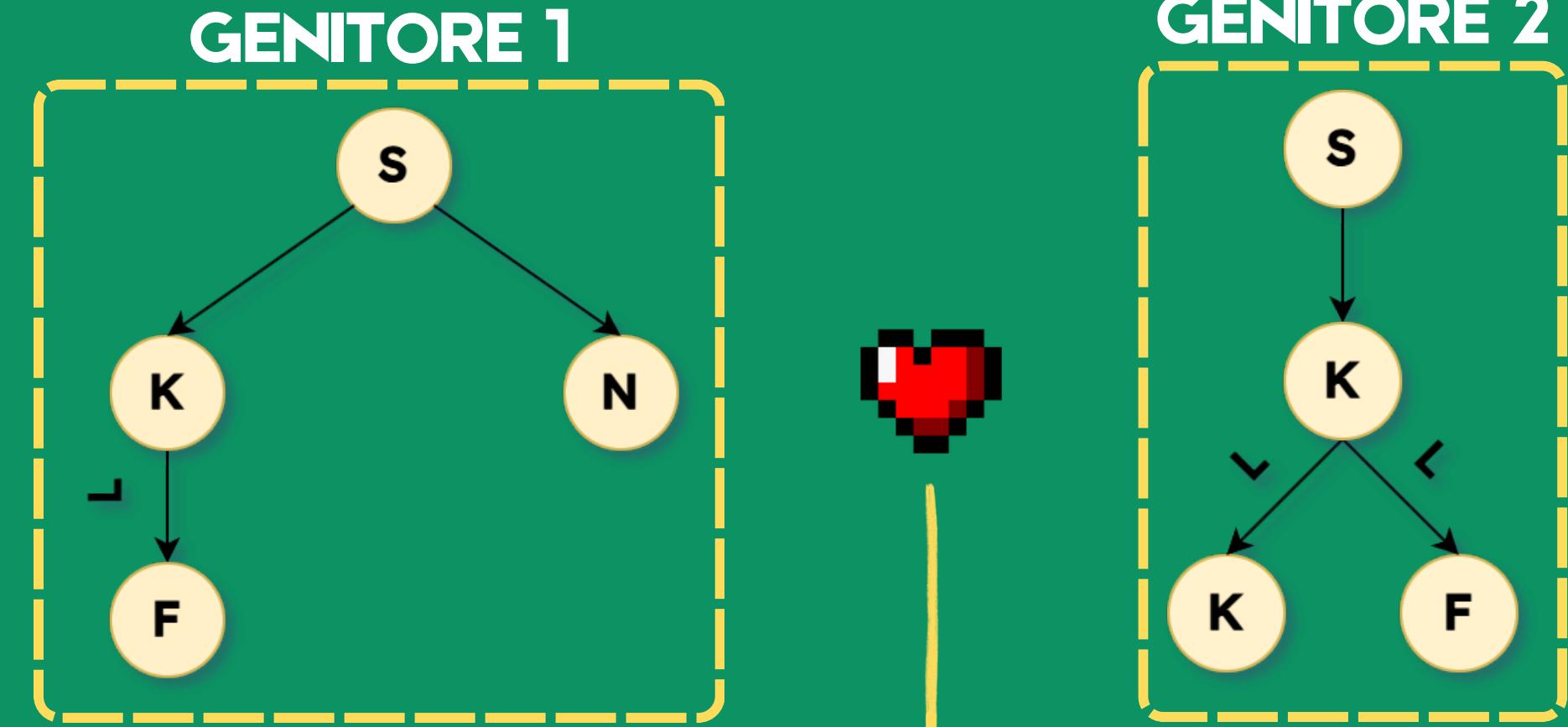
```
...  
Selection algorithm  
  
def selection(population, population_size):  
    """ Selects a single individual through k-way tournament. """  
    tournament = random.sample(population, population_size // 4)  
    return sorted(tournament, key=lambda ind: ind.fitness(), reverse=True)[0]
```



