

O objetivo deste trabalho é analisar dados de tensão (stress) e deformação (strain) obtidos de amostras de phantoms elásticos que mimetizam tecidos moles. Esses dados foram coletados a partir de um ensaio mecânico realizado com o equipamento TA.XTplus, Stable Micro Systems, como demonstrado durante a visita ao laboratório de ultrassom. Foram coletados dados de três phantoms diferentes, cada um com uma rigidez distinta.

Com os mesmos materiais, foram construídos phantoms em formato de paralelepípedo, nos quais realizamos experimentos de elastografia por onda de cisalhamento. Para gerar a onda de cisalhamento, utilizamos um transdutor de ultrassom linear. Um pulso acústico focalizado de alta intensidade foi aplicado, gerando uma força de radiação acústica que causou uma perturbação mecânica localizada no phantom (deslocamento). Essa perturbação inicial propagou-se como uma onda de cisalhamento através do material, permitindo a análise da propagação da onda e a subsequente obtenção de parâmetros biomecânicos.

Sugere-se a utilização da linguagem de programação Python, com as bibliotecas Numpy, Pandas, Scipy e Matplotlib (veja mais em: <https://www.scipy.org>). Alternativamente, também pode ser utilizado o software MATLAB para os cálculos.

Tarefas:

1. Análise de Tensão e Deformação:

Acesse os dados disponíveis no arquivo TensaoDeformacao.xls e gere gráficos de tensão (eixo Y) por deformação (eixo X). A partir desses gráficos, estime o módulo de Young para cada material por meio de um ajuste linear da curva. Os phantoms foram denominados de P_1, P_2 e P_3. Considere que os materiais são elásticos, isotrópicos, lineares e homogêneos.

2. Mapas de Deslocamento:

Carregue os mapas (ou imagens) de deslocamentos gerados em resposta ao feixe ultrassônico focalizado. Esses mapas de deslocamento para cada phantom estão disponíveis nos arquivos “SRF-SWE-Phantom_XX.mat”. Neste caso, os phantoms foram denominados de phantom P_A, P_B e P_C. O documento “OpenShearWaveData.py” é um exemplo de como abrir as imagens em Python.

3. Estrutura dos Mapas de Deslocamento:

Em cada arquivo “.mat”, os mapas de deslocamento estão armazenados na variável disp_map(162,128,148). Esta variável é uma matriz tridimensional, onde há 148 frames, com 162 linhas e 128 colunas por frame. Cada imagem mostra a posição da onda de cisalhamento em um instante diferente após o pulso de força de radiação acústica focalizado. As imagens de ultrassom foram adquiridas a uma taxa de 10.000

frames por segundo ($dt = 0,0001$ s). A imagem tem uma dimensão lateral de 38,4 mm ($dx = 0,2977$ mm) e uma dimensão axial (profundidade) de 15 mm ($dz = 0,1885$ mm).

4. Cálculo da Velocidade da Onda de Cisalhamento:

Escreva um algoritmo para calcular a velocidade de propagação da onda de cisalhamento. A sugestão é utilizar a técnica de tempo ao pico. Nesta abordagem, identifica-se o tempo necessário para a onda atingir um determinado ponto, e a velocidade é calculada como a razão entre a distância e o tempo.

5. Cálculo do Módulo de Young:

Calcule o módulo de Young para cada phantom a partir das velocidades das ondas de cisalhamento obtidas.

6. Correspondência entre Phantoms:

A partir dos dois conjuntos de análises, identifique a correspondência entre os phantoms P_1, P_2, P_3 e P_A, P_B, P_C. Explique como chegou a esse resultado.