

Segmentação da Parede da Aorta em Imagens de Ressonância Magnética de Tempo Real

Gustavo Maia Queiroz de Mendonça (gmaia.ene@gmail.com)
 João Luiz Azevedo de Carvalho (joaoluiz@pgea.unb.br)

Departamento de Engenharia Elétrica
 Universidade de Brasília, Brasília-DF, Brasil

Introdução

- ▶ Variabilidade do débito sistólico (VDS)
 - ▶ Complementa o estudo do controle do sistema autônomo sobre o sistema cardiovascular
 - ▶ Não há padrão-ouro estabelecido para a sua medição *in vivo*
- ▶ Ressonância magnética de tempo real
 - ▶ Consegue medir a VDS não invasivamente
 - ▶ Vantagens:
 - ▶ Alta resolução temporal: 56 ms
 - ▶ Desvantagens:
 - ▶ Baixa resolução espacial: $3 \times 3 \text{ mm}^2$
 - ▶ Baixo contraste
 - ▶ Consequentemente: difícil segmentação
- ▶ Objetivo deste trabalho:
 - ▶ Melhorar a segmentação do fluxo
 - ▶ Melhorar precisão do cálculo da VDS

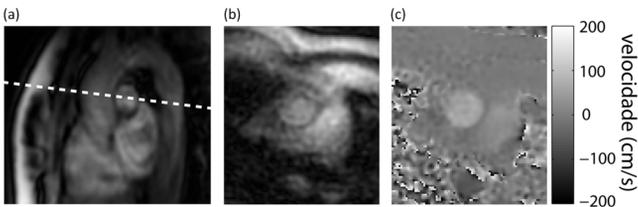


Figura 1: (a) Prescrição do plano de corte, perpendicular à aorta ascendente; (b) imagem morfológica obtida no plano de corte; e (c) mapa de velocidades no plano.

Metodologia

- ▶ O processamento de imagens e cálculos computacionais foram feitos no software MATLAB.
- ▶ Desenvolvimento de um novo método de segmentação dividido em duas etapas:
 - ▶ Localizar o centro geométrico da aorta;
 - ▶ Criar uma imagem modelo para a segmentação.

Localização do Centro Geométrico da Aorta

- ▶ Feita através de *templates*
 - ▶ *Template I*: valoriza o corpo da aorta
 - ▶ *Template II*: valoriza o contorno da aorta
- ▶ Processo iterativo direciona a localização do ponto de máxima correlação
 - ▶ Direcionamento feito pelo cálculo do centro de massa da combinação de imagens binarizadas definidas pelas características da imagem original

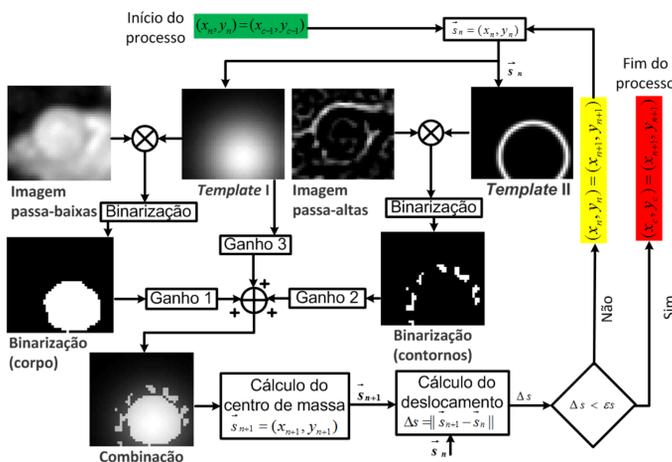


Figura 2: Diagrama do processo iterativo de localização do centro geométrico da aorta.

Localização do Centro Geométrico da Aorta

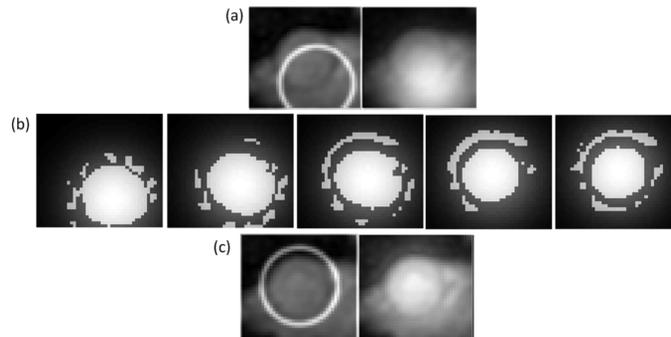


Figura 3: (a) Templates em posição inicial; (b) imagens combinadas para o cálculo do centro de massa em passos de 2 iterações; (c) templates em posição final.

Imagem Modelo e Segmentação

- ▶ Com o centro de massa encontrado no processo anterior, cria-se uma imagem modelo que é fruto da multiplicação entre:
 - ▶ Uma imagem passa-altas com *offset*: tem origem na subtração entre uma imagens passa-baixas (filtro Gaussiano) e a imagem original;
 - ▶ Uma Gaussiana, $G(x, y) = e^{-((x-x_c)^2 + (y-y_c)^2)/2R^2}$, com centro determinado no processo anterior e dimensões determinadas pelo raio R da aorta (em no. de pixels).

