



EVOPATH

Algoritmo genetico per la
generazione di mappe dinamiche

Claudio Buono & Gianpio Silvestri



Contenuti

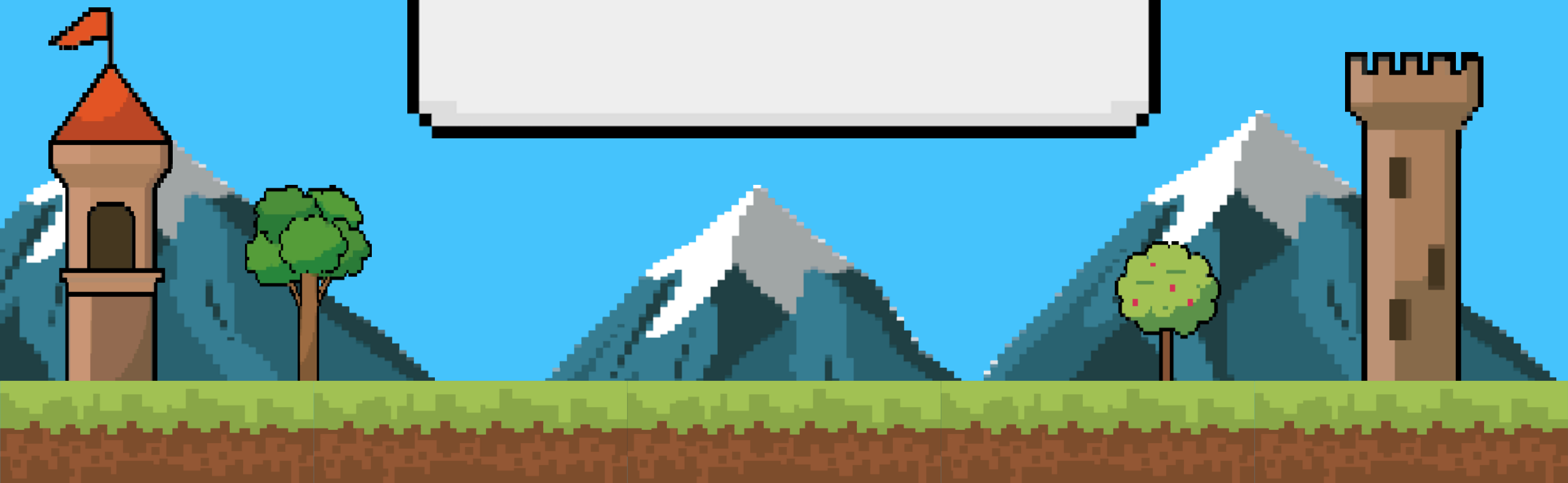
I Introduzione

II PEAS

III Algoritmo Genetico

IV Risultati

Introduzione



Introduzione

Il **tower defense** è un genere di videogiochi strategici in cui il giocatore deve difendere un obiettivo dagli attacchi di nemici che seguono un **percorso** prestabilito.



Bloons TD 6



Introduzione

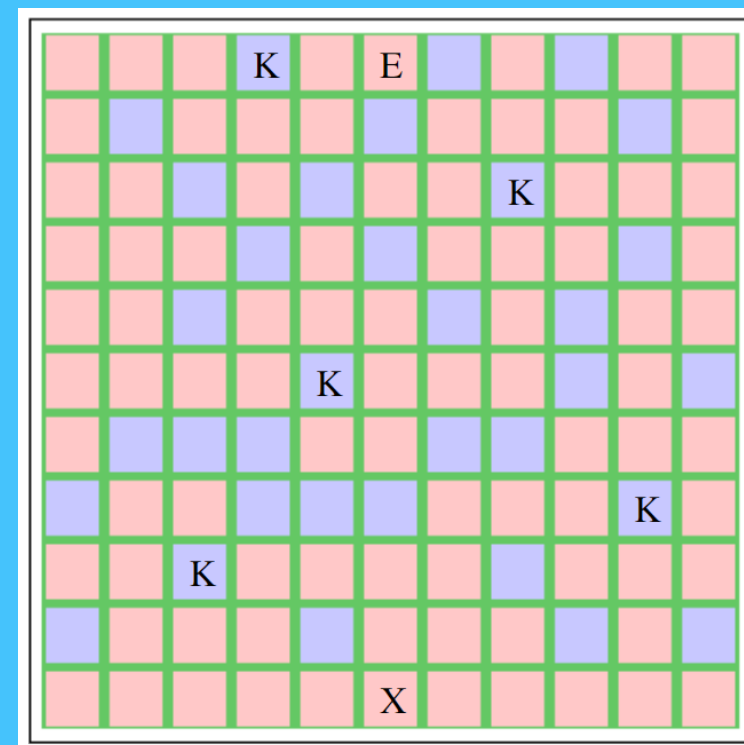
Obiettivo

Sviluppare un **algoritmo genetico** per la creazione di una mappa che contenga un **percorso** che va da un punto di ingresso ad un punto di uscita, tenendo conto della presenza di **ostacoli** naturali, da poter essere utilizzato in un gioco tower defense.

