

Tarea 5

Collisiones y física

Profesora: Nancy Hitschfeld e Iván Sipirán
Auxiliares: Julieta Coloma y Vicente González

1. Introducción

Esta tarea se centrará en la simulación física de un sistema de partículas basado en el [NBody Problem](#)

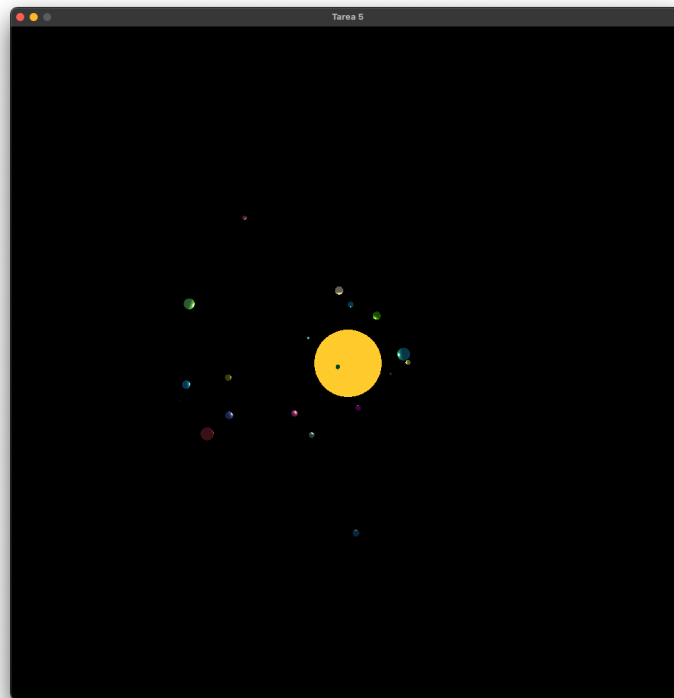


Figura 1: Resultado final.

2. Requisitos

2.1. Simulación física (3.0 pts)

Su escena debe contar con una masa central que será el Sol, y entre 10 a 15 partículas alrededor que se vean afectadas por la gravedad.

Una **partícula** tiene:

- Masa
- Radio
- Posición
- Velocidad

El Sol también tiene posición, masa y radio, pero **NO** velocidad, es decir, que debe permanecer quieto en el origen.

Cada partícula se debe ver influenciada por la fuerza gravitacional que el resto (y el Sol) hace sobre esta. La ecuación de la fuerza de gravedad entre dos partículas p_i y p_j es:

$$F = G \frac{m_i \cdot m_j}{r^2}$$

Donde:

- G es la constante de gravitación universal
- m_i y m_j son las masa de p_i y p_j respectivamente
- r es la distancia entre p_i y p_j

Ademas de esto, su escena debe ser visualmente sofisticada: En tres dimensiones usando iluminación de Phong o similares, tiene a su disposición los shaders, cámara y una clase para generar la geometría de una esfera.

Su puntaje final se verá afectado en que tan realista es capaz de hacer su simulación (con ciertos limites obvios). Con que su simulación use el [método de Newton](#) para calcular las posiciones y velocidad es suficiente.

2.2. Manejo de colisiones (3.0 pts)

Además de tener una simulación, su escena también debe considerar las interacciones entre partículas y el Sol cuando estos colisionen.

2.2.1. Entre partículas

Cuando dos partículas p_i y p_j colisionen se debe crear una nueva partícula y eliminar las antiguas, la nueva partícula tendrá las siguientes de características:

- Masa = $m_i + m_j$
- Radio = $r_i + r_j$
- Posición = $\frac{p_i + p_j}{2}$
- Velocidad = $v_i + v_j$

Es decir, que la idea es simular un choque entre partículas donde ambas son consumidas para crear una nueva partícula, como muestra la figura:

