SISTEMA DE PARTÍCULAS EN COLISIÓN Y UNIDAS A UN RESORTE

Diego Suárez - 1201689

Profesor Wilson Sarmiento

Simulación

Universidad Militar Nueva Granada

I. OBJETIVO

Por medio del software "unity" y con mínimo 4 partículas esféricas de masa constante m y radio r, Dos de las partículas puede colisionar entre ellas y contra 3 superficies diferentes, así:

1. Con un plano de normal $\vec{n} =< {}^1/_{\sqrt{2}}, {}^1/_{\sqrt{2}}, 0 >$ y que pasa por el origen de coordenadas, con un hueco en forma triangular.

2. Con la parte externa de una superficie esférica de radio Ro=4 y centro $\overrightarrow{Co} =< 16,16,16 >$.

3. Con la parte interna de una superficie esférica de radio Ri=10 y centro $\overrightarrow{Ci} =< 15,15,15 >$. La superficie esférica tiene un hueco centrado $\vec{p} = \overrightarrow{Co} - \vec{d} * 10$, donde $\vec{d} =< {}^1/_{\sqrt{3}}, {}^1/_{\sqrt{3}}, {}^1/_{\sqrt{3}} >$ que corresponde a una abertura cónica de 30°.

II. REQUERIMIENTOS

Se debe utilizar el método numérico de Runge Kutta para la corrección de la posición de cada una de las particas y asi mismo la solución sin ninguna función integrada por unity.

III. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Para el desarrollo de este proyecto, se empieza por desarrollar realizar el análisis teórico y matemático de los diferentes casos a resolver.

La posición de una particula en el espacio esta dada por el peso ($w = m * g$) donde "m" es la masa de la particula y "g" es la gravedad. A partir de esto se empiza a analizar los casos:

a) *Colisión con un plano con hueco:*

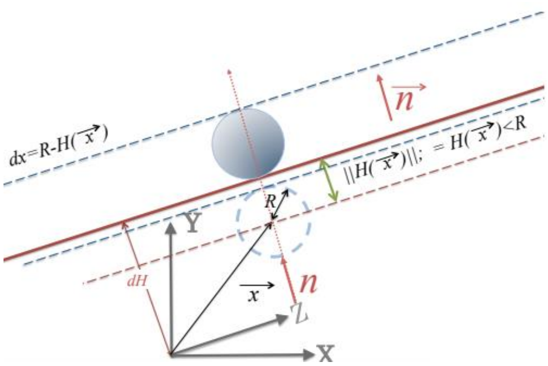
Un objeto se mantiene en movimiento a velocidad y dirección constantes a menos que sobre él actúe una fuerza externa y no balanceada. Cuando la partícula es afectada por una fuerza externa, ésta recibe un impulso el cual es la corrección de la velocidad que hace que cambie de dirección la partícula y está dada por la ecuación

$$\vec{J} = \vec{v} - (1 + E) * m * ((\vec{n} * \vec{v}) * \vec{n} * miu * \vec{p})$$

donde $\vec{n}$ es el vector normal de la superficie con la que coliciona la particula, el vector $\vec{p}$ que es el vector proyectado entrante sobre la superficie la cual está dada por $\vec{p} = \frac{\vec{v}_0 - (\vec{v}_0 \bullet \vec{n}) * \vec{n}}{\|\vec{v}_0 - (\vec{v}_0 \bullet \vec{n}) * \vec{n}\|}$, E es el coeficiente de restitución y miu es el coeficiente de friccion. Dado que este plano tiene un hueco dado por los vértices, lo que se hace es un análisis dentro-fuera donde se toma la posición de la particula y se compara y se suma los angulos de cada uno de los vértices del hueco, y si la suma de estos da como resultado 360°, quiere decir que esta dentro del hueco dado por

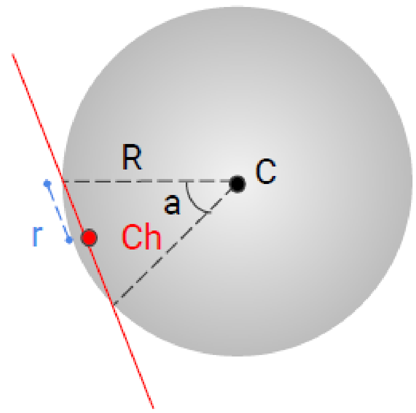
$$\theta = \cos^{-1}(\vec{x} \bullet \overrightarrow{vertice})$$

también hay que considerar el radio de la partícula para una correcta simulación del sistema. Para esto se hace $dX = (H - R) * \vec{n}$ donde H se obtiene a partir de $H = (\vec{v} \bullet \vec{n}) + dH$.