Introduzione

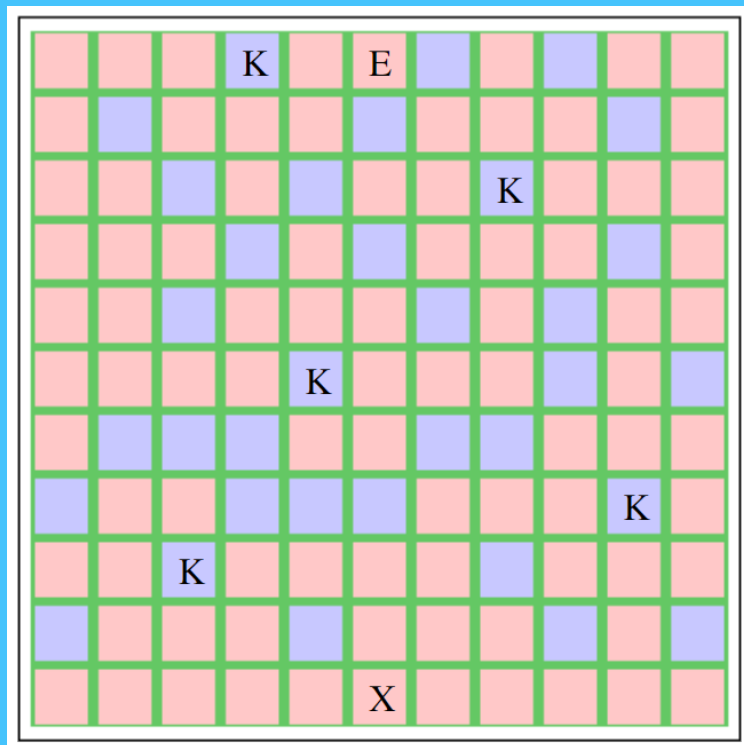
Chess Maze

Definito dalla disposizione, su una griglia, di un certo numero di pezzi degli scacchi. Questi pezzi non si muovono; piuttosto, coprono tutte le posizioni nelle quali potrebbero arrivare con una sola mossa valida per il tipo di pezzo.



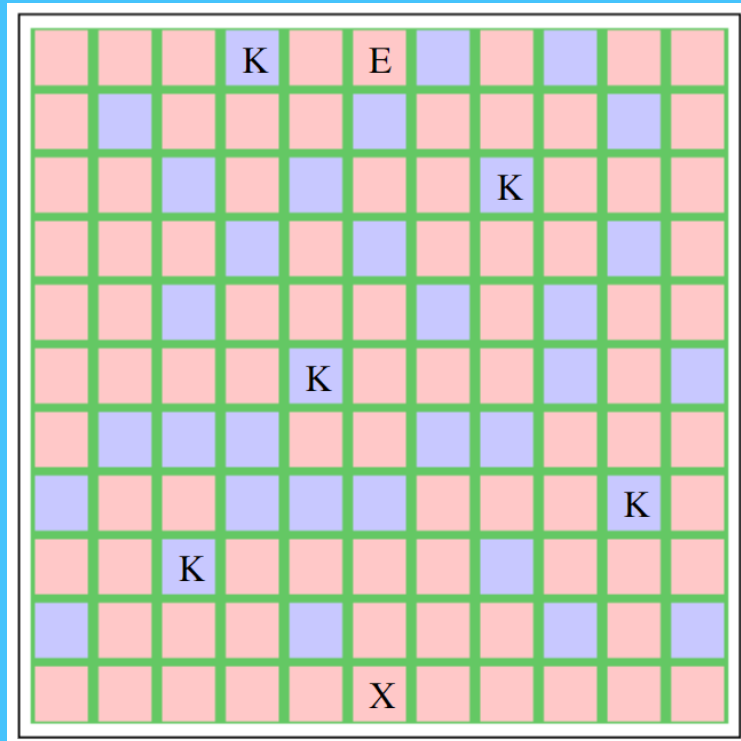
Introduzione

Dal Chess Maze alla mappa



Introduzione

Dal Chess Maze alla mappa



E	E	E	O	E	X	O	E	O	E	E
E	O	E	E	E	O	E	E	E	O	E
E	E	O	E	O	E	E	O	E	E	E
E	E	E	O	E	O	E	E	E	O	E
E	E	O	E	E	E	O	E	O	E	E
E	E	E	E	O	E	E	E	O	E	O
E	O	O	O	E	E	O	O	E	E	E
O	E	E	O	O	O	E	E	E	O	E
E	E	O	E	E	E	E	O	E	E	E
O	E	E	E	O	E	E	E	O	E	O
E	E	E	E	E	S	E	E	E	E	E

