

Cálculo numérico por quadárvores

A moderna Engenharia utiliza o método dos elementos finitos como um poderoso instrumento de simulação e análise. Para isso desenvolvem-se técnicas de automatização e representação visando uma crescente versatilidade do sistema computacional. Basicamente, este sistema compreende três fases sucessivas: pré-processamento, processamento de análise e pós-processamento.

A dissertação de doutoramento do Eng.º Adelino Silva, preparada no Grupo de Engenharia Sistemática da F. C. T./U. N. L. e intitulada «Contribuição para a Integração de Representação Gráfica e Análise em Elementos Finitos», centrou-se na ideia fundamental de integrar o cálculo gráfico (pré e pós-processamento) e o cálculo numérico de elementos finitos num único modelo, com uma só estrutura de dados dinâmica, baseada numa decomposição hierárquica e recursiva de quadárvores (quadrees). Sendo orientador do doutorando, apraz-me registar o elevado nível científico atingido no trabalho desenvolvido, que constitui uma frutuosa contribuição no âmbito do projecto assistido por computador (CAD), em geral, e no cálculo de distribuições de campo eléctrico, em particular.

Na área do pré-processamento a dissertação introduz a modelagem geométrica por intermédio de **quadárvores de região**, a partir da definição das quadárvores PM_1 (por três critérios de complexidade), algoritmos de clipping para construção dos quadrantes (algoritmo de Cohen-Sutherland com teste de ângulo), percurso pré-ordem da árvore quaternária segundo a expressão-DF (depth first), relações de vizinhança (vizinhos normais e diagonais, vizinhança restrita, irmãos e vizinhos próprios), geração da malha hierárquica e sua adequação à solução por elementos finitos.

Todavia, a digitalização da fronteira do espaço, em consequência da malhagem gerada, traduz-se na redução da precisão final para um dado nível de discretização, relativamente a outros modelos que usam aproximações mais exactas das fronteiras. Por isso a tese propõe uma nova representação pelo conceito de **quadárvore de vector**, onde os lados resultantes da partição na fronteira possuem orientação.

A identificação de um certo número de casos particulares estabelece uma heurística que permite substituir os quads críticos na análise de elementos finitos (com mau factor de forma) por quads irregulares perfeitamente adoptados à fronteira: uma vez obtida a malhagem regular (não adaptada à fronteira) procede-se a operações de ajuste por esses elementos primitivos.

Com um ou outro tipo de pré-processamento faz-se a análise de elementos finitos, segundo os conhecidos métodos directos (eliminação de Gauss ou factorização de Choleski) ou conforme os métodos iterativos ou ainda os recentes métodos de pré-condicionamento. A malhagem em quadárvores revela-se vantajosa na solução frontal de assemblagem das equações e sua eliminação, possibilitando desenvolver técnicas de sub-estruturação e de redução da largura da frente. Além disso, as características dinâmicas da estrutura viabilizam a análise adaptativa, em especial com a quadárvore de região.

No pós-processamento, devido à imposição automática da fronteira (condições de Dirichlet ou de Neumann em equações do tipo elíptico), são traçadas as linhas equipotenciais ou as linhas isocampo, com base na resolução e refinamento local da malha quadárvore utilizada no cálculo numérico, que também serve para o traçado dos contornos do espaço.

A fácil extensão do sistema ao espaço tridimensional significa uma propriedade importante, havendo uma equivalência directa das quadárvores (quadrees) no espaço bidimensional com as octárvores (octrees), estruturas hierárquicas de cubos (em vez de quadrados). Igualmente interessante é a possível implementação desta tecnologia em hardware (máquinas de elementos finitos) e também o evidente processamento paralelo, com vista a reduzir substancialmente o tempo das análises complexas.

Em resumo, trata-se de um trabalho de investigação científica com relevante significado tecnológico.

H. D.-R.