



# Programación Paralela - CC332

2021-I

---

José Fiestas

28/05/21

Universidad Nacional de Ingeniería  
[jose.fiestas@uni.edu.pe](mailto:jose.fiestas@uni.edu.pe)

## Tarea 03

---

# Ejercicio 1: Suma de Prefijos

Genere un modelo PRAM para calcular la Suma de Prefijos, considerando que el número de procesos **p** es menor que la cantidad de elementos **n**

**Entrada:** n números  $a_1, \dots, a_n$

**Salida:** Suma de  $s_1 \dots s_n$ , con  $s_k = \sum_{i=1}^k a_i$

Determine  $T(n)$ ,  $W(n)$  en paralelo y analice el resultado comparando estos indicadores con los desarrollados en clase ( $p=n$ )

## Ejercicio 2: Mergesort

a) Demuestre que el siguiente algoritmo de mergesort es óptimo calculando  $T(n)$  y  $W(n)$

**Ingreso:** dos arrays  $A=(a_1, \dots, a_n)$  y  $B=(b_1, \dots, b_m)$  en orden ascendente, con enteros  $\log(m)$  y  $k(m)=m/\log m$

**Salida :**  $k(m)$  pares  $(A_i, B_i)$  de subsecuencias de  $A$  y  $B$ , tal que:  $|B_i| = \log m$  ;  $\sum_i |A_i| = n$  : y cada elemento de  $A_i$  y  $B_i$  es mayor que cada elemento de  $A_{i-1}$  o  $B_{i-1}$ , para todo  $1 \leq i \leq k(m) - 1$

1. set  $j(0) := 0$ ,  $j(k(m)) := n$
2. **for**  $1 \leq i \leq k(m) - 1$  **pardo**  
     $j(i) = \text{rank}(b_{i \log m} : A)$  usando búsqueda binaria
3. **for**  $0 \leq i \leq k(m) - 1$  **pardo**  
     $B_i := (b_{i \log m + 1}, \dots, b_{(i+1) \log m})$   
     $A_i := (a_{j(i)+1}, \dots, a_{j(i+1)})$   
    ( $A$  está vacía si  $j(i) = j(i+1)$ )

## Ejercicio 2 (cont.)

Sea  $X=(x_1, x_2, \dots, x_t)$ , donde  $x_i \in S$

**rank**( $x:X$ ) , el rango de  $x$  en  $X$  es el número de elementos de  $X$  menores o iguales que  $x$ .

Dado  $Y=(y_1, y_2, \dots, y_s)$ , un array con elementos de  $S$ , entonces

**rank**( $Y:X$ )= $(r_1, r_2, \dots, r_s)$ , donde  $r_i = \mathbf{rank}(y_i:X)$

E.g.

Si  $X=(25,-13,26,31,54,7)$ , e  $Y=(13,27,-27)$

**rank**( $Y:X$ )= $(2,4,0)$

Se puede ejecutar **rank** usando búsqueda binaria

Note que la longitud de  $A$  y  $B$  no es necesariamente la misma

**b)** ¿Qué modelo PRAM se utiliza en este algoritmo con respecto a lectura y escritura en memoria? Justifique su respuesta

## Ejercicio 3: N-cuerpos

Considere el siguiente código de N-cuerpos, esquematizado en la figura (abajo)

---

```
class Nbody{
public:
float pos[3][N];
float vel[3][N];
float m[N];
}
int main(int arg, char**argv){
...
// define class galaxy
Nbody galaxy;
...
// initialize properties
galaxy.init();
// integrate forces

galaxy.integr();
return 0;
}

void integr() {
...
// medir CPU time
start=clock();
force(n,pos,vel,m,dt);
// medir CPU time
end=clock();
cpuTime=difftime(end,start)/(CLOCKS\ _PER
...
}
```

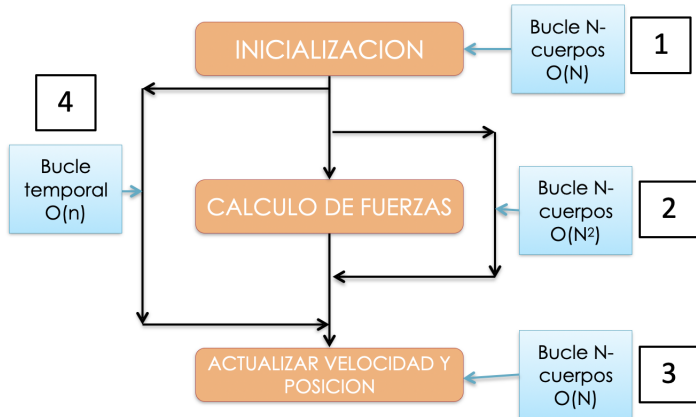
---

## Ejercicio 3 (cont.)

```
void force(int n, float pos[][],float vel[][], float m[], float dt) {
    ...
    // suma en i
    for (int i=0;i<n;i++)
    {
        float my_r_x=r_x[i];
        // suma en j
        for (int j=0;j<n;j++)
        {
            if(j!=i) // evitar i=j
            {
                //calcular aceleracion
                float d=r_x[j]-my_r_x; // 1 FLOP
                a_x+= G*m[j]/(d*d); // 4 FLOPS
                ...
            }
        }
    }
    // actualizar velocidades
    v_x[i] += a_x*dt; // 2 FLOPS
    // actualizar posiciones
    r_x[i]+=v_x[i]*dt; // 2 FLOPS
}
}
```

## Ejercicio 3 (cont.)

Algoritmo N-cuerpos :





## Ejercicio 3 (cont.)

- a) Describa un algoritmo en paralelo bajo el paradigma de memoria compartida usando el formalismo PRAM
- b) Describa un algoritmo en paralelo bajo el paradigma de memoria distribuida usando el formalismo PRAM. Si es necesario, incluya operaciones de comunicacion como comentarios
- c) Estime  $T(n)$  en cada uno de ellos y decida cuál es el mejor algoritmo para este problema
- d) Actualmente, la cantidad máxima de cuerpos en un modelo computacional, debido a tiempos de ejecucion razonables, es  $N=6 \cdot 10^6$  cuerpos. ¿Modifica esta cantidad el criterio usado en los resultados a) y b) ? Tome en cuenta la memoria necesaria para almacenar esta cantidad de cuerpos, sus posiciones  $(x,y,z)$  y sus velocidades  $(v_x, v_y, v_z)$