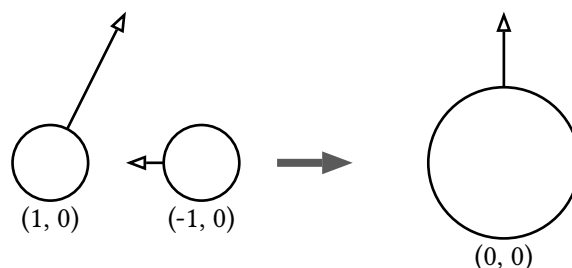


Figura 2: Colisión entre partículas

Ojo con como maneja su escena, ya que las partículas deben desaparecer de tanto la simulación como la escena. Es decir, que debe eliminar un nodo del grafo de escena o no dibujarlo. Existen varias formas de hacer esto y son libres de usar las que más les acomode.

Como recomendación puede usar uno de los puntos antiguos para que no tenga que crear nuevos elementos. Sólo debe actualizar los datos. Aún así debe eliminar unas de las partículas

Nota: para eliminar un nodo de un grafo existe la función `remove_node` ([referencia](#))

Todas partículas deben tener un estado inicial aleatorio, donde ninguna sobrepase ni la masa ni el radio del Sol. La masa de una partícula debe ser proporcional a su radio.

2.2.2. Con el Sol

Cuando una partícula p_i colisione con el Sol, como este último se mantiene estático, la partícula debe realizar un choque elástico de forma que su rapidez se mantenga como muestra la figura:



Figura 3: Colisión con el Sol

Para hacer el choque debe reflejar la velocidad de p_i con respecto a la normal del plano de choque. Este plano lo puede obtener como la diferencia entre los centros de las dos esferas. Recuerde de actualizar también la posición para que la partícula nunca quede «dentro» del Sol.

Ojo con maneja el radio de las partículas en la simulación y en la escena. Los choques **DEBEN** ser realistas, no puede pasar que una partícula se vea dentro del Sol o que dos partículas se atraviesen sin consecuencias.

2.3. Rendimiento

Su simulación debe ser en tiempo real para 10-20 partículas, es decir, que debe como mínimo alcanzar los 30 fotogramas por segundo. Para obtener dicha métrica puede agregar un `print` dentro de su función `update` de $\frac{1}{\Delta t}$.

3. Entregable

En esta tarea se adoptará una restricción nueva para la entrega (para ayudar a la corrección).

Junto al enunciado viene un zip con todos los archivos para realizar su tarea. Descomprima el zip y trabaje en esa carpeta.

Cuando quiera entregar comprima la carpeta y suba el zip. Esto es para que los ayudantes no tengan que luchar con correr su tarea. Se ratifica que si su tarea no puede ser ejecutada no se evaluará.

4. Consideraciones

Debe tener en cuenta lo siguiente:

- El plazo de entrega es inamovible.
- El trabajo es individual.
- **No** está permitido el plagio del trabajo de sus compañerxs.
- **Si** está permitido reutilizar cualquier código visto en auxiliares u en otras tareas.



5. Bono

Se recibirá un bono de hasta 0.1 puntos en el promedio final de tareas a quien haga alguna de las siguientes opciones:

- Implementar alguna optimización que permita manejar más partículas (50-100).
- Hacer que todas las colisiones sean elásticas (que mantenga el momento), y

separar el sol del origen.

- Dibujar la trayectoria de las partículas junto a su velocidad
- Entre otras.

Es necesario documentar el trabajo realizado para acceder a este bono y debe estar claramente señalado en los comentarios dónde se realizan los cambios que son parte del mismo. **Recuerden que el criterio del bono queda a juicio del cuerpo docente.**

6. Propuesta personal

Adicionalmente, ustedes pueden presentar una propuesta para su tarea 5. Los requisitos son que estén relacionadas a lo último visto en el curso: Mallas geométricas o Simulación física. Puede tomar algún problema que le haya llamado la atención en clases como base.

Si decide realizar algo por su propia cuenta debe enviar un correo al equipo docente con su propuesta a más tardar el 4 de noviembre.