

Algoritmos genéticos en la generación de terrenos navegables a partir de isosuperficies

Jesús Fermín Villar Ramírez
ESNE Escuela Universitaria, Madrid, Spain.
hello@pokoidev.com

Abstract

Tras la liberación en 2005 de la patente del algoritmo de Marching Cubes como procedimiento de generación de modelos 3D mediante superficies, numerosos videojuegos lo han incorporado para generar mundos de manera procedural y terrenos editables por el usuario.

Combinar este algoritmo con los algoritmos genéticos puede ayudar a obtener modelos más

Así se conforma una imagen tridimensional en aquellos puntos en los que se corta la superficie.

En videojuegos, estos algoritmos son usados para generación de mundos procedurales basados en vóxel.

Por otra parte, los algoritmos genéticos buscan mejorar unas características dadas en unos cromosomas en función de una evaluación específica. Por medio de recombinación genética entre los mejores cromosomas y la probabilidad de mutaciones, las características iniciales se irán modificando generando individuos cada vez más cercanos a la meta propuesta.

I. INTRODUCCIÓN

Existen diversos mecanismos para producir gráficos 3D basados en algoritmos. Uno bastante consolidado es el modelado basado en isosuperficies. Estas isosuperficies suelen estar generadas a partir de un conjunto de valores escalares que conforman una nube de puntos con los cuales operar.

El algoritmo de Marching Cubes¹ se fundamenta en estos principios, construyendo una serie de triángulos en función del valor de dicho campo escalar.

¹ William E. Lorensen, Harvey E. Cline: Marching Cubes: A high resolution 3D surface construction algorithm.

Se propone aplicar estos principios genéticos a los valores escalares de las isosuperficies con fin de obtener mejores terrenos a lo largo de las generaciones.

II. MÉTODOS

A. Cromosomas

Los cromosomas se han modelado en función de las características evaluables por la métrica genética. Así, cada cromosoma posee la siguiente información:

- a. El tamaño de su nube de puntos. En el modelo propuesto todos los cromosomas tienen un tamaño de 32 vóxeles de ancho, 32 de profundidad y 2 de alto.
- b. La colección de campos escalares que serán evaluados para formar la geometría correspondiente.
- c. La probabilidad de mutación.
- d. Los vértices de la malla de navegación derivada de la malla de ese cromosoma.
- e. La mayor distancia reconocida dentro de esa malla de navegación.

B. Modelado mediante isosuperficies

La obtención de los valores escalares se realizan en función de un generador de valores aleatorios en función de una semilla. Este procedimiento solo se realiza en las mutaciones y en la primera generación.

Estos valores aleatorios se han obtenido gracias a la aplicación de un ruido perlin tridimensional, ya que los campos contiguos tienen valores similares. La aplicación de un método aleatorio por cada punto genera demasiada incongruencia entre los campos escalares por lo que no se puede triangular una malla con sentido.

Para el traspaso de campo escalar a modelo 3D, se sigue la misma configuración propuesta por los creadores del algoritmo.

C. Malla de navegación

La finalidad de la aplicación genética a la generación mediante isosuperficies es obtener cada vez mallas de navegación más interesantes y complejas.

Para ello se ha hecho uso de la malla de navegación en tiempo real de Unity3D. Esta malla no solo es rápida y eficaz sino que permite construirse en tiempo de ejecución, lo que lo hace idóneo para las pruebas realizadas.

Esta malla no es visible desde una ejecución del programa, por lo que se ha implementado una visualización con OpenGL de dicha malla.

D. Pruebas realizadas

Para evaluar la viabilidad de la aplicación de algoritmos genéticos se han propuesto dos métodos de evaluación:

- a. Evaluar la máxima distancia entre dos puntos de la malla de navegación.
- b. Evaluar el número de vértices de la malla de navegación.

Con cada uno de estos métodos se han realizado diferentes pruebas modificando la cantidad de supervivientes tras cada generación (es decir, qué individuos tienen ocasión de recombinarse para dar lugar a la siguiente generación de individuos), la probabilidad de mutación y el tamaño de recombinación (es decir, qué cantidad de voxels se intercambian juntos). A la primera evaluación le corresponden las primeras 8 pruebas, y a la segunda las restantes 4 pruebas.

