

PRIMEIRO TRABALHO DE IMPLEMENTAÇÃO PROBLEMA DE QUADRATURA PARA INTEGRAÇÃO NUMÉRICA

Nome: Letícia Freire Carvalho de Sousa
DRE: 118025324

Sumário

Projeto das Soluções	(Funções em comum entre as versões)	3
Estruturas de Dados		3
intervalo		3
no		4
Funções		4
pilha_vazia		4
push		4
pop		5
init		5
construtor_intervalo		5
destrutor_intervalo		5
define_area_retangulo		5
define_intervalo		6
a		6
b		6
c		7
d		7
e		7
f		7

g	7
igual	8
boba	8
subproblema_resolvido	8
Projeto das Soluções (Função específica da versão sequencial)	10
integral	10
Projeto das Soluções (Função específica da versão concorrente)	11
integral	11
Testes Realizados	13
Formato da entrada	13
Resultados	14
Implementação	17

Projeto das Soluções

(Funções em comum entre as versões)

Estruturas de Dados

intervalo

Descrição: estrutura que armazena um (sub)intervalo de integração

Atributos: a (ponto flutuante) : início do intervalo de integração

b (ponto flutuante) : fim do intervalo de integração

e (ponto flutuante) : erro máximo aceitável
 possivel_retornar (inteiro) : 2 se o subproblema desse intervalo

já foi resolvido, 0 ou 1 caso contrário

area_retangulo (ponto flutuante): área do retângulo limitado por

pelos limites do intervalo, o gráfico da função e o eixo x

pai (ponteiro de intervalo): indica a partir da chamada de

qual intervalo a estrutura foi criada, nulo caso seja o

intervalo de integração completo

func (ponteiro de função): indica qual função está sendo

integrada no intervalo

no

Descrição: estrutura que representa um nó de uma pilha implementada como

lista simplesmente encadeada

Atributos: inter (ponteiro de intervalo) : intervalo de integração do nó da

pilha

proximo (ponteiro de no) : nó imediatamente abaixo do nó atual ----- na pilha

Funções

pilha_vazia

Descrição: função que indica se a pilha de intervalos está vazia

Parâmetros: não possui

Retorno: 0 caso a pilha esteja vazia, outro número inteiro caso contrário

push

Descrição: função que insere um intervalo no topo da pilha

Parâmetros: inter (ponteiro de intervalo)

Retorno: não possui

pop

Descrição: função que retira um intervalo do topo da pilha

Parâmetros: não possui

Retorno: ponteiro de intervalo

init

Descrição: função que inicializa a pilha, esvaziando-a e, em seguida,

inserindo o primeiro intervalo em seu topo

Parâmetros: inter (ponteiro de intervalo)

Retorno: não possui

construtor_intervalo

Descrição: função que aloca memória para um intervalo e retorna seu ponteiro

Parâmetros: não possui

Retorno: ponteiro de intervalo

destrutor_intervalo

Descrição: função que desaloca memória de um intervalo

Parâmetros: inter (ponteiro de intervalo)

Retorno: não possui

define_area_retangulo

Descrição: função que calcula a área do retângulo limitado pelo início e

fim de um intervalo, a função a ser integrada e

o eixo x e

atribui essa área ao atributo `area_retangulo` do intervalo

Parâmetros: `inter` (ponteiro de intervalo)

Retorno: não possui

define_intervalo

Descrição: função que inicializa os atributos de um ponteiro de intervalo e

chama a função `boba` a fim de aumentar o tempo de processamento

Parâmetros: `inter` (ponteiro de intervalo)

`a` (ponto flutuante)

`b` (ponto flutuante)

`e` (ponto flutuante)

`func` (ponteiro de função)

`pai` (ponteiro de intervalo)

Retorno: não possui

a

Descrição: função que retorna $1 + x$

Parâmetros: `x` (ponto flutuante)

Retorno: ponto flutuante

b

Descrição: função que retorna $\sqrt{1 - x^2}$

Parâmetros: `x` (ponto flutuante)