SOLUZIONE

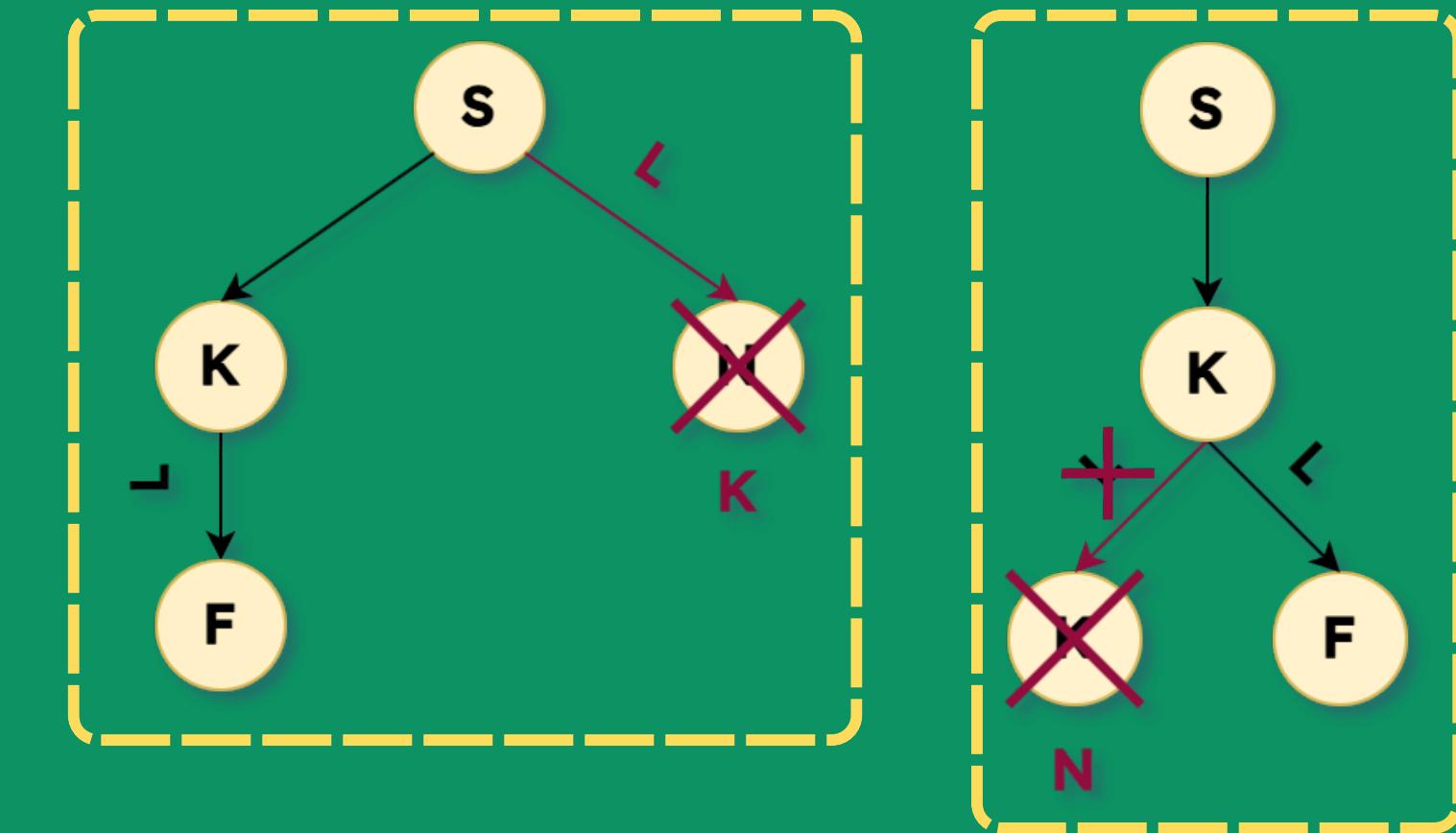
CROSS-OVER

- difficile
- scambio di due “foglie”!
- poco **estensivo e aleatorio**



VINCOLI

- **foglie?** ma non è un albero!
- non modifichiamo la posizione delle stanze iniziali e finali
- a volte potrebbero non esserci “foglie”



