

Cálculo de π por el método de Montecarlo

IIP 16-17 (@mrebollo)
Departamento de Sistemas Informáticos y Computación
Universitat Politècnica de València



1. El método de Montcarlo

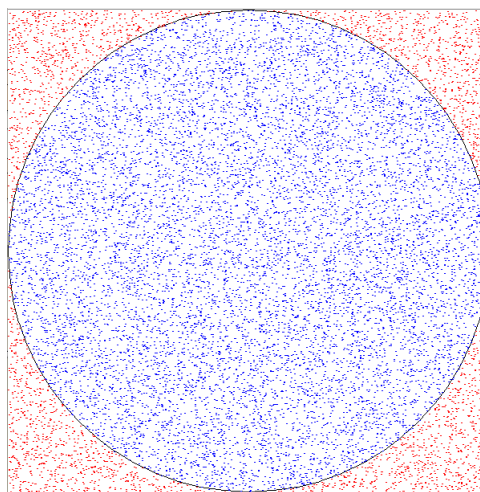
El método de Montecarlo es un método estadístico para aproximar el valor de una expresión matemática compleja, difícil de evaluar numéricamente. Se emplea, por ejemplo, para calcular el área de superficies irregulares, o el valor de una integral (que no es más que el área que se encuentra por debajo de una curva).

El método consiste en colocar la figura dentro de un volumen conocido (por ejemplo, un cuadrado, un cubo...), generar un punto al azar dentro de ese volumen y determinar si el punto ha caído fuera o dentro de la figura. Como la probabilidad de que el punto caiga dentro es proporcional al tamaño de la figura, la proporción entre el número de puntos que han caído fuera y los que han caído dentro nos dará una aproximación del volumen de la figura. Naturalmente, cuantos más puntos generemos, más exacta será la aproximación.

El método recibe ese nombre por su analogía con los juegos de azar y, más en concreto, con la ruleta de los casinos. Y justamente el casi no esa ciudad es uno de los más conocidos.

2. Cálculo de π

El método de Montecarlo puede usarse para estimar el valor de π de la siguiente manera. Supongamos que tengo un círculo de radio $r = 1$ inscrito dentro de un cuadrado, que tendrá por lo tanto lado $l = 2r = 2$. Si generamos N puntos al azar dentro del cuadrado, asumamos que n han caído dentro del círculo. Imagínatelo como si jugásemos a la diana con unos dardos y somos tan malos que el dardo puede clavarse en cualquier posición. Al final, contamos cuántos dardos se han clavado en la diana.



Según el método, sabemos que la proporción entre los puntos que han caído fuera del círculo respecto al total de puntos es la relación entre las áreas de las dos figuras

$$\frac{n}{N} = \frac{\pi r^2}{l^2} = \frac{\pi r^2}{(2r)^2} = \frac{\pi r^2}{4r^2} \rightarrow \frac{n}{N} = \frac{\pi}{4} \rightarrow \pi = 4 \frac{n}{N}$$

3. Enunciado del ejercicio

Construye un programa en Java que aproxime el valor de π usando el método de Montecarlo. El programa debe constar de los siguientes componentes

Clase Punto

Una clase que modela un punto en un espacio bidimensional. Esta clase debe contener

1. dos atributos de instancia de tipo doble con las coordenadas del punto (con decimales)
2. un constructor general que construya el punto a partir de dos valores que se le pasan como parámetro
3. un constructor por defecto que genere un punto al azar en el intervalo $[0, 1[$. Utiliza una llamada al constructor general.
4. dos consultores para las coordenadas y un único modificador para las dos coordenadas juntas.
5. un método `equals` que devuelve `true` si dos puntos son iguales, es decir, tienen las mismas coordenadas
6. un método `distancia` que, dado otro objeto de tipo `Punto` que se le pasa como parámetro, devuelve la distancia euclídea entre ellos $d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$

Clase Circulo

Una clase que modela un círculo usando la clase `Punto` anterior. Esta clase debe contener

1. dos atributos de instancia: el centro del círculo, que será de tipo `Punto`, y su radio (con decimales)
2. un constructor general que construye un círculo a partir de un objeto de tipo `Punto` que se le pasa como parámetro y el radio
3. un constructor por defecto que crea un círculo de radio $r = 1$ con centro en $(0, 0)$, usando el constructor general
4. dos consultores y dos modificadores para el centro y el radio
5. un método `equals` que considera que dos círculos son iguales si tienen el mismo radio

Programa principal

Una clase que contenga el programa principal que calcule el valor aproximado de π usando el método de Montecarlo. El programa contendrá:

1. un método estático `pertenece` que, dados un punto y un círculo que se le pasan como parámetros, devuelve `true` si el punto está dentro del círculo. Para ello comprobará si la distancia del punto al centro del círculo es menor que el radio.
2. el método `main` que solicita al usuario el número de puntos que desea utilizar y aplica el método de Montecarlo para calcular el valor de π y mostrarlo por pantalla.