A pixel art landscape featuring a large white sign with the word 'PEAS' in black, pixelated capital letters. The sign is centered in the upper half of the image. The background consists of a bright blue sky with two white, pixelated clouds. Below the sky, there are three snow-capped mountains. In the foreground, there is a green grassy field and a brown dirt ground. On the left side, there is a brown stone tower with a red flag on top. On the right side, there is a brown stone wall with a crenelated top. Two green trees are also present: one on the left and one on the right.

PEAS

PEAS

P

erformance

Massimizzare la lunghezza del percorso, il numero di ostacoli e il numero di curve

E

nvironment

Lo stato attuale della mappa, ossia la posizione attuale degli ostacoli nella mappa

A

ctuators

Modificare la posizione degli ostacoli e di conseguenza il percorso

S

ensors

La posizione degli ostacoli sulla mappa



PEAS

Specifico dell'ambiente

Completamente osservabile

Stocastico

Sequenziale

Dinamico

Discreto

Singolo agente



PEAS

Specifico dell'ambiente

Completamente osservabile

Stocastico

Sequenziale

Dinamico

Discreto

Singolo agente



PEAS

Specifico dell'ambiente

Completamente osservabile

In ogni momento l'agente conosce tutto la mappa tra cui l'inizio e la fine del percorso e i vari ostacoli presenti



PEAS

Specifico dell'ambiente

Completamente osservabile

Stocastico

Sequenziale

Dinamico

Discreto

Singolo agente



PEAS

Specifico dell'ambiente

Stocastico

L'evoluzione è influenzata da elementi casuali generati durante il processo, data la natura degli operatori genetici