b) *Colisión de una partícula dentro de una esfera con hueco:*

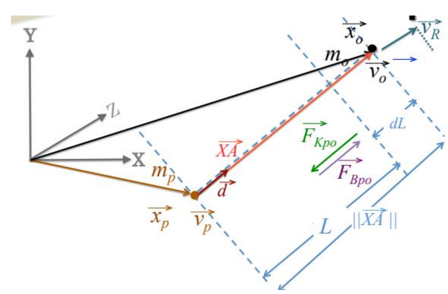
Para este caso también se tiene que trabajar con la normal de la esfera, pero dado que este tiene infinitas normales, lo que se hace es hallar la normal con respecto a la posición de la partícula y el radio de la esfera dado por $\vec{n} = \frac{\vec{c}-\vec{x}}{|\vec{c}-\vec{x}|}$ donde c es el centro de la esfera y x la posición de la partícula. Dado que esta esfera tiene una apertura cónica de 30° lo que se llega a realizar es un análisis para el caso donde la particula se encuentre dentro de esa apertura.



Como $CH = \cos^{-1}(|Ph \bullet \vec{x}|)$.

c) *Partículas unidas por un Resorte:*

Para este sistema lo que se realiza es un análisis entre particulas y los vectores de fuerza de restitución y amortiguamiento del resorte ya que estos son afectados directamente por el movimiento de la otra particula, para esto se realiza el análisis de velocidad relativa entre las particulas, ya que de esta manera se puede utilizar este vector para ambas particulas y en consecuencia la fuerza que ejerce una sobre la otra es equivalente.



$$\overrightarrow{V_R} = \vec{v}_o - \vec{v}_p$$

$$\overrightarrow{OP} = \overrightarrow{X_o} - \overrightarrow{X_p} \qquad \Delta L = L - \left\|\overrightarrow{OP}\right\|$$

$$\vec{d} = \frac{\overrightarrow{OP}}{\left\|\overrightarrow{OP}\right\|} \qquad \vec{F}_{Kpo} = \vec{d} K \Delta L$$

$$\vec{F}_{Bpo} = -\vec{d}(\vec{d} \bullet \overrightarrow{V_R})B$$

IV. RESULTADOS

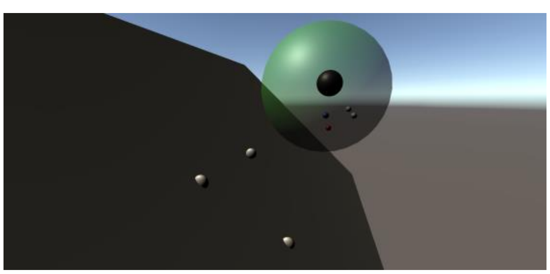
Para la implementación del sistema se crea una estructura “particula” que tiene las diferentes propiedades de la misma y una estuctura resorte.

```
public struct Particle
{
    //Propiedades de la particul
    public vectores Fase, DFase;
    public float masa;
    public float Radio;
    public Vector3 fuerza;
    public Vector3 Impulso;
    public Vector3 DistEnEsf1;
    public Vector3 DistEnEsf2;
    public bool[] hueco;
}
```

```
public struct spring
{
    public float longitud;
    public Vector3 distancia;
    public Vector3 dX;
    public float dL;
    public float Ke;
    public float Kb;

}
```

Ya que se necesita analizar cada particula por separado y asi obtener un sistema funcional



Las particulas de color rojo y color azul son las que se encuentran enlazadas por el resorte, y las otras 2 estan sueltas en el espacio. Todo el sistema está afectado por la fuerza de gravedad.

V. CONCLUSIONES

- ✓ Se logra implementar correctamente cada uno de los casos solicitados para la sistema en conjunto.
- ✓ Existen multiples soluciones que pueden dar respuesta al sistema que se esta desarrollando, unas mas optimas que otras.
- ✓ Se aprendieron los conceptos fundamentales y practicos de la implementación de simulaciones bajo diferentes situaciones.

VI. REFERENCIAS

- **Apuntes de clase**
- **Mathematics for 3D Game Programming and Computer Graphics, Third Edition**