III. RESULTADOS

Se han realizado varias pruebas de las que se han obtenido los siguientes resultados.

Todas ellas se han realizado sobre la misma generación inicial (o generación 0) de individuos, correspondientes a las semillas: 0, 10, 31, 1995, 13, 2020, 27, 256, 2 y 1024.

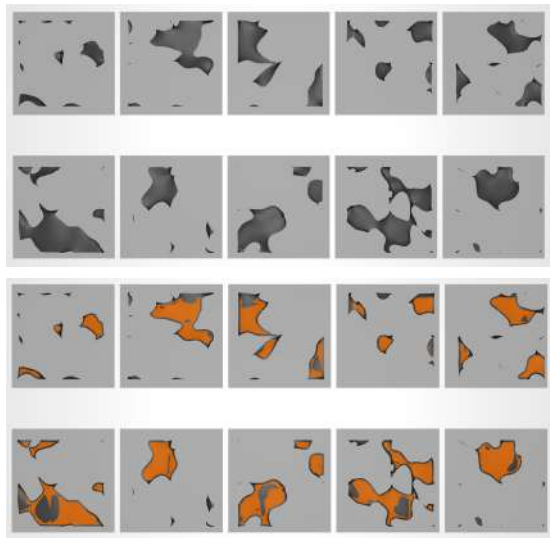


Imagen 1: Generación 0 de las pruebas. En naranja se visualiza la malla de navegación computada.

Pruebas mediante evaluación de máxima distancia:

1A. Prueba 1

Características de los cromosomas.

- a) Supervivientes: Los dos mejores son los que se recombinan para dar lugar a la siguiente generación.
- b) Probabilidad de mutación: 5%
- c) Tamaño de recombinación. Cantidad de voxels por paquete en la recombinación. 256 voxels por paquete.

1B. Prueba 2

Características de los cromosomas.

- a) Supervivientes: Los dos mejores son los que se recombinan para dar lugar a la siguiente generación.
- b) Probabilidad de mutación: 5%
- c) Tamaño de recombinación. Cantidad de voxels por paquete en la recombinación. 512 voxels por paquete.

1C. Prueba 3

Características de los cromosomas.

- a) Supervivientes: Los dos mejores son los que se recombinan para dar lugar a la siguiente generación.
- b) Probabilidad de mutación: 20%
- c) Tamaño de recombinación. Cantidad de voxels por paquete en la recombinación. 256 voxels por paquete.

1D. Prueba 4

Características de los cromosomas.

- a) Supervivientes: Los dos mejores son los que se recombinan para dar lugar a la siguiente generación.
- b) Probabilidad de mutación: 20%
- c) Tamaño de recombinación. Cantidad de voxels por paquete en la recombinación. 512 voxels por paquete.

1E. Prueba 5

Características de los cromosomas.

- a) Supervivientes: Los cuatro mejores son los que se recombinan para dar lugar a la siguiente generación.
- b) Probabilidad de mutación: 5%
- c) Tamaño de recombinación. Cantidad de voxels por paquete en la recombinación. 256 voxels por paquete.

1F. Prueba 6

Características de los cromosomas.

- a) Supervivientes: Los cuatro mejores son los que se recombinan para dar lugar a la siguiente generación.
- b) Probabilidad de mutación: 5%
- c) Tamaño de recombinación. Cantidad de voxels por paquete en la recombinación. 512 voxels por paquete.

1G. Prueba 7

Características de los cromosomas.

- a) Supervivientes: Los cuatro mejores son los que se recombinan para dar lugar a la siguiente generación.

- b) Probabilidad de mutación: 20%
- c) Tamaño de recombinación. Cantidad de voxels por paquete en la recombinación. 256 voxels por paquete.

1H. Prueba 8

Características de los cromosomas.

- a) Supervivientes: Los cuatro mejores son los que se recombinan para dar lugar a la siguiente generación.
- b) Probabilidad de mutación: 20%
- c) Tamaño de recombinación. Cantidad de voxels por paquete en la recombinación. 512 voxels por paquete.

Pruebas mediante evaluación de números de vértices:

2A. Prueba 9

Características de los cromosomas.