PEAS

Specifico dell'ambiente

Completamente osservabile

Stocastico

Sequenziale

Dinamico

Discreto

Singolo agente



PEAS

Specifico dell'ambiente

Sequenziale

La soluzione finale è data dal raffinamento
sequenziale di quelle precedenti



PEAS

Specifico dell'ambiente

Completamente osservabile

Stocastico

Sequenziale

Dinamico

Discreto

Singolo agente



PEAS

Specifico dell'ambiente

Dinamico

Lo mappo cambio ad ogni generazione



PEAS

Specifico dell'ambiente

Completamente osservabile

Stocastico

Sequenziale

Dinamico

Discreto

Singolo agente



PEAS

Specifico dell'ambiente

Discreto

Il numero di percezioni dell'agente è limitato



PEAS

Specifico dell'ambiente

Completamente osservabile

Stocastico

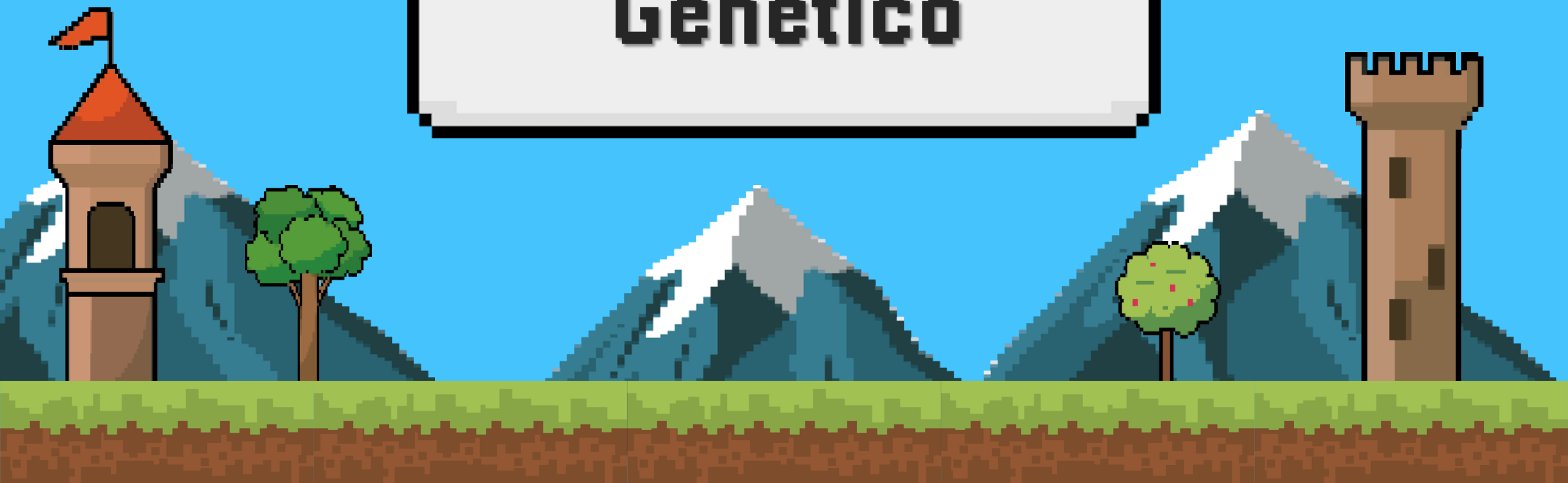
Sequenziale

Dinamico

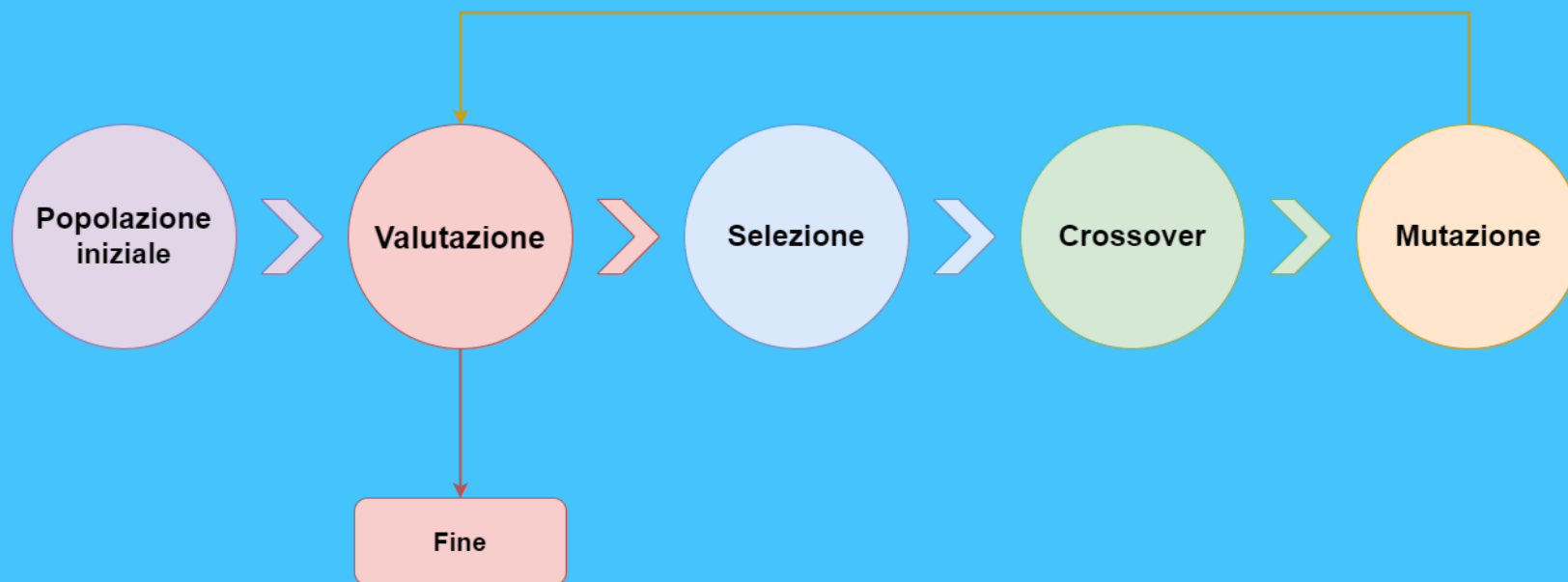
Discreto

Singolo agente

Algoritmo Genetico



Algoritmo Genetico



Un GA ci permette di avere sempre delle mappe diverse in base alla configurazione adottata.