SOLUZIONE



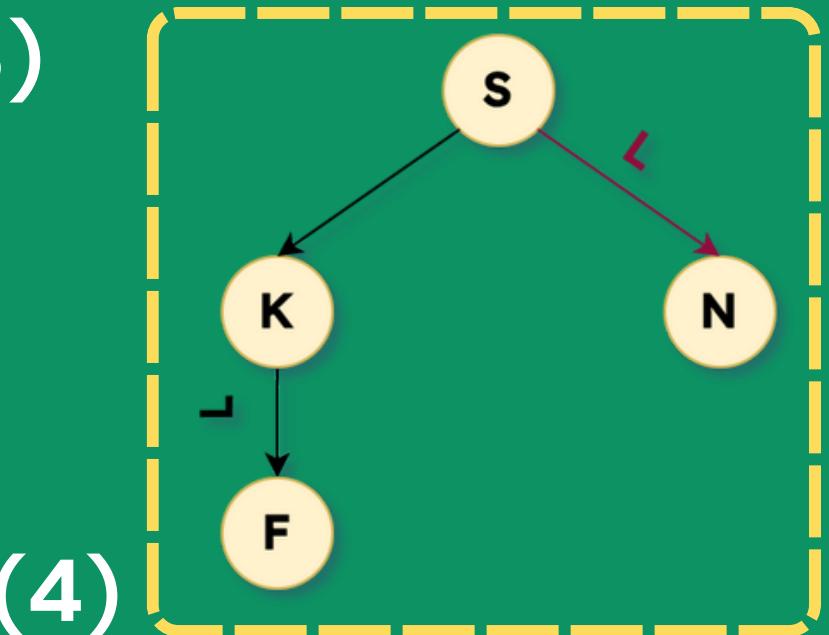
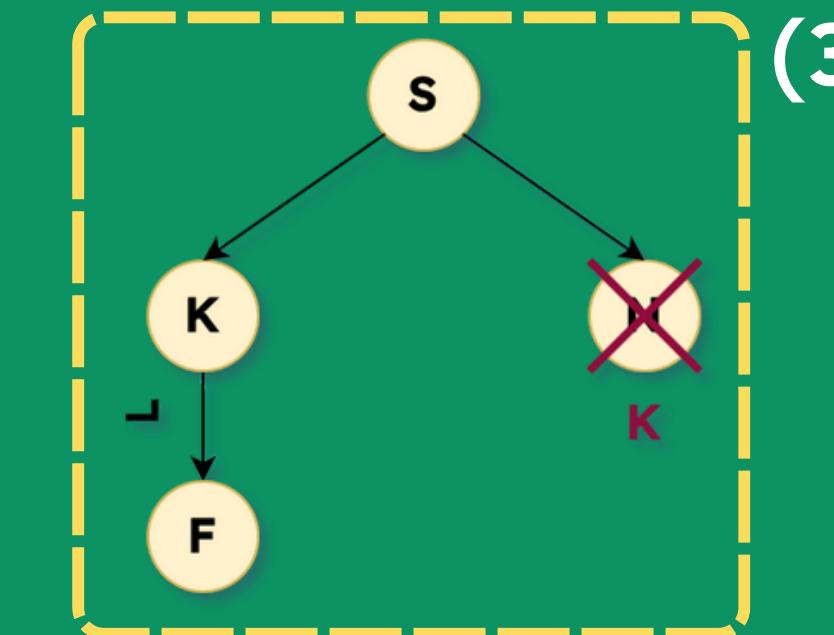
