

SIMULAÇÃO FÍSICA DA TRANSFORMAÇÃO ENTRE OBJECTOS ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DINÂMICA DE EQUILÍBRIO EM IMAGENS

Raquel Ramos Pinho, João Manuel R. S. Tavares

LOME-Laboratório de Óptica e Mecânica Experimental
DEMEGI-Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial
FEUP-Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, R. Dr. Roberto Frias, 4200-465, Porto, Portugal
E-mail: {rrpinho@hotmail.com, tavares@fe.up.pt}

RESUMO

Nesta apresentação será abordada uma metodologia que utiliza a resolução da equação dinâmica de equilíbrio para determinar o campo de deslocamentos entre imagens de objectos deformáveis. Assim, atendendo às propriedades físicas do material virtual utilizado na modelação podem ser determinadas formas intermédias entre dois objectos dados, e também pode ser calculada a energia de deformação entre os referidos objectos. A referida metodologia pode, também, permitir a análise exclusiva das componentes não rígidas do movimento/deformação.

Desta forma, através da resolução da equação dinâmica de equilíbrio é feita uma simulação física do movimento/deformação sofrida entre os objectos dados, que pode ser representada com intensidades, globais ou locais, que traduzem em cada instante as forças aplicadas no modelo ou os valores da energia de deformação do mesmo. Este processo poderá ser antecedido pela aplicação da transformação rígida associada ao movimento/deformação, o que permite que possa ser simulada apenas a acção das componentes não rígidas no referido movimento/deformação. Também, o processo apresentado poderá ser aplicado entre dois objectos distintos, ou entre duas formas diferentes do mesmo objecto.

Assim, pressupondo a modelação física dos objectos por intermédio do Método dos Elementos Finitos, o estabelecimento de correspondências de parte dos nodos de duas imagens pela análise dos seus deslocamentos no respectivo espaço modal ((Sclaroff, 1995), (Tavares, 2000)) e a resolução da equação dinâmica de equilíbrio (Pinho, 2002), são representadas as intensidades das cargas aplicadas em cada nodo ao longo do movimento/deformação, ou os níveis de energia da deformação global e local entre os modelos (figura 1).

Na apresentação serão abordada a modelação utilizada, a metodologia considerada para a determinação dos emparelhamentos, os métodos de integração utilizados para a resolução numérica da equação de equilíbrio, as soluções utilizadas para estimar de forma adequada o deslocamento inicial, a velocidade inicial, e as cargas envolvidas na transformação, os procedimentos empregues para resolver os problemas associados aos nodos não emparelhados com êxito pela análise modal, assim como a transformação rígida que pode ser aplicada antes da resolução da equação de Lagrange. Também, serão apresentados vários exemplos de resultados experimentais obtidos (figuras 2 a 4) e as respectivas conclusões.

O interesse do trabalho desenvolvido é testemunhado pela diversidade de aplicações, das quais se poderá destacar, por exemplo, as da área da imagem médica. Assim, a metodologia apresentada pode ser aplicada para calcular e representar a deformação (global ou local) no *morphing* entre dados segundo princípios físicos, na segmentação de regiões em imagens, na reconstrução 3D de objectos a partir de cortes (imagens 2D), etc.

As contribuições inovadoras deste trabalho consistem nas estimativas feitas para os dados iniciais (não é conhecida nenhuma informação adicional sobre os objectos ou sobre o seu

movimento/deformação), na solução encontrada para permitir a consideração de imagens com alguns nodos não emparelhados por análise modal, e na possibilidade de visualizar apenas a acção das componentes não rígidas do movimento/deformação simulada.