Algoritmo Genetico

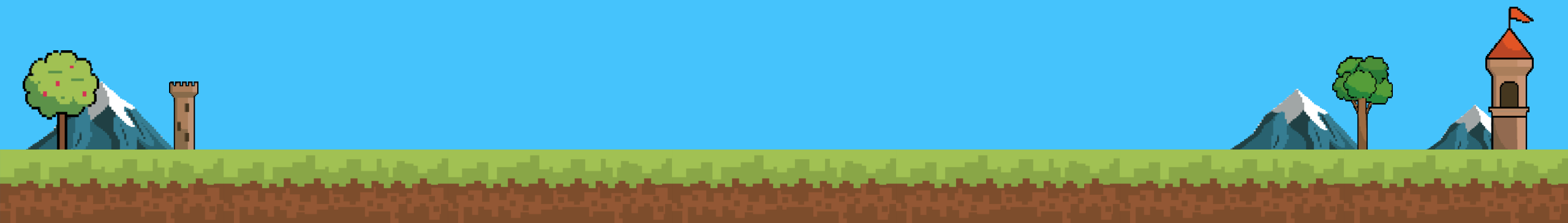
Codifico individuo

Griglia della mappa

Ostacoli

Percorso

Ingresso e uscita



Algoritmo Genetico

Codifico individuo

Griglia della mappa

Ingresso e uscita

Ostacoli

Percorso

Mop[[]]

E	O	O	E	E	O	E	O	E	O
R	R	R	R	R	O	O	E	O	O
R	O	E	O	R	O	O	R	R	R
S	E	O	R	R	O	E	R	O	X
O	E	O	R	O	O	O	R	O	E
E	E	O	R	O	O	O	R	E	O
E	O	O	R	R	E	O	R	O	O
O	E	O	O	R	O	O	R	E	O
E	O	E	E	R	R	O	R	E	E
E	E	O	E	O	R	R	R	O	E

Algoritmo Genetico

Codifico individuo

Griglia della mappa

Ingresso e uscita

Ostacoli

Percorso

startPoint e exitPoint

E	O	O	E	E	O	E	O	E	O
R	R	R	R	R	O	O	E	O	O
R	O	E	O	R	O	O	R	R	R
S	E	O	R	R	O	E	R	O	X
O	E	O	R	O	O	O	R	O	E
E	E	O	R	O	O	O	R	E	O
E	O	O	R	R	E	O	R	O	O
O	E	O	O	R	O	O	R	E	O
E	O	E	E	R	R	O	R	E	E
E	E	O	E	O	R	R	R	O	E

Algoritmo Genetico

Codifico individuo

Griglia della mappa

Ingresso e uscita

ostacoli

Percorso

Obstacles[]

E	O	O	E	E	O	E	O	E	O
R	R	R	R	R	O	O	E	O	O
R	O	E	O	R	O	O	R	R	R
S	E	O	R	R	O	E	R	O	X
O	E	O	R	O	O	O	R	O	E
E	E	O	R	O	O	O	R	E	O
E	O	O	R	R	E	O	R	O	O
O	E	O	O	R	O	O	R	E	O
E	O	E	E	R	R	O	R	E	E
E	E	O	E	O	R	R	R	O	E

Algoritmo Genetico

Codifico individuo

Griglia della mappa

Ingresso e uscita

Ostacoli

Percorso

Path[]

E	O	O	E	E	O	E	O	E	O
R	R	R	R	R	O	O	E	O	O
R	O	E	O	R	O	O	R	R	R
S	E	O	R	R	O	E	R	O	X
O	E	O	R	O	O	O	R	O	E
E	E	O	R	O	O	O	R	E	O
E	O	O	R	R	E	O	R	O	O
O	E	O	O	R	O	O	R	E	O
E	O	E	E	R	R	O	R	E	E
E	E	O	E	O	R	R	R	O	E

Algoritmo Genetico

Codifico individuo

Griglia della mappa

Ingresso e uscita

Ostacoli

Percorso: A* e Repair

Path[]

E	O	O	E	E	O	E	O	E	O
R	R	R	R	R	O	O	E	O	O
R	O	E	O	R	O	O	R	R	R
S	E	O	R	R	O	E	R	O	X
O	E	O	R	O	O	O	R	O	E
E	E	O	R	O	O	O	R	E	O
E	O	O	R	R	E	O	R	O	O
O	E	O	O	R	O	O	R	E	O
E	O	E	E	R	R	O	R	E	E
E	E	O	E	O	R	R	R	O	E

