



DEPARTAMENTO  
DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

# TP Final: Generación de terrenos montañosos por elevación

---

Organización del computador II

Integrante	LU	Correo electrónico
Florencia Zanollo	934/11	florenciazanollo@gmail.com
Luis Toffoletti	827/11	luis.toffoletti@gmail.com



---

# Índice

<b>1. Introduccion</b>	<b>3</b>
<b>2. Implementación</b>	<b>4</b>
2.1. Versión de C . . . . .	4
2.2. Versión de ASM . . . . .	5
2.3. Algunos ejemplos . . . . .	6
<b>3. Experimentación y Resultados</b>	<b>8</b>
<b>4. Conclusión y Mejoras</b>	<b>9</b>

---

## 1. Introduccion

Para este trabajo práctico nos propusimos implementar el modelo para generación de terreno explicado en el paper "The Uplift Model Terrain Generator".<sup>1</sup> Generación de terreno es la creación virtual de formaciones terrestres en computación gráfica. El objetivo es crear formaciones que se vean reales sin consumir demasiado tiempo de procesamiento, para que puedan ser utilizadas en simulaciones, videojuegos, etc.

En el paper se propone la generación de terreno montañoso a partir de elevaciones o picos, en contraste con métodos anteriores como el algoritmo fractal. El modelo se puede aplicar tanto en 2D como 3D y promete ser menos intensivo computacionalmente que sus antecesores. La idea general del algoritmo es generar picos de manera aleatoria y luego obtener la altura final de cada porción del terreno promediando las influencias provenientes de las elevaciones.

En nuestro trabajo realizaremos dos implementaciones del modelo, una de ellas en C++ y la otra en ASM utilizando la tecnología SIMD. Nuestros objetivos son:

- Obtener métricas para determinar ventajas y desventajas de realizar parte del procesamiento en assembler y decidir en qué casos podría recomendarse su utilización.
- Construir una solución que utilice de forma más eficiente el procesamiento de datos en paralelo.
- Obtener representaciones gráficas de los terrenos generados, que puedan tener utilidad práctica y, a partir del tamaño de su entrada, estimar el tiempo de procesamiento.

En este informe pretendemos mostrar los gráficos y resultados obtenidos así también como explicar de manera simplificada la solución de las distintas implementaciones.

---

<sup>1</sup><https://www.dropbox.com/s/q6brk3jqwppxrhx/upliftTerrainGenerator.pdf?dl=0>

---

## 2. Implementación

El método requiere de los siguientes datos de entrada:

**divisions** cantidad de divisiones sobre la cuál se colocarán los picos.

**nroPeaks** cantidad total de picos.

**yMin** altura mínima permitida de un pico.

**yMax** altura máxima permitida de un pico.

**ruggedness** escabrosidad del terreno, es decir, qué tanto afecta un pico a sus posiciones aledañas.

En nuestro caso también contamos con las siguientes entradas, las cuáles agregamos por razones de utilidad a la hora de experimentar y comparar las implementaciones de C y ASM.

**seed** permite setear una semilla particular para el random, esto es para lograr el mismo gráfico y poder experimentar con datos más certeros.

**debugging** si una semilla es proporcionada entonces se le puede decir al programa que entre en modo verbose; el cuál nos va a dar, además del gráfico, el valor numérico de cada posición del terreno final y la posición y tamaño original de cada pico.

Para poder llevar a cabo el método vamos a estar utilizando las siguientes estructuras:

**peaksPos** arreglo con nroPeaks posiciones, cada una contiene la posición dentro del terreno de dicho pico. Las posiciones van de 0 a divisions-1.

**peaksSize** arreglo con nroPeaks posiciones, cada una contiene la altura de dicho pico. Las alturas posible están entre yMin e yMax (inclusive en ambos casos).

**terrain** vector con los valores numéricos finales de cada posición del terreno.

Los picos son generados de manera aleatoria, tanto su posición como su altura (dentro de los límites explicados más arriba). Luego se hace lo siguiente:

---

```
for all divisions do
  for all peaks do                                ▷ se calcula la influencia de cada pico para cada posición
    influencia ← altura del pico - distancia del pico a la posición actual * ruggedness.
  end for
  if la posición no tiene influencia de nadie then
    valor final de la posición ← 0.
  else if la posición solo es influenciada por un pico then
    valor final de la posición ← influencia / 2.
  else if la posición es influenciada por dos o más picos then
    valor final de la posición ← influencia / cantidad de picos con influencia sobre ella.
  end if
end for
```

---

Quedando así en cada posición del terreno final el valor de 'promediar' todos los picos que tienen influencia sobre ella.

La complejidad teórica del algoritmo es  $\theta(\text{divisions} * \text{peaks})$  ya que indefectiblemente se recorren ambos y el resto de las operaciones son  $O(1)$ .

### 2.1. Versión de C

Está versión es muy sencilla ya que se puede mapear directamente el pseudocódigo a código, con pocas modificaciones. Luego basta con compilar utilizando las mejoras de sse para contar con las herramientas de SIMD.

