

## Laboratorio de Arquitectura e Ingeniería de Computadores PRÁCTICA IV

# *COMPUTACIÓN PARALELA (SISTEMAS SMP)*

### OBJETIVO

El objetivo de esta práctica es familiarizarse con el modelo multihebra para programación paralela.

### HERRAMIENTAS

Para el desarrollo de esta práctica se utilizará un computador de tipo SMP, con 4 CPUs, en el que corre el sistema operativo Linux. Se utilizará lenguaje C junto con la biblioteca básica de funciones de hebra, conocida como pthread. El comando de compilación debe incluir una referencia a la biblioteca multihebra; típicamente el comando de compilación será algo como:

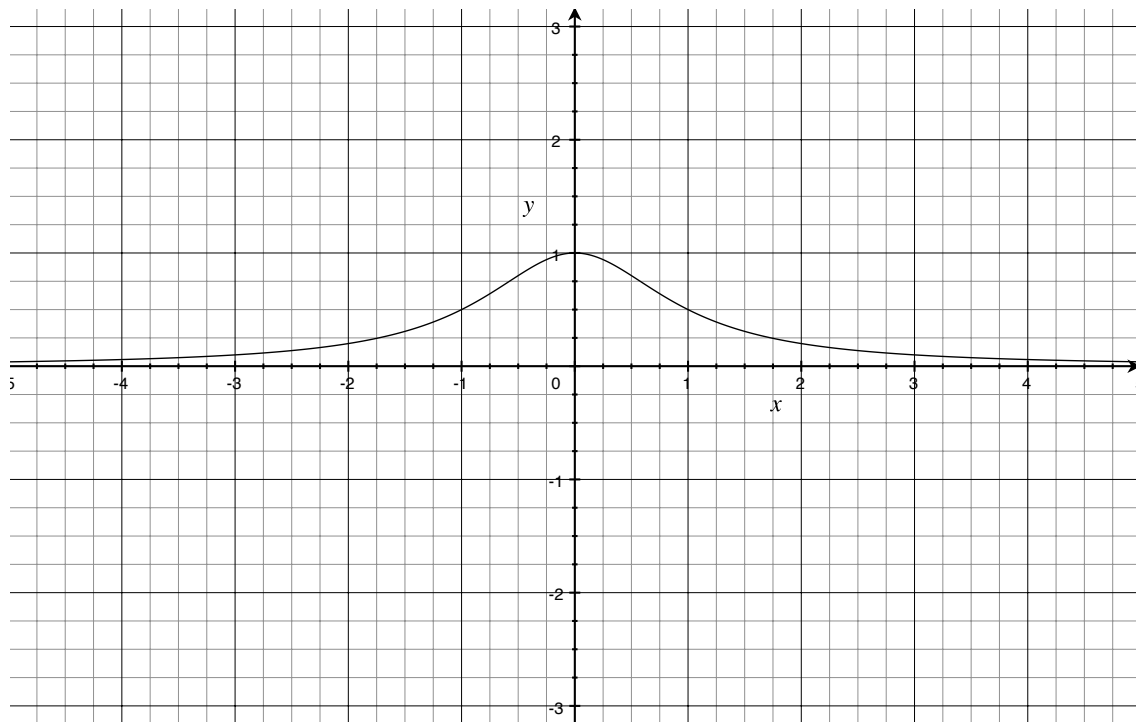
```
gcc -O3 fuente.c -o ejecutable -lpthread
```

Donde -O3 indica al compilador que realice una optimización del programa de nivel 3, “fuente.c” será el fichero fuente en lenguaje c y “ejecutable” será el programa ejecutable generado por el compilador; -lpthread indica al compilador que use la biblioteca multihebra.

### INTRODUCCIÓN TEÓRICA

La práctica consiste en realizar un programa para calcular el valor de  $\pi$ , calculando para ello el valor de una integral definida cuyo resultado sabemos que es  $\pi/4$ . El cálculo del valor de la integral se realizará por el medio del algoritmo de los trapecios y usando programación multihebra. La función es la siguiente:

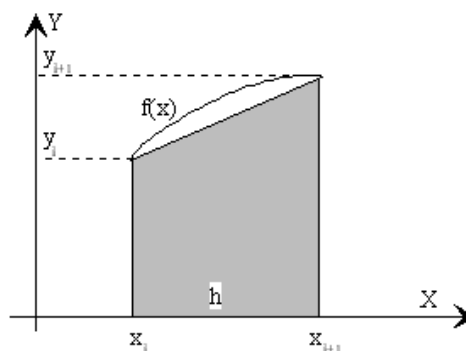
$$\int_0^1 \frac{1}{1+x^2} dx = \frac{\pi}{4}$$



## El método de los trapecios

El método de los trapecios se usa para el cálculo de integrales definidas, la integral de una función entre dos puntos es el área que esta función encierra entre estos puntos. El método de los trapecios divide esta área en múltiples trapecios, calcula el área de cada trapecio y calcula el resultado final como la suma de todas estas áreas. Cuando mayor sea el número de trapecios mayor precisión obtenemos en el resultado.

El método de los trapecios es muy simple y se puede explicar fácilmente a partir de la siguiente figura.



La figura representa uno de los trapecios en que hemos dividido el segmento de los límites de la integral (a,b). La anchura de este segmento será h y viene dada por la siguiente ecuación donde n es el número de trapecios.

$$h = \frac{b-a}{n}$$

Los puntos que definen los trapecios serán:

$$x_0 = a \quad x_i = x_0 + i h \quad x_n = b$$

las ordenadas de dichos puntos son

$$y_i = f(x_i) \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n)$$

La parte sombreada se toma como el área de este trapecio y viene dada por

$$\frac{h}{2}(y_i + y_{i+1})$$

El área total aproximada es la suma de las áreas de los  $n$  pequeños trapecios de anchura  $h$

$$\int_a^b f(x)dx = \frac{h}{2}(y_0 + y_1) + \frac{h}{2}(y_1 + y_2) + \dots + \frac{h}{2}(y_{n-2} + y_{n-1}) + \frac{h}{2}(y_{n-1} + y_n)$$

o bien, agrupando términos

$$\int_a^b f(x)dx = h\left(\frac{y_0}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-2} + y_{n-1} + \frac{y_n}{2}\right)$$

Cuanto mayor sea el número de divisiones del intervalo  $[a, b]$  que hagamos, menor será  $h$ , y más nos aproximaremos al valor exacto de la integral.

## DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Para la realización de la práctica, se podrá utilizar la máquina

172.29.23.181

Esta máquina posee 32 cores

Para conectarse es necesario usar el protocolo `ssh`. Desde los computadores del laboratorio se puede usar Linux entrando como

```
login: larq
password: larq
```

Desde un sistema Windows se puede usar la implementación para PC, llamada PuTTY.

Se podrán utilizar las siguientes cuentas: `gic1`, `gic2`, ..., `gic10` con *password* igual al nombre de la cuenta.

**Realizar un programa que calcule el número  $\pi$  por medio de hebras para 1, 2, 4 y 8 hebras y para 100, 10.000, 100.000 y 10.000.000 de divisiones en cada configuración de hebras, realizar una tabla con los tiempos empleados en cada ejecución y comentar los resultados.**

### Nota:

El valor exacto de  $\pi$  hasta la 19a cifra decimal es 3,1415926535897932384.