Algoritmo Genetico

Fitness

Massimizzare

Lunghezza del percorso

Numero di **O**stacoli

Numero di **C**urve

Formula

$$F = w_1 \cdot L + w_2 \cdot O + w_3 \cdot C$$

Algoritmo Genetico

Operatori genetici

Selection

Crossover

Mutation

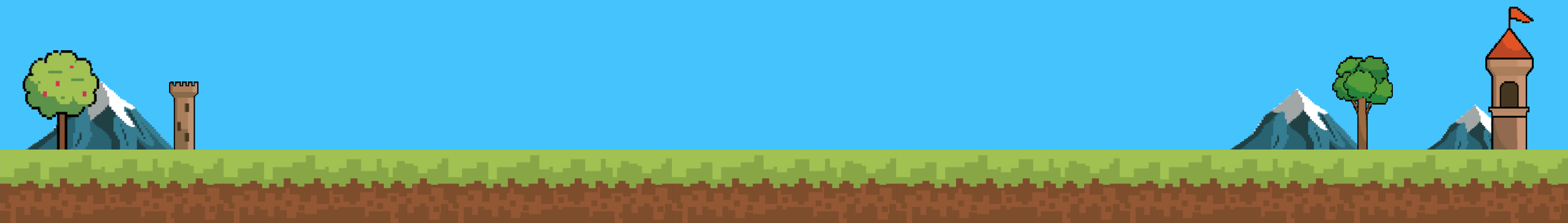
Algoritmo Genetico

Operatori genetici

Selection

Crossover

Mutation



Algoritmo Genetico

Operatori genetici

Selection

- Roulette Wheel
- Truncation

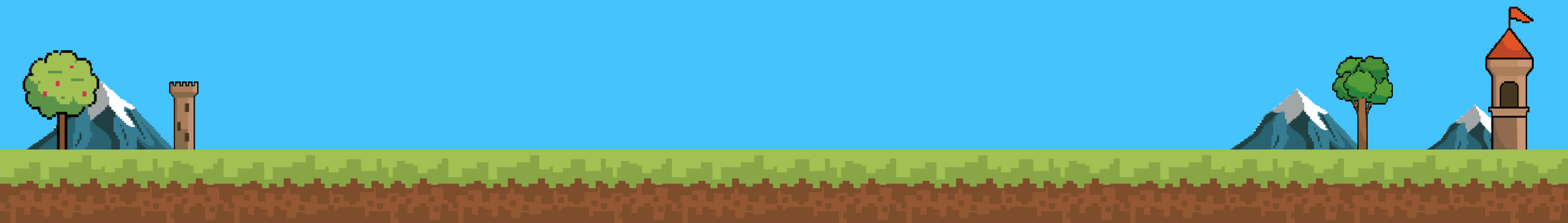
Algoritmo Genetico

Operatori genetici

Selection

Crossover

Mutation



Algoritmo Genetico

Operatori genetici

Crossover

- Single Point
- Uniform
- Block Swap
- Heuristic

Algoritmo Genetico

Operatori genetici

Selection

Crossover

Mutation

Algoritmo Genetico

Operatori genetici

Mutation

- Bit-Flip
- Block
- Simulated Annealing

Algoritmo Genetico

Stopping condition

Soluzione ibrida

- Numero di generazioni
- Assenza di miglioramenti

A pixel art landscape featuring a central white sign with a black border that reads "DEMO" in a bold, black, pixelated font. The sign is set against a bright blue sky with two white, pixelated clouds. Below the sign, the landscape consists of a green grassy field and a brown dirt ground. In the background, there are blue mountains with white snow-capped peaks. On the left, a brown stone tower with a red conical roof and a small orange flag on top stands next to a green tree. On the right, another brown stone tower with a crenelated top stands next to a smaller green tree with red fruit. The entire scene is rendered in a retro, pixelated style.

DEMO

The image features a pixel art style background. At the top, a bright blue sky is populated with two white, pixelated clouds. In the center, a large, white rectangular sign with a black border and a slight 3D effect displays the word "Risultati" in a bold, black, pixelated font. The bottom half of the image shows a landscape with a green grassy ground layer above a brown dirt layer. In the background, there are blue mountains with white snow-capped peaks. On the left, a brown stone tower with a red conical roof and a small orange flag stands next to a green tree. On the right, another brown stone tower with a crenelated top stands next to a smaller green tree.