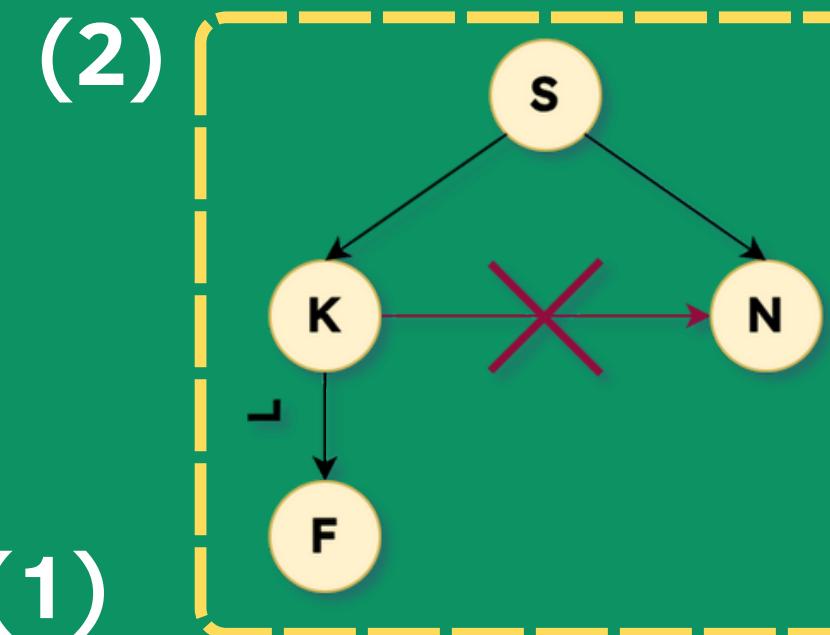
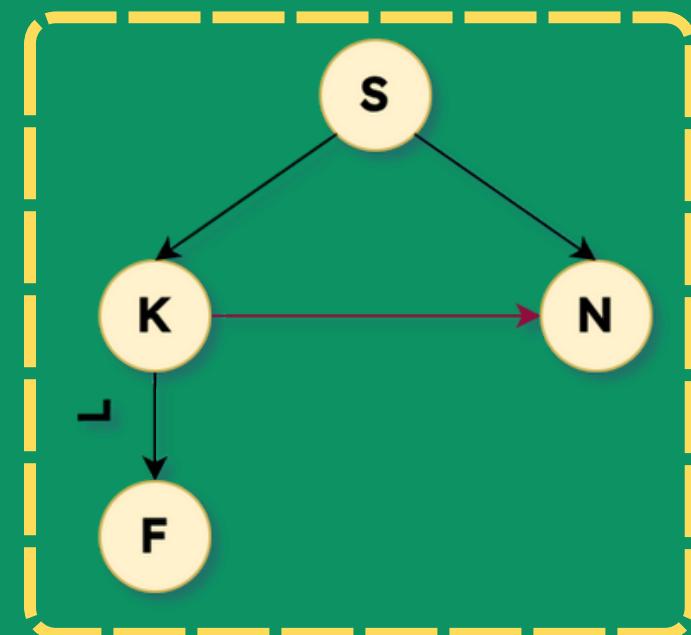
MUTAZIONE

