

## Lab 2: Raízes de Função

Prof. Waldemar Celes

Departamento de Informática, PUC-Rio

1. Neste laboratório, pede-se para implementar métodos para determinação de raízes de funções. É importante que a implementação **minimize o número de avaliações de  $f(x)$** .

- (a) O método da *bisseção* para determinação de raízes da função  $f(x)$  recebe como entrada o intervalo de busca  $[a, b]$ , assumindo  $f(a) \cdot f(b) < 0$ . O erro progressivo é dado pela metade do comprimento do intervalo de busca,  $e = \frac{b-a}{2}$ . A próxima estimativa é dada pelo meio do intervalo,  $c = \frac{a+b}{2}$ , reduzindo o intervalo de busca para  $[a, c]$  ou  $[c, b]$ , conforme a variação do sinal da função. O método retorna o meio do intervalo final como estimativa da raiz.

Implemente uma função para determinar a raiz de uma função  $f(x)$  usando o método da bisseção, onde o erro progressivo avaliado tenha precisão de 8 dígitos, isto é,  $e_{max} < 0.5 \times 10^{-8}$ . Sua função deve receber como parâmetros o intervalo de busca  $[a, b]$  e a função  $f(x)$  cuja raiz deseja-se calcular. Além disso, a função recebe o endereço da variável que armazenará a raiz calculada. Sua função deve retornar o número de iterações usado na determinação da raiz, seguindo protótipo abaixo. Se, no intervalo inicial, não houver inversão de  $f(x)$ , a função codificada deve retornar zero. A iteração também deve ser interrompida se  $|f(c)| < 10^{-12}$ , retornando  $c$  como estimativa da raiz.

```
int bissecao (double a, double b, double (*f) (double x), double* r);
```

- (b) O método da *secante* para determinação de raízes da função  $f(x)$  recebe como entrada duas estimativas iniciais:  $x_0$  e  $x_1$ . As próximas estimativas são dadas por:

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)(x_i - x_{i-1})}{f(x_i) - f(x_{i-1})}$$

No entanto, para evitar divisões por zero, se  $|f(x_i) - f(x_{i-1})| < 10^{-15}$ , faça:

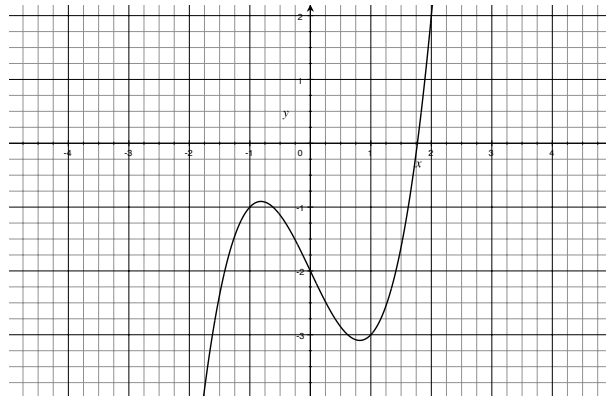
$$x_{i+1} = \frac{x_{i-1} + x_i}{2}$$

O erro regressivo (avaliado na entrada) é dado por  $e = |f(x_{i+1})|$ . Implemente uma função para determinar uma raiz de  $f(x)$  usando o método da secante, onde o erro regressivo avaliado tenha precisão de 10 dígitos, isto é,  $e < 0.5 \times 10^{-10}$ . Sua função deve receber como parâmetros as estimativas iniciais, a função cuja raiz deseja-se calcular e o endereço da variável que armazenará a raiz calculada. Sua função deve retornar o número de iterações usado na determinação da raiz. Se após 50 iterações não houver convergência, a função deve retornar zero.

```
int secante (double x0, double x1, double (*f) (double x), double* r);
```

2. Teste suas implementações, analisando os valores de raízes encontrados e o número de iterações necessárias:

- (a) Compare os dois métodos para encontrar a raiz da função  $f(x) = x^3 + x - 7$ , com diferentes estimativas iniciais.



- (b) Para verificar o critério de não convergência, teste os dois métodos para encontrar as raízes da função  $f(x) = x^4 + x + 1$ .
- (c) Compare os dois métodos na resolução do seguinte problema: a velocidade de um paraquedista em queda livre pode ser dada por:

$$v = \frac{gm}{c} \left( 1 - e^{-\frac{c}{m}t} \right)$$

onde  $g = 9.8m/s^2$ . Para um paraquedista com um coeficiente de arrasto  $c = 15Kg/s$ , calcule a massa  $m$  para que a velocidade seja  $v = 35m/s$  em  $t = 9s$ .

Organize seu código da seguinte forma. O arquivo “raiz.c” deve conter as implementações das funções `bissecao` e `secante`, com seus respectivos protótipos no arquivo “raiz.h”. O arquivo “main.c” deve conter os testes realizados.

**Entrega:** O código fonte deste trabalho (isto é, os arquivos “raiz.h”, “raiz.c” e “main.c”) devem ser enviados via página da disciplina no EAD. O prazo final para envio é **domingo, dia 27 de março**.