Risultati

Risultati

Configurazione iniziale

Operatori genetici

- Roulette Wheel Selection
- Single Point Crossover
- Bit-flip Mutation

Pesi della fitness

- Lunghezza percorso: 1
- Ostacoli: 1
- Curve: 1

Risultati

Configurazione iniziale

	Medio	Massimo
Generazioni usate	13.16	29
Fitness miglior mappa	25.16	28
Lunghezza percorso	22.24	31
Numero ostacoli	42.64	57
Numero curve	10.62	12
Tempo di esecuzione	00:11141	00:22811

Risultati

Miglior configurazione

Operatori genetici

Pesi della fitness

Altri parametri

Risultati

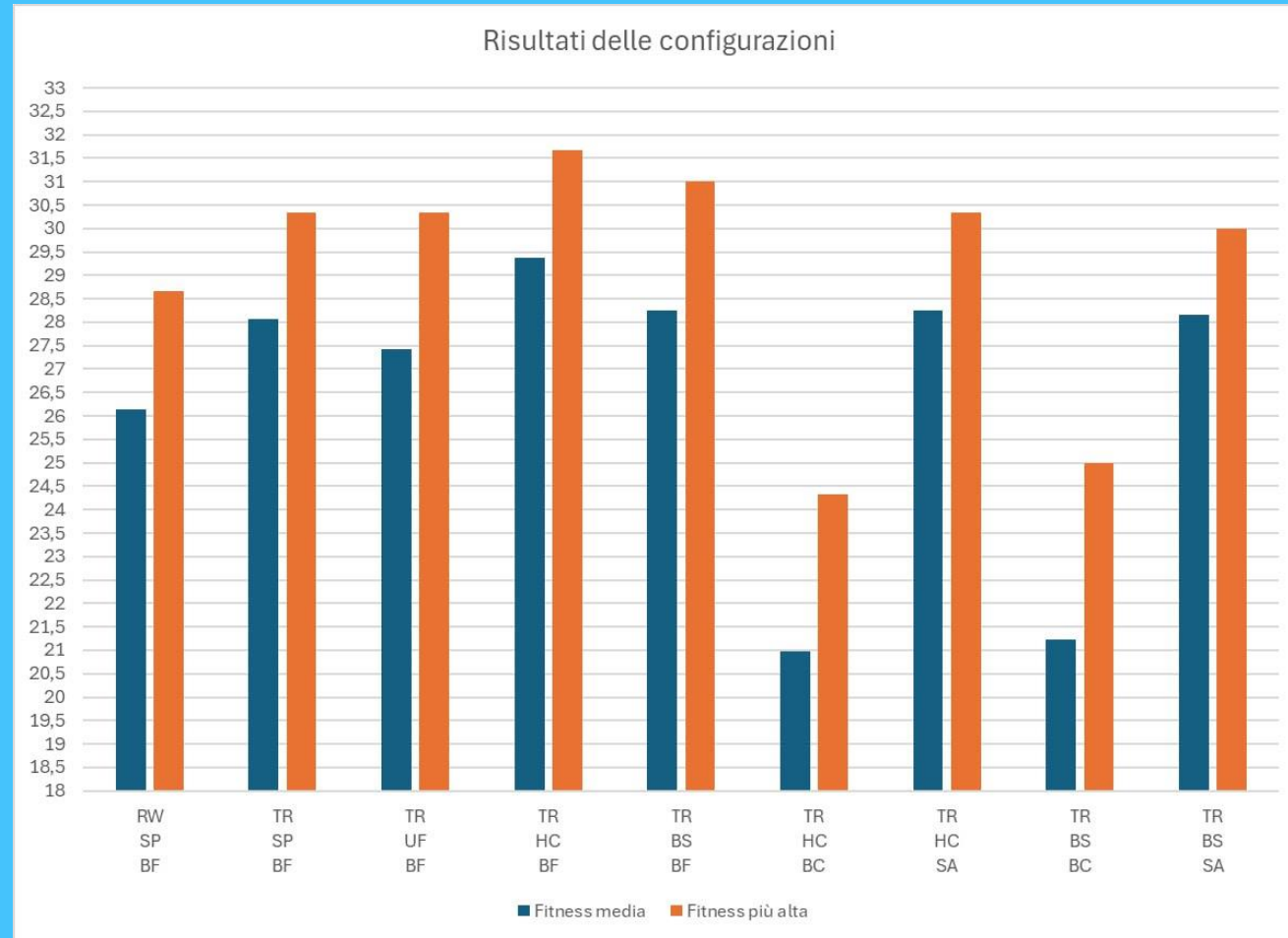
Miglior configurazione

Operatori genetici

Pesi della fitness

Altri parametri

Risultati



Risultati

Miglior configurazione

Operatori genetici

- Truncation Selection
- Heuristic Crossover
- Bit-flip Mutation

Risultati

Miglior configurazione

	Medio	Massimo
Generazioni usate	18.03	29
Fitness miglior mappa	28.26	32.33
Lunghezza percorso	23.19	30
Numero ostacoli	50.17	64
Numero curve	11.42	12
Tempo di esecuzione	00:16126	00:27629