- a) Supervivientes: Los dos mejores son los que se recombinan para dar lugar a la siguiente generación.
- b) Probabilidad de mutación: 5%
- c) Tamaño de recombinación. Cantidad de voxels por paquete en la recombinación. 512 voxels por paquete.

2B. Prueba 10

Características de los cromosomas.

- a) Supervivientes: Los dos mejores son los que se recombinan para dar lugar a la siguiente generación.
- b) Probabilidad de mutación: 20%
- c) Tamaño de recombinación. Cantidad de voxels por paquete en la recombinación. 512 voxels por paquete.

2C. Prueba 11

Características de los cromosomas.

- a) Supervivientes: Los cuatro mejores son los que se recombinan para dar lugar a la siguiente generación.

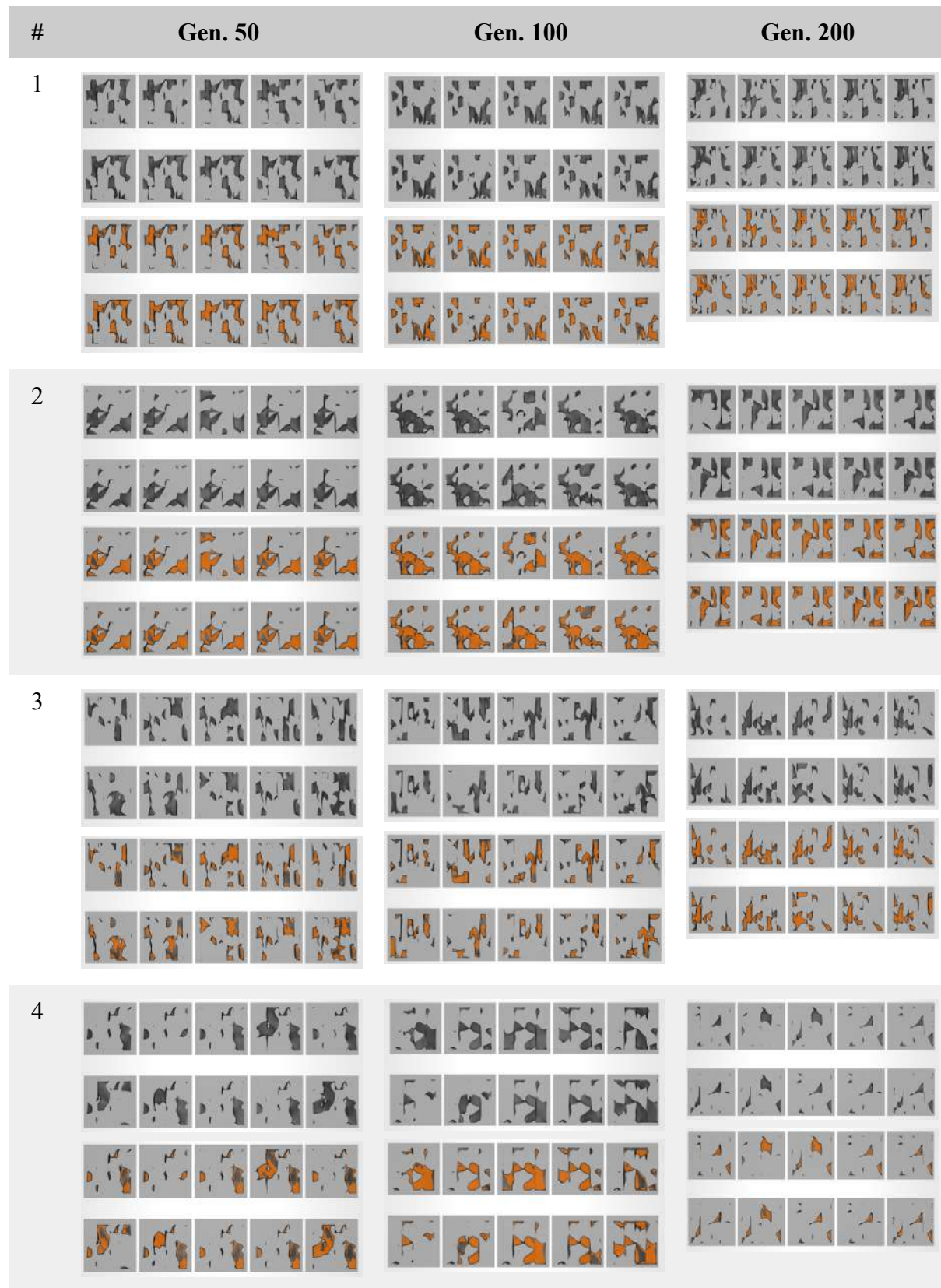
- b) Probabilidad de mutación: 5%
- c) Tamaño de recombinación. Cantidad de voxels por paquete en la recombinación. 512 voxels por paquete.