Retorno: ponto flutuante

c**Descrição:** função que retorna $\sqrt{1+x^4}$ **Parâmetros:** x (ponto flutuante)**Retorno:** ponto flutuante**d****Descrição:** função que retorna $\text{seno}(x^2)$ **Parâmetros:** x (ponto flutuante)**Retorno:** ponto flutuante**e****Descrição:** função que retorna $\text{cosseno}(e^{-x})$ **Parâmetros:** x (ponto flutuante)**Retorno:** ponto flutuante**f****Descrição:** função que retorna $\text{cosseno}(e^{-x}) \cdot x$ **Parâmetros:** x (ponto flutuante)**Retorno:** ponto flutuante**g****Descrição:** função que retorna $\text{cosseno}(e^{-x}) \cdot (0.005 \cdot x^3 + 1)$ **Parâmetros:** x (ponto flutuante)**Retorno:** ponto flutuante

igual

Descrição: função que retorna se dois números a e b são iguais a menos de

um erro ϵ

Parâmetros: a (ponto flutuante)

b (ponto flutuante)

ϵ (ponto flutuante)

Retorno: 0 se os números forem considerados diferentes, outro valor

inteiro

se os números forem considerados iguais

boba

Descrição: função que realiza operações inúteis com o objetivo de aumentar

o tempo de processamento

Parâmetros: não possui

Retorno: não possui

subproblema_resolvido

Descrição: função que recebe atribui o valor de retorno do subproblema a

resposta caso o subproblema seja o intervalo de integração

completo e incrementa o valor de retorno do intervalo “pai” do

subproblema resolvido com a resposta computada

Parâmetros: inter (t de intervalo)

Retorno: não possui

Projeto das Soluções

(Função específica da versão sequencial)

integral

Descrição: função que enquanto houverem subproblemas a serem resolvidos,

retira o subproblema t que está no topo da pilha. Se ele já

tiver sido resolvido, chama a função `subproblema_resolvido` para

t , senão cria dois subproblemas cada um com uma metade contínua

do intervalo t .

Caso a área t seja igual a soma das áreas dos subintervalos a

menos de um erro, chamo a função `subproblema_resolvido` para t ,

caso contrário empilho os dois subintervalos

Parâmetros: não possui

Retorno: não possui

Projeto das Soluções

(Função específica da versão concorrente)

integral

Descrição: função a ser passada como parâmetro na criação das threads que

possui um loop. Nele ela testa (com exclusão mútua) se ainda há

subproblemas a serem resolvidos e se eles estão esperando na

pilha. Se ainda há subproblemas a serem resolvidos, mas nenhum

deles está esperando na pilha a função entra no modo “wait” com

a variável de condição cond. Quando a função é acordada caso não

tenham mais subproblemas a serem resolvidos ela sai do loop,

caso o contrário e exista algum subproblema na pilha, ela retira

o subproblema t que está no seu topo. Se ele já tiver sido

resolvido, chama a função subproblema_resolvido (com exclusão

mútua) para t e chama broadcast para cond, senão cria dois

subproblemas cada um com uma metade contínua do intervalo t.

Caso a área t seja igual a soma das áreas dos subintervalos a

menos de um erro, chamo a função
subproblema_resolvido (também
com exclusão mútua) para t e chamo broadcast
para cond, caso
contrário empilho os dois subintervalos (com
exclusão mútua) e
chamo broadcast para cond.

Parâmetros: não possui

Retorno: não possui

Testes Realizados

Formato da entrada

Versão sequencial: 7 linhas, uma para cada função, cada uma contendo 3 números reais (**a**, **b**, **e**) representando respectivamente o início do intervalo de integração, o final do intervalo de integração e o erro máximo aceitável.

Versão concorrente: 7 linhas, uma para cada função, cada uma contendo 3 números reais (**a**, **b**, **e**) representando respectivamente o início do intervalo de integração, o final do intervalo de integração e o erro máximo aceitável e um número inteiro **t** representando o número de threads a serem criadas.

Os arquivos com as entradas utilizadas e saídas obtidas estão na pasta *testes* de cada versão.