- semplice
- le azioni possibili, scelte a **caso**:

- (1) aggiunta di un arco
- (2) rimozione di un arco
- (3) cambiamento pseudo-casuale del tipo di una stanza
- (4) cambiamento pseudo-casuale di una serratura

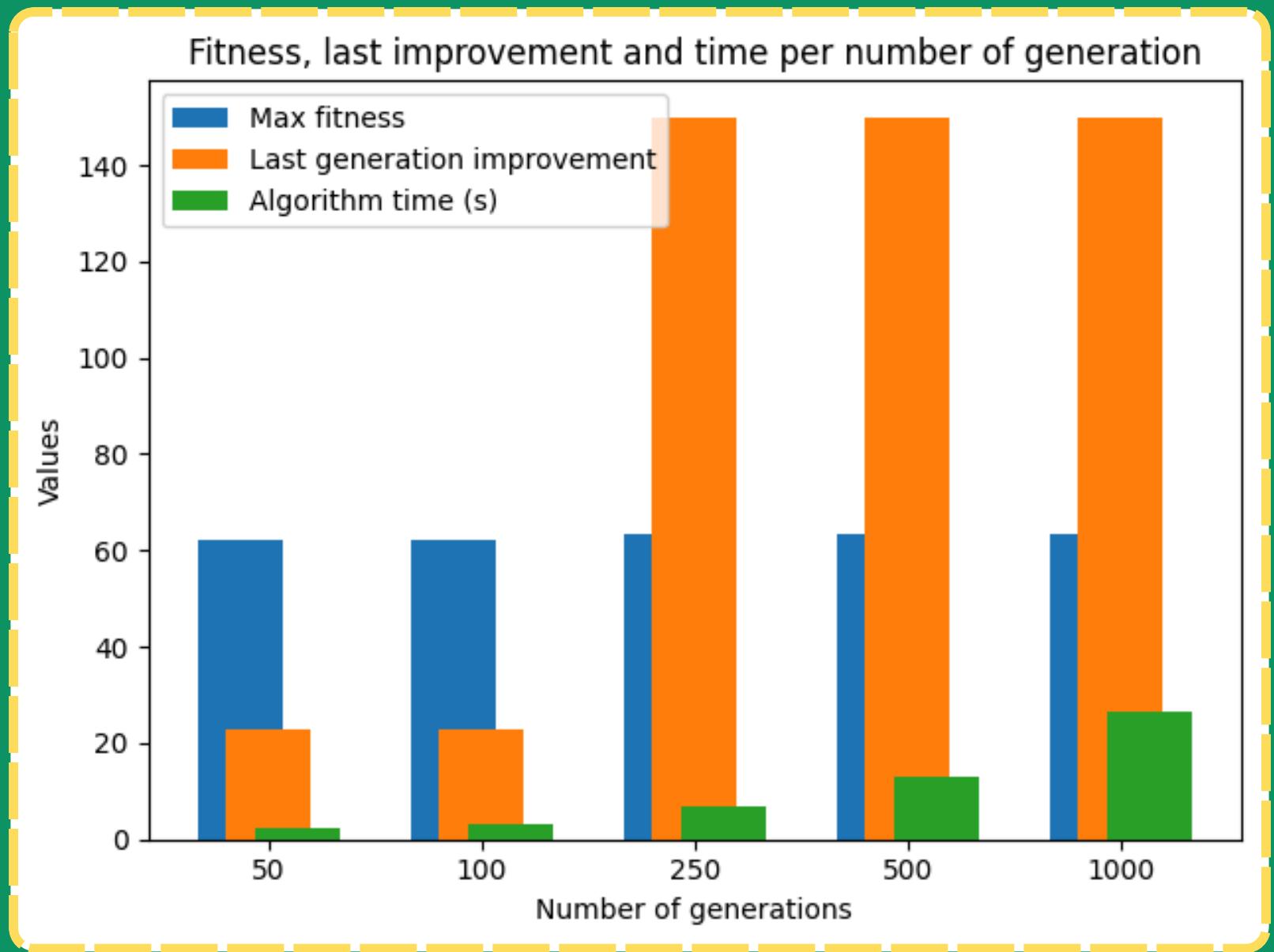
VINCOLI

- e se disconnettiamo il grafo?
- a volte alcune di queste cose ha più senso non farle... **euristiche!**



BENCHMARK

- I risultati ottenuti sono **fantastici!**
 - Ed estremamente **veloci...**
- **Troppo facile?** Strano!
- Convergenza molto veloce
 - indipendentemente dalla pressione selettiva
 - non necessariamente un male
- Il problema è semplice, aleatorio e con troppi vincoli
 - algoritmo genetico: forse non la scelta migliore!



