Atividade : Computação Distribuída

March 6, 2023

Abstract

A presente atividade explora o uso da Computação distribuída na busca por soluções mais eficientes para um problema clássico da computação. Na ocasião, o método de Monte Carlo é aplicado para calcular o número π. Ao propor uma solução distribuída, na qual, vários processos compartilham e resolvem a tarefa, métodos elementares de comunicação entre processos são utilizados.

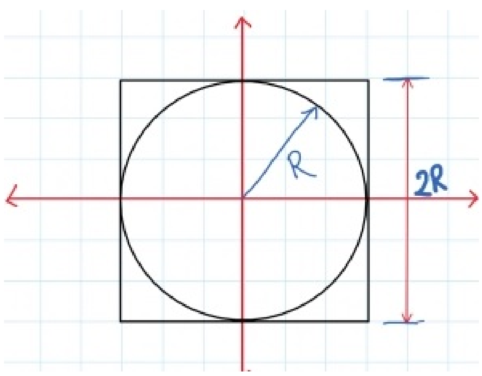
1 Introdução

O número π é a constante matemática que representa a relação entre perímetro e diâmetro circular. Apesar de ser conhecido há milhares anos, ainda é fonte de pesquisas em diversas áreas. Por isso, suas propriedades continuam sendo investigadas e a busca por métodos mais poderosos para calcular o seu valor é um tema de estudo relevante. Muitas desses métodos recorrem aos benefícios da computação distribuída para encontrar melhores respostas.

2 Método de Monte Carlo

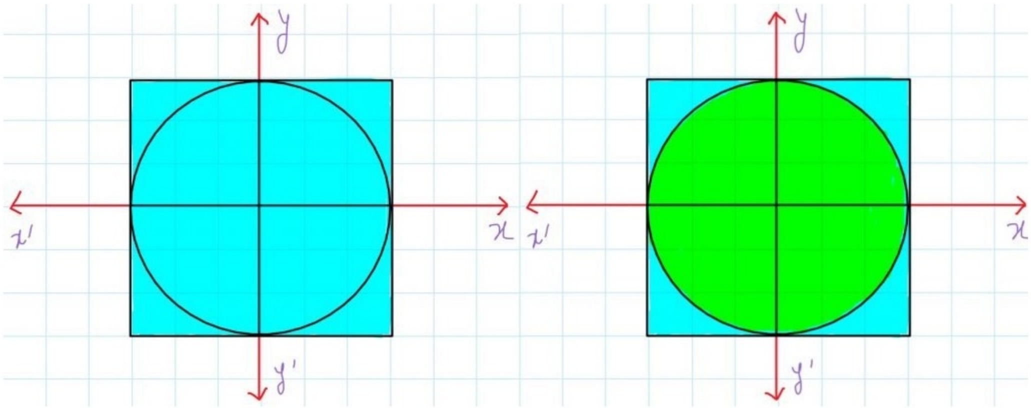
O método de Monte Carlo é uma ferramenta matemática utilizada em diversos segmentos da ciência e da engenharia para simular problemas que podem ser representados por processos estocásticos.

Para calcular a área da circunferência unitária, utilizaremos o método de integração de Monte Carlo. A ideia é colocar a circunferência dentro de uma figura, cuja área seja fácil de calcular, e sortear pontos aleatórios dentro da figura, por exemplo, um quadrado (ver figura abaixo).



Em seguida, "jogamos uma bola ao acaso dentro do quadrado"– O que, computacionalmente, equivale a gerar um valor (x,y) para as coordenadas do gráfico. Qual é a probabilidade de a bola cair dentro do círculo? A resposta é simplesmente a razão entre as áreas da região favorável e a região total.

Seja A_V a área verde e A_T a área total, tal como ilustrado na figura a abaixo.



Ainda, seja P a probabilidade da bola cair no círculo, então:

$$P = \frac{A_V}{A_T}.$$

Se R é raio da circunferência, $A_V = \pi R^2$ e $A_T = 4R^2$. Então:

$$P = \frac{\pi R^2}{4R^2} \Longleftrightarrow \pi = 4P.$$

Dada as definições, o método de Monte Carlo consiste em simular o valor de P e, consequentemente, encontrar o valor de π. Assim, para um número N de lançamentos, uma simulação de P equivale a:

$$P = \frac{v}{N},$$

onde v denota o número de lançamentos que caíram dentro do círculo.

A equação da circunferência é definida por:

$$x^2 + y^2 = R^2$$

Por conveniência, assumimos o raio $R = 1$. Logo, temos:

$$x^2 + y^2 = 1.$$

Sendo assim, para qualquer posição cartesiana (x, y) gerada aleatoriamente, para $0 \leq x \leq 1$ e $0 \leq y \leq 1$, temos que $(, y)$ está dentro da circunferência se:

$$x^2 + y^2 < 1$$

3 Método Monte Carlos em JAVA

O código a seguir representa o método de Monte Carlo para o cálculo do numero π. Conforme é possível observar, trata-se de um algoritmo bastante paralelizável uma vez que possui poucas dependências.

```java
public class MonteCarloPi {
    public static double pi(int n){
        int acertos = 0;

        for(int i = 0; i < n; i++){
            double x = Math.random();
            double y = Math.random();

            if(x * x + y * y < 1.0){
                acertos++;
            }
        }
        return (double) (4.0 * acertos / n);
    }

  public static void main(String[] args) {
    System.out.println(pi(1000000));
  }
}
```

Listing 1: Código fonte em Java

Dada estas circunstâncias, crie um modelo de computação distribuída no qual N processos atuam para calcular o valor de π via método de Monte Carlo.

Estabeleça uma comunicação por troca de mensagens utilizando Sockets. Neste caso, servidor executa o método de Monte Carlo durante um minuto e, ao mesmo tempo, aguarda a conexão de clientes. Cada cliente conectado, executa o método de Monte Carlo seguindo as mesmas premissas com a mesma duração de tempo e, ao final, devolve, via troca de mensagens, o número laçamentos dentro da circunferência e o número total de lançamentos. O servidor, por fim, calcula o valor de π com base em todas as informações recebidas.

Execute o seu algoritmo com Q processos, para $0 \leq Q \leq 10$, verifique resultados e verifique se ouve ganhos em termos de precisão.

Sugestões

- Rever aula "Comunicação entre processos".
- Consultar página: `https://www.cdk5.net/wp/extra-material/supplementary-material-for-chapter-4`