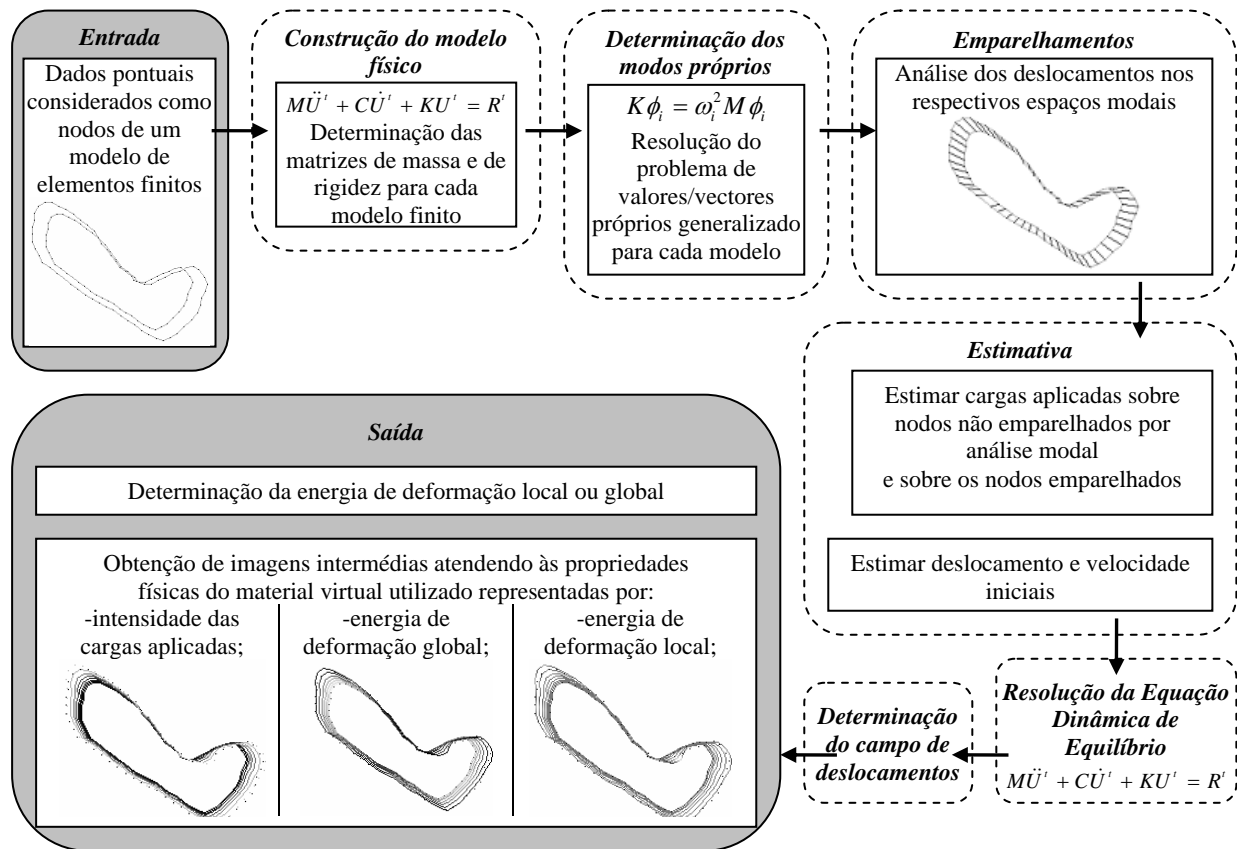


Figura 1. Diagrama da metodologia adoptada para simular o movimento/deformação entre objectos em imagens



Figura 3. Exemplo de deformação obtida por simulação, representada de acordo com a intensidade das cargas aplicadas



Figura 4. ...a energia de deformação global



Figura 5. ...energia de deformação local

REFERÊNCIAS

- Pinho, R., *Dissertação submetida para a atribuição do grau de mestre: Determinação do Campo de Deslocamentos a partir de Imagens de Objectos Deformáveis*, FCUP, FEUP, Universidade do Porto, 2002.
- Sclaroff, S., *PhD Thesis: Modal Matching: A Method for Describing, Comparing, and Manipulating Digital Signals*, MIT, 1995.
- Tavares, J., *Tese de Doutoramento: Análise de Movimento de Corpos Deformáveis usando Visão Computacional*, FEUP, 2000.
- Pinho, R., Tavares, J., *Resolução da Equação de Equilíbrio entre Imagens de Objectos Deformáveis*, VII Congresso de Mecânica Aplicada e Computacional, Universidade de Évora, 2003.