Resultados

Sequencial — média de 3 execuções

função	a	b	e	integral	inicialização	processamento	total
a	1.235	20.36789	1e-7	225.7957490260	0.000234683	0,000003894	0,000003894
b	0.273	0.986	1e-9	0.5142699701	0.000007391	0,002751191	0,002751191
c	10.273	37.9867	1e-5	17910.1115242010	0,000010173	0,000850121	0,000850121
d	-2.37	0.978	1e-6	0.7666682529	0,000019391	0,000406345	0,000406345
e	-2.37	0.978	1e-7	0.3504551127	0,000004292	0,001022657	0,001022657
f	-2.37	0.978	1e-8	0.9818998396	0,000001907	0,002597332	0,002597332
g	-2.37	100.978	1e-9	130062.5260201833	0,000003338	0,06471928	0,06471928

2 threads — média de 3 execuções

função	a	b	e	integral	inicialização	processamento	total
a	1.235	20.36789	1e-7	225.7957490260	0,000120443	0,000421556	0,000421556
b	0.273	0.986	1e-9	0.5142699701	0,000010844	0,003248395	0,003248395
c	10.273	37.9867	1e-5	17910.1115242010	0,000010284	0,002774901	0,002774901
d	-2.37	0.978	1e-6	0.7666682529	0,000032936	0,000878972	0,000878972

e	-2.37	0.978	1e-7	0.3504551127	0,000011666	0,001826816	0,001826816
f	-2.37	0.978	1e-8	0.9818998396	0,000005951	0,002685742	0,002685742
g	-2.37	100.978	1e-9	130062.5260201833	0,000003557	0,094279112	0,094279112

4 threads — média de 3 execuções

função	a	b	e	integral	inicializaçã o	processamento	total
a	1.235	20.36789	1e-7	225.7957490260	0,000125097	0,000533694	0,000533694
b	0.273	0.986	1e-9	0.5142699701	0,000009724	0,002889357	0,002889357
c	10.273	37.9867	1e-5	17910.1115242010	0,000011435	0,002368961	0,002368961
d	-2.37	0.978	1e-6	0.7666682529	0,000039447	0,000975045	0,000975045
e	-2.37	0.978	1e-7	0.3504551127	0,000009847	0,001170793	0,001170793
f	-2.37	0.978	1e-8	0.9818998396	0,000003521	0,001914588	0,001914588
g	-2.37	100.978	1e-9	130062.5260201833	0,000003515	0,065747312	0,065747312

Corretude — média de 3 execuções

função	a	b	e	Wolfram Alpha	Sequencial	2 threads	4 threads
a	1.235	20.36789	1e-7	225.796	225.79574902	225.795749	225.795749

					60	0260	0260
b	0.273	0.986	1e-9	0.51427	0.5142699701	0.5142699701	0.5142699701
c	10.273	37.9867	1e-5	17910.1	17910.1115242010	17910.1115242010	17910.1115242010
d	-2.37	0.978	1e-6	0.766684	0.7666682529	0.7666682529	0.7666682529
e	-2.37	0.978	1e-7	0.350456	0.3504551127	0.3504551127	0.3504551127
f	-2.37	0.978	1e-8	0.981901	0.9818998396	0.9818998396	0.9818998396
g	-2.37	100.978	1e-9	130063	130062.5260201833	130062.5260201833	130062.5260201833

Lei de Amdahl — média de 3 execuções

função	a	b	e	ganho sequencial	ganho 2 threads	ganho 4 threads
a	1.235	20.36789	1e-7	1	0,009237207	0,007296316
b	0.273	0.986	1e-9	1	0,846938565	0,952181056
c	10.273	37.9867	1e-5	1	0,30636084	0,358858166
d	-2.37	0.978	1e-6	1	0,462295727	0,416744868
e	-2.37	0.978	1e-7	1	0,559802958	0,873473791
f	-2.37	0.978	1e-8	1	0,967081723	1,356601002
g	-2.37	100.978	1e-9	1	0,686464675	0,984363893

Implementação

<https://github.com/LeticiaFCS/IntNumericaRetangular>