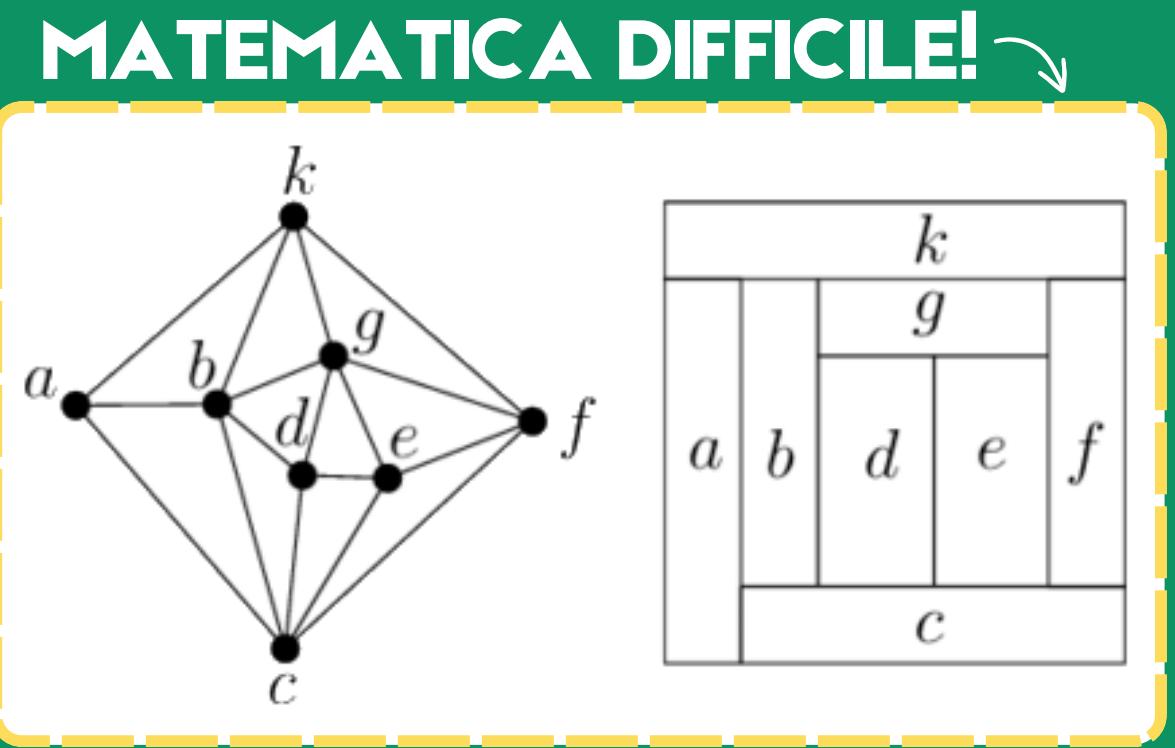
50 generazioni: 3.3s, ultimo miglioramento 25°





DEMO

- L'idea originale era fare una mappa
 - ma, matematica difficile eccetera eccetera...
 - è dimostrabilmente **impossibile!***
- **Idea:** un gioco! Ma è complesso...
 - magari un gioco testuale con un LLM che narra?
- **Soluzione:** un applicativo grafico da terminale che permette di “giocare” un dungeon, esplorandolo
 - la narrazione la fa **OLLaMa!**
 - lo stato del gioco lo gestisce il programma, con qualche eccezione
(OLLaMa non è bravo a ricordare: allucina spesso, d'altronde è un lama!)



MATEMATICA DIFFICILE? ↗



* per i grafi generati dal mio algoritmo

O DemoZeldagen

Statistics

- 🔑 1
- ❤️ 19
- 💎 15
- 🗺️ no

[Show map >](#)

Actions

What path do you want to take?

- Room 1 (locked)
- Room 5

[Pick >](#)

Narrative

You find yourself in a small chamber filled with dusty shelves and forgotten treasures. The air is thick with the scent of old parchment and the faint hint of metal. In the center of the room, you notice a pedestal bearing a rusty key. The key lies on a small wooden box adorned with intricate carvings of locks and keys.

As you approach the pedestal, you hear a soft click, and the box opens, revealing the key inside. You pick up the key, feeling its weight in your hand. It

History

You are in Room 0. Adventure begins!
You are in Room 3.
You are in Room 5.
You are in Room 7. You found a key.

 **d** Toggle dark mode

|^p palette

GRAZIE!