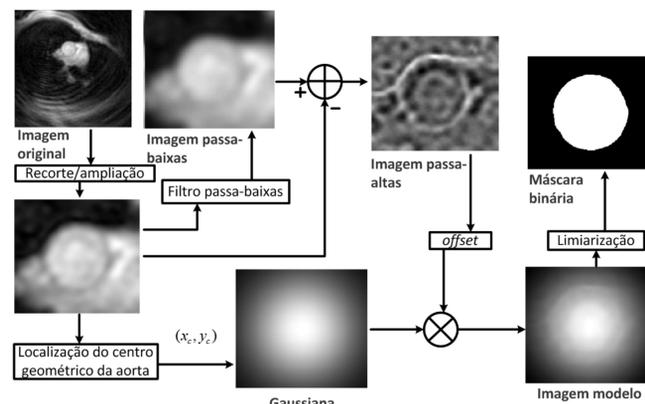


Figura 4: Diagrama do algoritmo de segmentação.

Resultados e Discussão

- ▶ Cada aquisição (conjunto de imagens) pode apresentar alto, médio ou baixo contraste.

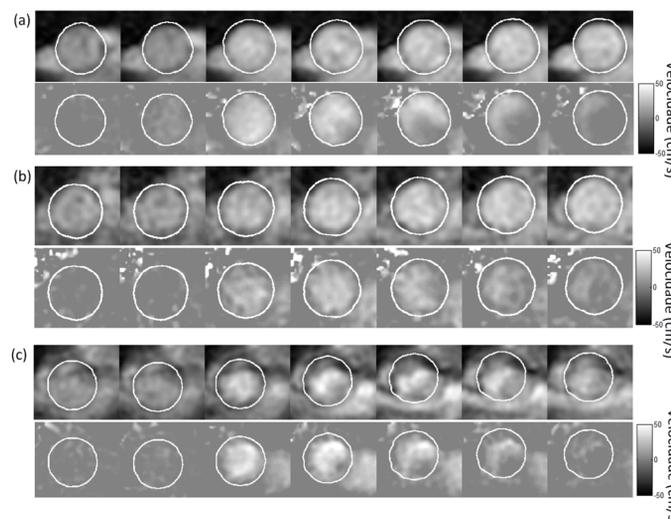


Figura 5: Segmentação para o instante de um batimento, (a) alto contraste; (b) médio contraste; (c) baixo contraste.

Resultados e Discussão

- ▶ De cada quadro, obtém-se o fluxo sanguíneo naquele instante, calculado através do mapa de velocidade e da máscara binária que fornece a área da região da aorta.

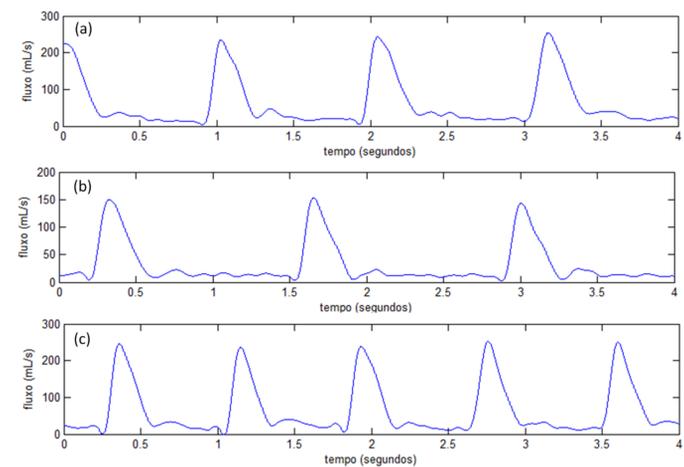


Figura 6: Curvas de fluxo associadas às aquisições da Figura 5. (a) alto contraste; (b) médio contraste; (c) baixo contraste.

- ▶ Erros de sobrestimação são tolerados desde que não incluam fluxos vizinhos
- ▶ Fluxo laminar permite pequenos erros de deslocamento e subestimação
- ▶ Um desvio de 10% do raio provoca um erro de aproximadamente 4% no fluxo

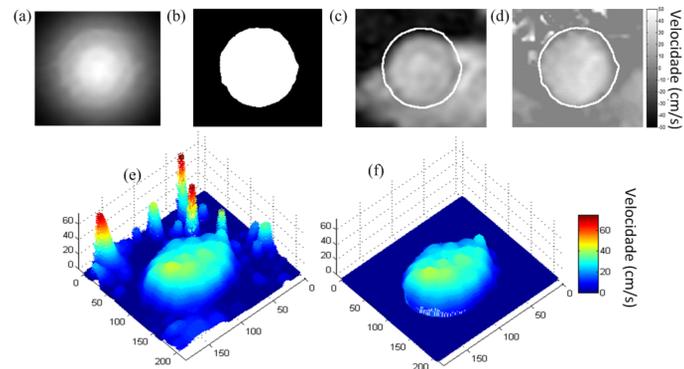


Figura 7: (a) Imagem modelo; (b) máscara binária. Contorno facilita a visualização da segmentação nos mapas de magnitude (c) e de velocidade (d). Representação 3D do mapa de fluxo e sua característica laminar, (e) não segmentada; e (f) segmentada.

Conclusões

Foi desenvolvido um novo método de segmentação para imagens de ressonância magnética em tempo real de fluxo aórtico, visando estimar o débito sistólico associado a cada batimento. O algoritmo se diferencia de métodos tradicionais por não dar enfoque a uma segmentação milimetricamente precisa da parede da aorta, mas sim em separar o fluxo aórtico dos fluxos vizinhos.

Apoio Financeiro

G. M. Q. Mendonça recebeu bolsa PIBIC (UnB/CNPq). Este projeto foi apoiado por recursos do Edital MCT/CNPq-Universal.