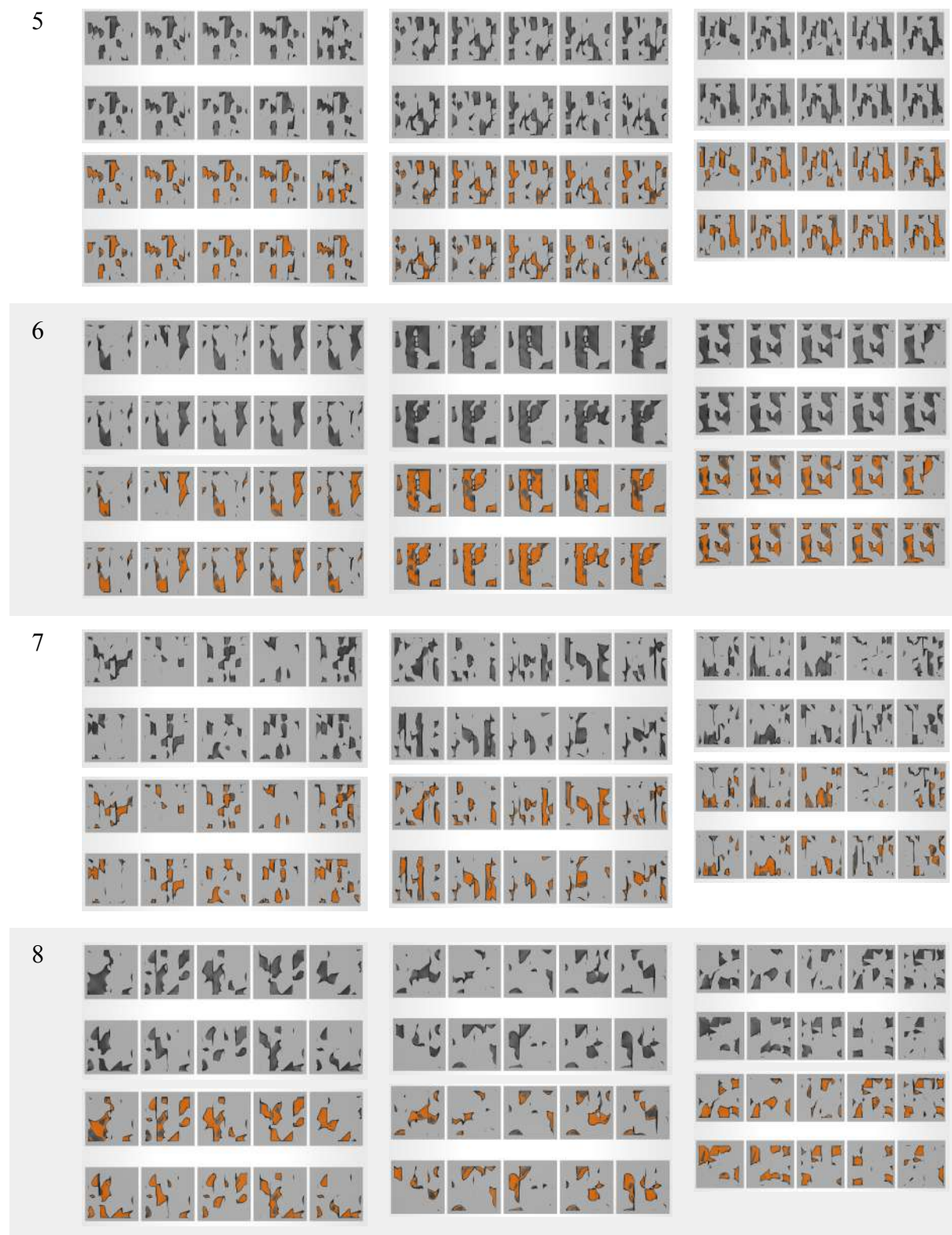
2D. Prueba 12

Características de los cromosomas.

