

CIV 2802 – Sistemas Gráficos para Engenharia – 1º Semestre – 2008

Trab4: Difusão Térmica 1D pelo Método dos Elementos Finitos

O trabalho tem duas etapas:

(a) Complementação de um programa de elementos finitos desenvolvido em MATLAB, onde 22 trechos foram retirados (identificados pelo comentário %%% COMPLETE AQUI ## %%%).

(b) Análise de um exemplo de condutividade térmica em uma barra (mesmo exemplo do Trab2).

(a) Complementação do programa de elementos finitos 1D

O programa desenvolvido é baseado nos códigos disponíveis no sítio da internet associado ao livro de Fish, J. & Belytschko, T., *A First Course in Finite Elements*, John Wiley & Sons, 2007. Esses códigos estão mostrados no capítulo 12 do livro, *Finite Element Programming with MATLAB*. Em particular os códigos referentes ao capítulo 5, *Finite Element Formulation for One-Dimensional Problems*, foram utilizados. Este capítulo está disponível em formato PDF:

<ftp://ftp.tecgraf.puc-rio.br/pub/users/lfm/AFirstCourseInFiniteElements-Ch12-MATLAB.pdf>.

A notação das variáveis adotada no programa segue a apostila de Frind, E.O., *Groundwater Modelling (Numerical Methods)*, Lecture Notes Earth 456/656, Department of Earth Sciences, University of Waterloo, 1995.

Para a complementação do programa é necessário um entendimento do código incompleto apresentado. **Esse entendimento faz parte do trabalho.** Abaixo está uma lista dos arquivos que compõem o programa, com um descrição sucinta de cada arquivo:

include_gblrefs.m	Contém descrições sucintas das variáveis globais do programa.
diffusion1D.m	Rotina principal do programa.
preprocessor.m	Define o arquivo de entrada de dados do problema.
setup_ID_LM.m	Monta o vetor de reordenação nodal e matriz de espalhamento das matrizes locais dos elementos nas matrizes globais.
initsolution.m	Inicializa o vetor das soluções nodais com base nas condições iniciais fornecidas.
elem1D_mtx.m	Monta as matrizes locais de um elemento finito. <i>Este arquivo tem que ser complementado (complementações com números 01, 02, 03 e 04).</i>
Nmatrix1D.m	Avalia funções de forma de um elemento finito para uma dada posição em coordenada física (Cartesiana). <i>Este arquivo tem que ser complementado (complementações com números 05 e 06).</i>
Bmatrix1D.m	Avalia derivadas das funções de forma de um elemento finito para uma dada posição em coordenada física (Cartesiana). <i>Este arquivo tem que ser complementado (complementações com números 07 e 08).</i>
assembly_mtx.m	Adiciona a contribuição das matrizes locais de um elemento finito na matrizes globais. <i>Este arquivo tem que ser complementado (complementações com números 09 e 10).</i>
naturalBC.m	Adiciona a contribuição das condições de contorno naturais no vetor de carregamento global.
sourceloads.m	Chama as funções que adicionam no vetor de carregamento global as contribuições de fontes externas de calor, pontuais ou distribuídas, aplicadas nos elementos.
elem1D_enl.m	Monta o vetor de carregamento equivalente nodal (<i>equivalent nodal load</i>) local de um elemento finito. <i>Este arquivo tem que ser complementado (complementações com números 11 e 12).</i>

assembly_enl.m	Adiciona a contribuição do vetor de carregamento equivalente nodal local de um elemento finito no vetor de carregamento global. <i>Este arquivo tem que ser complementado (complementação com número 13).</i>
solve_uf_Fc.m	Particiona e resolve o sistema de equações globais. <i>Este arquivo tem que ser complementado (complementações com números 14, 15, 16, 17 e 18).</i>
postpro_transient.m	Faz o pós-processamento da resposta transiente do problema: abre uma janela e desenha um gráfico da resposta do campo principal ao longo do domínio 1D para cada passo de tempo.
postpro_steady.m	Faz o pós-processamento da resposta permanente (<i>steady-state</i>) do problema: abre duas janelas e desenha gráficos da resposta do campo principal e do fluxo ao longo do domínio 1D. Se existir uma resposta analítica do problema, elas são desenhadas superpostas às respostas numéricas em regime permanente. <i>Este arquivo tem que ser complementado (complementações com números 19, 20, 21 e 22).</i>
input_fluxodireita_04elem_linear.m	Exemplo de um modelo de 4 elementos lineares com fluxo aplicado na extremidade direita.
input_fluxoesquerda_04elem_linear.m	Exemplo de um modelo de 4 elementos lineares com fluxo aplicado na extremidade esquerda.
input_extrab2_04elem_linear.m	Exemplo do modelo do trabalho 2 com um modelo de 4 elementos lineares.
input_extrab2_02elem_quadrat.m	Exemplo do modelo do trabalho 2 com um modelo de 2 elementos quadráticos.
mesh_elem_linear.m	Gera o vetor de coordenadas nodais e tabela de incidência nodal dos elementos finitos lineares.
mesh_elem_quadrat.m	Gera o vetor de coordenadas nodais e tabela de incidência nodal dos elementos finitos quadráticos.

Os arquivos indicados estão disponíveis na *homepage* da disciplina:

<http://www.tecgraf.puc-rio.br/~lfm/civ2802-081> pelo *link*:

<ftp://ftp.tecgraf.puc-rio.br/pub/users/lfm/civ2802-081-trab4-incompleto.zip>.

(b) Análise de um exemplo de condutividade térmica em uma barra

Este exemplo é o mesmo adotado no segundo trabalho (Trab2). Esta análise deve ser apresentada na forma de um relatório com comparações com resultados baseados em diferenças finitas (Trab2), observações e críticas relativas aos resultados das simulações realizadas com o programa de elementos finitos. As simulações devem variar o número de nós dos modelos e o tipo de elemento finito (linear ou quadrático). Deve-se analisar modelos com 1, 2, 4, 6, 8 e 10 elementos (lineares e quadráticos).

Os arquivos de dados de entrada para o programa de elementos finitos com 4 elementos lineares e 2 quadráticos estão disponíveis. Os outros modelos podem ser criados modificando-se estes arquivos.

A análise também tem por objetivo testar a implementação do programa e comparar com os resultados obtidos por diferenças finitas do programa do Trabalho 2.