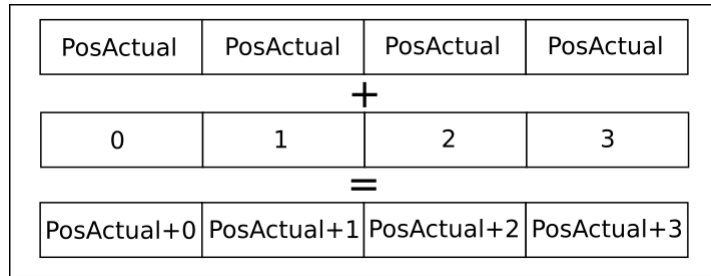
---

## 2.2. Versión de ASM

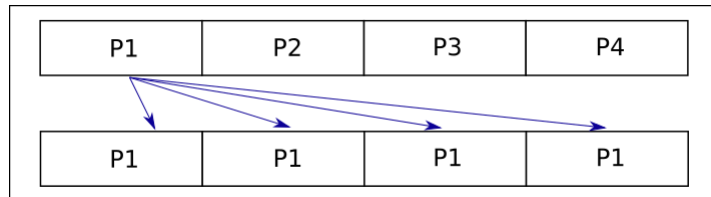
La idea es simple, recorrer las posiciones del terreno de a cuatro, ya que como cada una es un float esa es la cantidad que entran en un registro xmm. Luego, en cada iteración, recorrer todos los picos, también de a cuatro (son int pero de 32 bits, es decir, cuatro por registro xmm).

Cuando obtenemos los datos de los picos, expandimos y repetimos la información de cada uno en distintos registros. Para que la explicación sea más clara mostraremos el caso del pico uno (P1) siendo los demás prácticamente iguales salvo por la información a usar. Entonces:

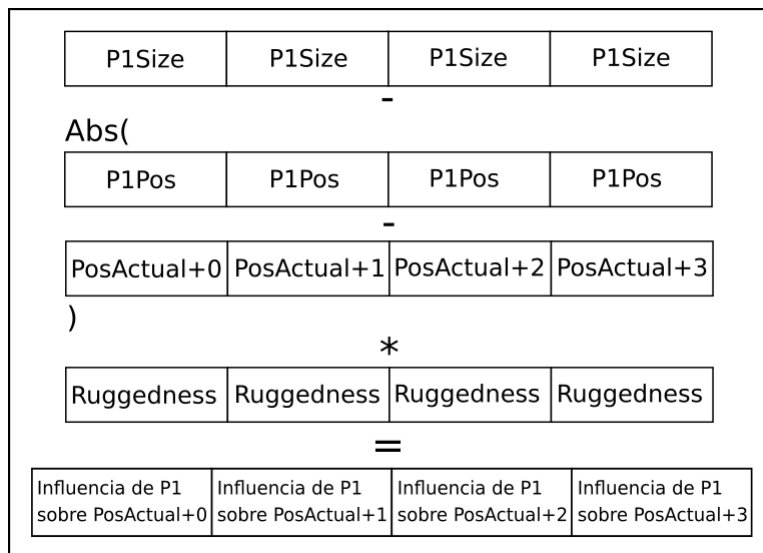
Primero se replica la posición actual en un registro xmm, al cuál le sumamos un registro constante con los enteros 0 a 3, es decir, nos queda el valor de cada una de las cuatro posiciones que estamos calculando en cada entero.



Luego, tanto para la posición (Pos) como para la altura (Size) de P1, se crean registros con la información replicada en cada int.



Contamos con dos acumuladores, uno para la 'influencia' de los picos en esa posición y otro para la cantidad de picos que influyen. Para calcular el primero realizamos lo siguiente, donde Abs hace referencia a la función de valor absoluto:



Utilizando el registro que contiene la influencia obtenemos si el pico influye (influencia ¿0) o no (caso contrario) sobre cada una de las cuatro posiciones.

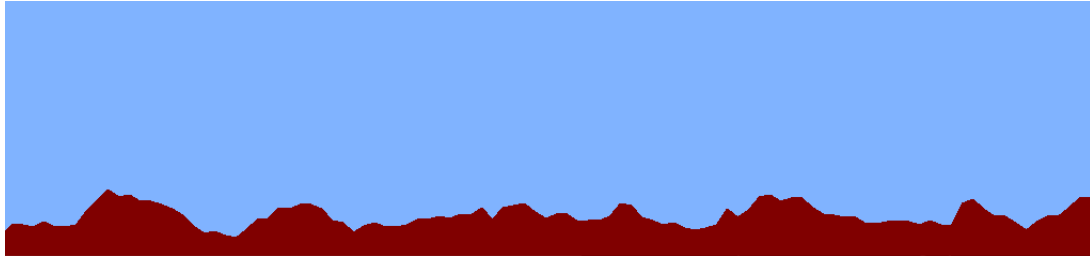
Sumando esta información para cada pico obtenemos cuánta influencia, y de cuántos picos, tiene una posición determinada. Así al final del ciclo que recorre los picos solo nos queda dividir influencia por cantidad de picos y así obtenemos el valor real del terreno en la posición.