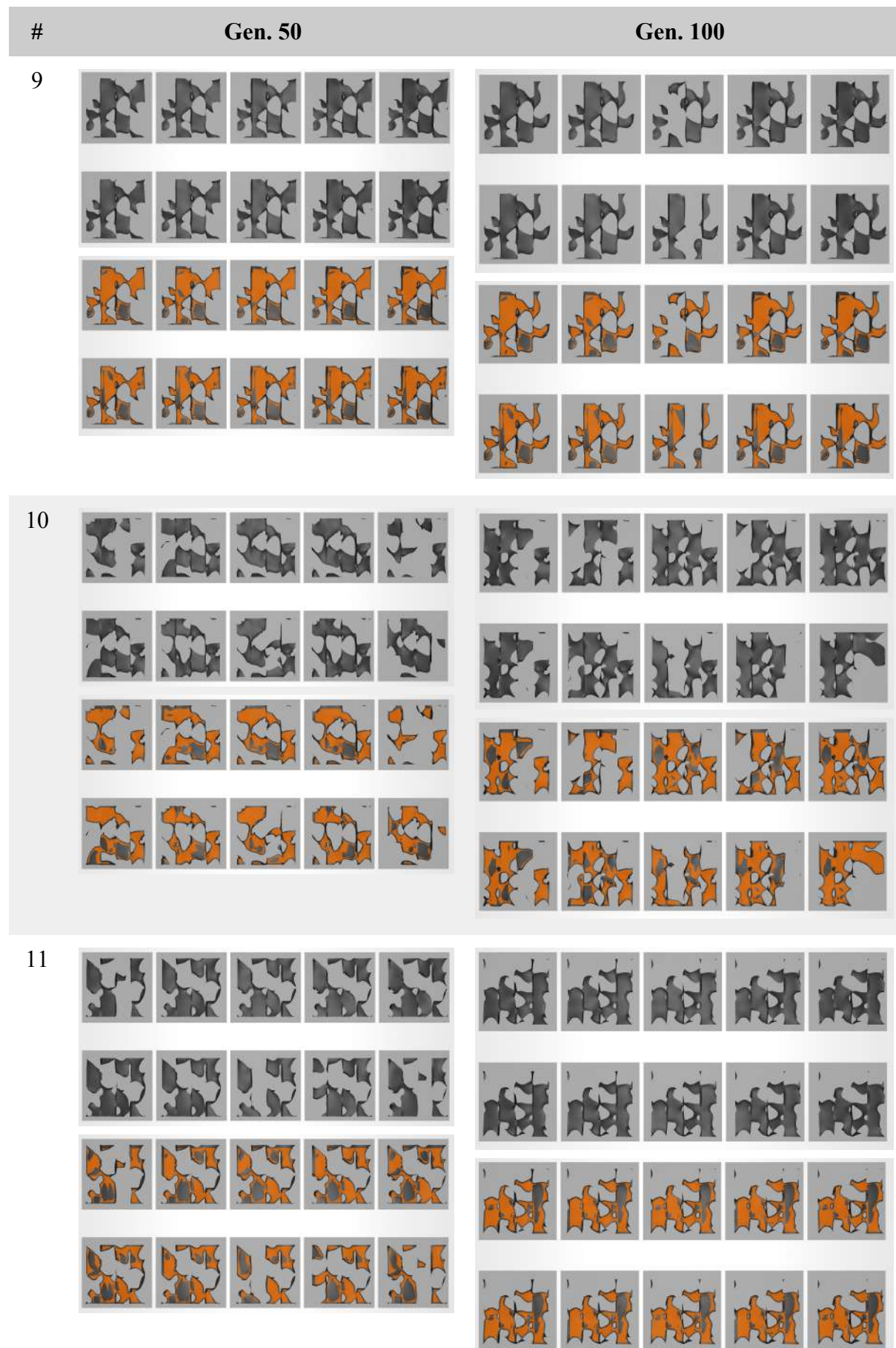
- a) Supervivientes: Los cuatro mejores son los que se recombinan para dar lugar a la siguiente generación.
- b) Probabilidad de mutación: 20%
- c) Tamaño de recombinación. Cantidad de voxels por paquete en la recombinación. 512 voxels por paquete.

