

## Introducción a la computación paralela – Semestre 2022-1

### Primera Evaluación.

1. Escribir un programa que permita simular el movimiento de  $n$  cuerpos, usando la fuerza de gravedad. Los  $n$  cuerpos se limitarán a 5 cuerpos, correspondientes a los planetas interiores del sistema solar y al sol, usando las siguientes condiciones iniciales:

Sol: posición = (0.0, 0.0, 0.0) ; velocidad = (0.0, 0.0, 0.0); masa = 1.989e30

Mercurio: posición = (57.909e9, 0.0, 0.0); velocidad = (0.0, 47.36e3, 0.0); masa = 0.33011e24

Venus: posición = (108.209e9, 0.0, 0.0); velocidad = (0.0, 35.02e3, 0.0); masa = 4.8675e24

Tierra: posición = (149.596e9, 0.0, 0.0); velocidad = (0.0, 29.78e3, 0.0); masa = 5.9724e24

Marte: posición = (227.923e9, 0.0, 0.0); velocidad = (0.0, 24.07e3, 0.0); masa = 0.64171e24

El programa debe tener estructuras de datos que permitan:

- Guardar la posición de cada partícula (planeta) para un tiempo  $t$ .
- Guardar la velocidad de cada partícula (planeta) para un tiempo  $t$ .
- Condiciones iniciales y de finalización (con ejemplos):  $t_0 = 0$ ,  $dt = 86400$ ,  $t_{fin} = 86400 * 365 * 10$  (Esto es una década en segundos.),  $G = 6.67e-11$  (constante de gravitación universal).

Las aceleraciones para cada partícula se calculan de la forma:

$$\vec{a} = \left(\frac{1}{m_i}\right) \sum_0^4 \vec{F}_{ij}$$

Para casos donde  $i \neq j$ , con  $\mathbf{a}$  un vector de tres dimensiones, y:

$$\vec{F}_{ij} = \frac{G m_i m_j}{r_{ij}^2}$$

Las velocidades de cada cuerpo se calculan a partir de las aceleraciones, y las posiciones a partir de las velocidades:

$$\mathbf{v}_{n+1} = \mathbf{v}_n + \mathbf{a}_n dt$$

$$\mathbf{r}_{n+1} = \mathbf{r}_n + \mathbf{v}_n dt$$

Estos cálculos se realizan para cada paso  $t$ .

Recordar que  $\mathbf{F}$ ,  $\mathbf{v}$ ,  $\mathbf{r}$  son vectores de tres dimensiones, y que  $r_{ij}^2$  es el cuadrado de la magnitud de la diferencia de los vectores posición  $\mathbf{r}_i$  y  $\mathbf{r}_j$  para las partículas  $i$  y  $j$  correspondientes.

Para la construcción del programa pueden consultar implementaciones existentes o explicaciones que se pueden hallar en internet. Por supuesto deben comprender la implementación para el punto siguiente.

2. Analizar las oportunidades de paralelización del algoritmo, identificando posibles: particionamiento, comunicación y aglomeración. Explicar claramente.

**Importante:** Este método directo es altamente caótico, los errores de redondeo se pueden propagar rápidamente. Imprimir solo los valores de posición para el tiempo inicial y el final.