---

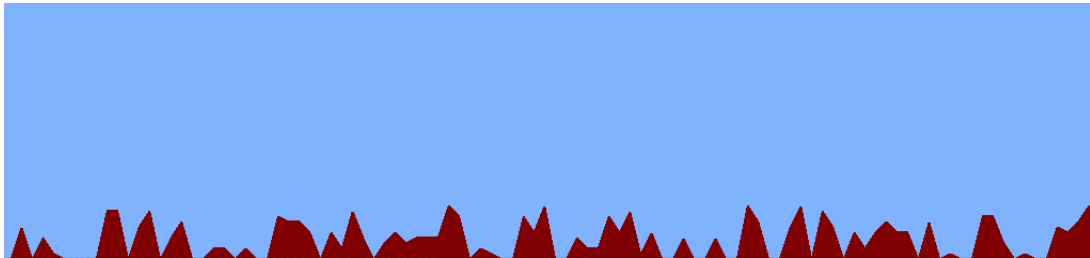
### 2.3. Algunos ejemplos

El objetivo de esta sección es brindar ejemplos concretos, con distintos datos de entrada, para mejorar el entendimiento de la funcionalidad de los mismos. El ruggedness o escarpamiento del terreno, por ejemplo, es algo que en principio cuesta entender pero que al comparar imágenes específicas se comprende mejor el funcionamiento.

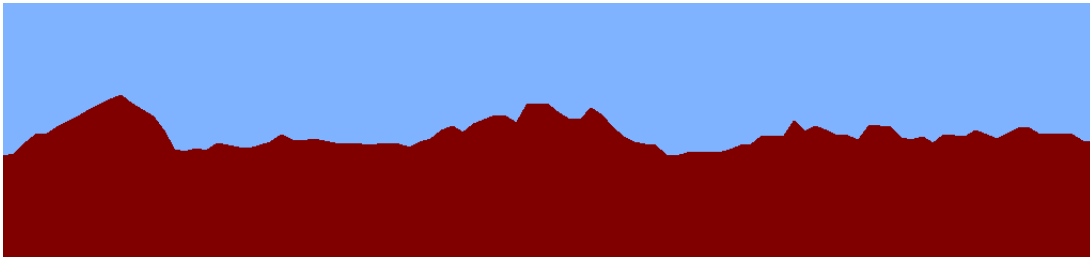
El siguiente terreno fue generado con 300 divisiones (se ven menos en la imagen). 200 picos. de alturas entre 1 y 10, con un escarpado de 1.<sup>2</sup>



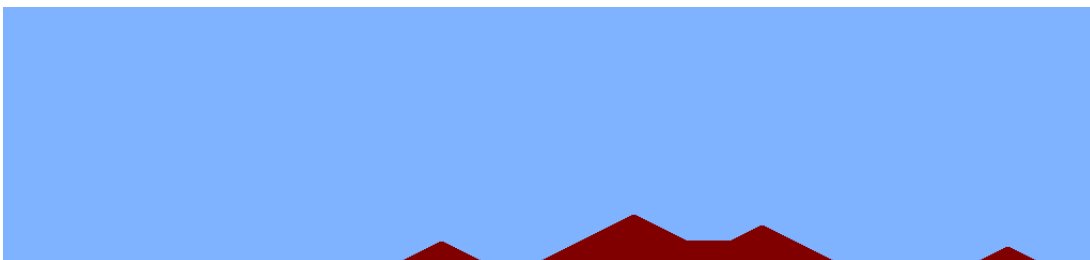
A continuación utilizamos la misma entrada salvo por el escarpado, el cuál es de 10.



Se puede ver cómo, al aumentar el escarpado, el terreno queda más abrupto. Esto se debe a que la influencia de los picos descende con mayor velocidad, es decir, el rango de posiciones sobre las cuáles influye (y también el tamaño de su influencia) va decreciendo a medida que se aumenta el escarpado. Así, hay posiciones sobre las que antes influía que ahora no, o en menor medida, generando picos más aislados o separados.



En este caso variamos las alturas de los picos, ahora entre 10 y 30, utilizando la misma semilla y escarpado de 1. Como se puede observar, aumentar el tamaño de los picos no es mover la imagen más arriba, esto se debe a que las alturas se eligen al azar dentro de las posibles.



Por último queríamos mostrar qué sucede cuando hay muy poca proporción de picos. Éstos quedan aislados casi siempre y se genera un terreno que poco tiene que ver con la realidad, de todas maneras puede tener su utilidad, quizás en algún videojuego por ejemplo.

---

<sup>2</sup>Si se quiere generar, la semilla usada fue: 123456.

---

### 3. Experimentación y Resultados

---

## 4. Conclusión y Mejoras