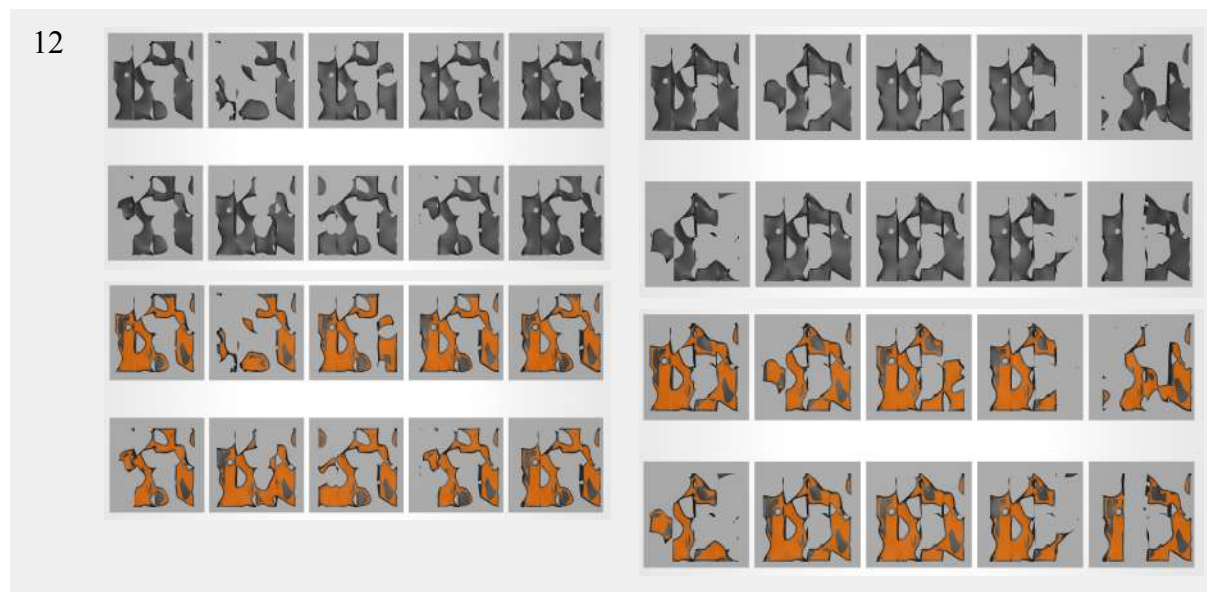
Resultados de las generaciones 50, 100 y 200 de las pruebas mediante el primer método de evaluación.





Resultados de las generaciones 50 y 100 de las pruebas mediante el segundo método de evaluación.





IV. CONCLUSIONES

Es bastante interesante observar la gran variabilidad de resultados. Teniendo en cuenta la recombinación genética y las mutaciones, es algo comprensible aun partiendo de las mismas semillas en todas las pruebas.

El primer método de evaluación (mediante la máxima distancia entre dos puntos de la malla de navegación), parece en un principio más prometedor, aunque a la vista de los resultados se puede observar que realmente el segundo es el que obtiene mejores mallas en menos generaciones. Además, se observa como siguiendo el segundo método de evaluación (evaluación mediante número de vértices de la malla de navegación), no hay grandes diferencias entre las generaciones 50 y 100 en relación al resto de pruebas.

El hecho de que el primer método no sea del todo fiable es debido a la asincronía con la que Unity trata los cálculos de la malla de navegación. En algunas generaciones (sobretudo si los vértices están muy separados), los cálculos de ruta son más lentos que la propia evaluación.

Sin embargo, el segundo método es muchísimo más lento que el primero. Por ello se debería valorar implementar uno u otro dependiendo de los recursos disponibles.

V. BIBLIOGRAFÍA

William E. Lorensen, Harvey E. Cline: Marching Cubes: A high resolution 3D surface construction algorithm.