Risultati

Miglior configurazione

Operatori genetici

Pesi della fitness

Altri parametri

Risultati

Miglior configurazione

Pesi della fitness

- Peso **L**unghezza del percorso: **5**
- Peso **O**stacoli: **3**
- Peso **C**urve: **2**

Formula

$$F = w_1 \cdot L + w_2 \cdot O + w_3 \cdot C$$

Risultati

Miglior configurazione

	Media	Massimo
Generazioni usate	18.40	29
Fitness miglior mappa	29.14	32.50
Lunghezza percorso	25.34	34
Numero ostacoli	47.59	64
Numero curve	11.14	13
Tempo di esecuzione	00:16754	00:27992

Risultati

Miglior configurazione

Operatori genetici

Pesi della fitness

Altri parametri

Risultati

Miglior configurazione

	Media	Massimo
Generazioni usate	17.09	29
Fitness miglior mappa	29.32	33.70
Lunghezza percorso	26.54	38
Numero ostacoli	46.34	62
Numero curve	11.51	17
Tempo di esecuzione	00:22231	00:44788

Dimensione della popolazione: 20 -> 30

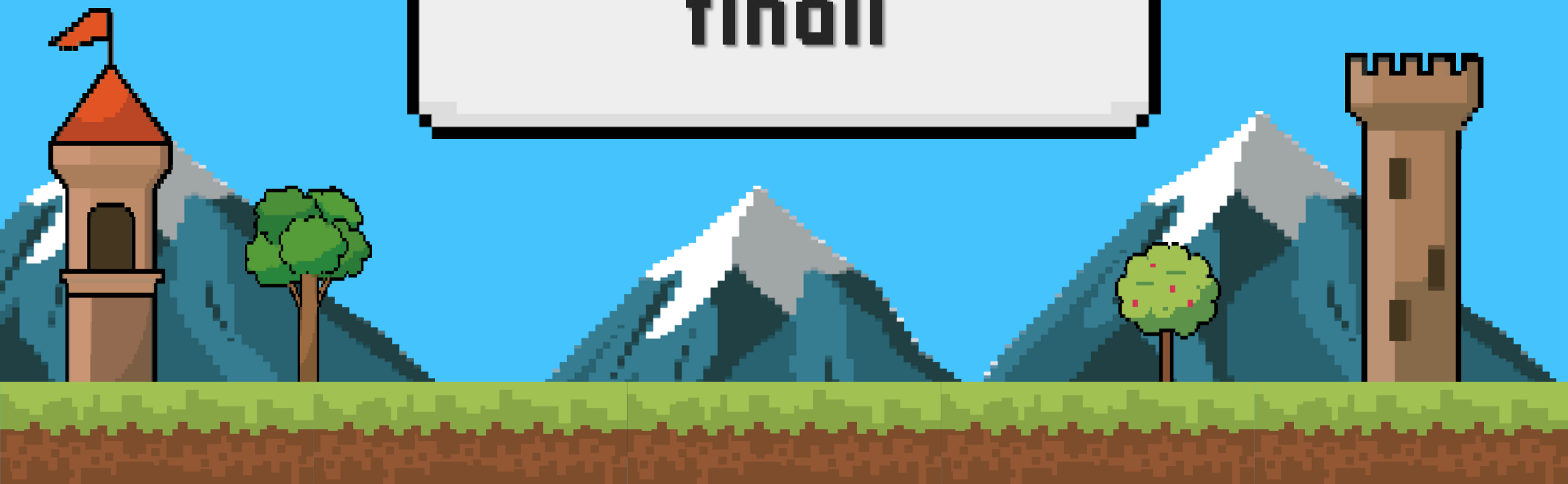
Risultati

Miglior configurazione

	Media	Massimo
Generazioni usate	16.93	29
Fitness miglior mappa	28.67	33.59
Lunghezza percorso	25.49	37
Numero ostacoli	46.18	59
Numero curve	11.34	20
Tempo di esecuzione	00:15489	00:31640

Crossover rate: 100% -> 50%

Considerazioni finali



A pixel art illustration of a landscape. In the center, a white rectangular sign with a black border and a slight 3D effect contains the text 'Grazie per l'attenzione!'. The background features a bright blue sky with two white, pixelated clouds. Below the sky are three blue mountains with white snow-capped peaks. On the left, a brown stone tower with a red conical roof and a small orange flag on top stands on a green grassy field. On the right, another brown stone tower with a crenelated top stands on a similar field. A single green tree is positioned between the two towers. The foreground consists of a green grassy layer and a brown dirt layer at the very bottom.

**Grazie per
l'attenzione!**