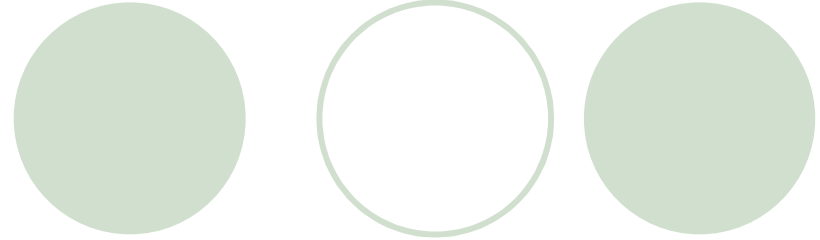
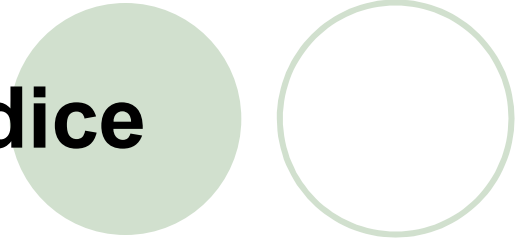


Sistema “open-source” de Segmentação e Volumetria de Estruturas

Luiz Eduardo Virgilio da Silva
Juliano Jinzenji Duque
Paulo Mazzoncini de Azevedo-Marques
pmarques@fmrp.usp.br

Centro de Ciências das Imagens e Física Médica (CCIFM)
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP)
Universidade de São Paulo (USP)

Índice



- Motivação
- Objetivos
- Metodologia
- Resultados
- Discussão

Motivação



- Exames tomográficos vem sendo muito utilizados para estudo de estruturas internas do corpo
 - Facilidade de realização do exame;
 - Método não-invasivo.
- Cálculo do volume de estruturas anatômicas é muito trabalhoso manualmente
 - Especialista contorna a região de cada corte

Motivação



- Técnicas automáticas de segmentação de imagens
 - As regiões das estruturas podem ser melhor detectadas;
 - Porém ainda necessitam de correção
 - Padrão Ouro.
 - Necessidade de estudar as técnicas de segmentação quanto a sua aplicabilidade em cada tipo de exame.

Objetivos



Neste contexto surge o **SVE** (Sistema de Volumetria de Estruturas)

- Sistema abrigará diversas técnicas de segmentação
 - O especialista escolhe a que melhor atende às suas necessidades para a prática clínica;
 - Pesquisadores podem testar suas técnicas de segmentação em diversos tipos de exames tomográficos.
- Sistema permite a correção manual da segmentação automática
 - Segmentação obtida pela técnica é corrigida manualmente;
 - Permite comparar o resultado da técnica com o padrão ouro.

Objetivos



- Sistema disponibiliza um relatório da segmentação
 - Volumetria parcial (corte) e total da estrutura;
 - Estimativas de erros (parciais e totais) da segmentação;
 - Para serem usados posteriormente em estudos.
 - Máscaras binárias das segmentações automática e corrigida;
 - Informações referentes ao exame
 - Tipo do exame;
 - Nome do paciente;
 - Especialista que realizou a segmentação;
 - Data e horário da segmentação
 - Permite realizar estudos intra e inter-usuários.

Metodologia



- Inicialmente foi obtido um protótipo
 - Disciplina de graduação do curso Informática Biomédica;
 - Possuía apenas a segmentação e correção.
- Posteriormente o sistema foi melhorado
 - Criadas as interfaces gráficas;
 - Implementadas:
 - Estimativas de erros;
 - Geração de relatório.
 - Implementadas novas técnicas de segmentação;
 - Integração e aperfeiçoamento do sistema.

Metodologia



- SVE foi criado como um *plugin* para o ImageJ;
 - Permite a utilização de ferramentas e bibliotecas do ImageJ;
 - Linguagem de programação Java
 - Tanto para novos *plugins* como o próprio ImageJ.
- O SVE está dividido em 3 pacotes principais
 - Pacote “sve”
 - Contém a classe utilizada para iniciar o *plugin* e os outros pacotes.
 - Além disso contém
 - Um diretório com as imagens de cursores utilizados na correção da segmentação;
 - As bibliotecas necessárias para execução e recompilação do SVE.

Metodologia

A decorative graphic at the top of the slide consists of two groups of three circles. The left group has a solid light green circle on the left, a white circle with a light green outline in the middle, and a solid light green circle on the right. The right group has a solid light green circle on the left, a white circle with a light green outline in the middle, and a solid light green circle on the right.

□ Pacote “principal”

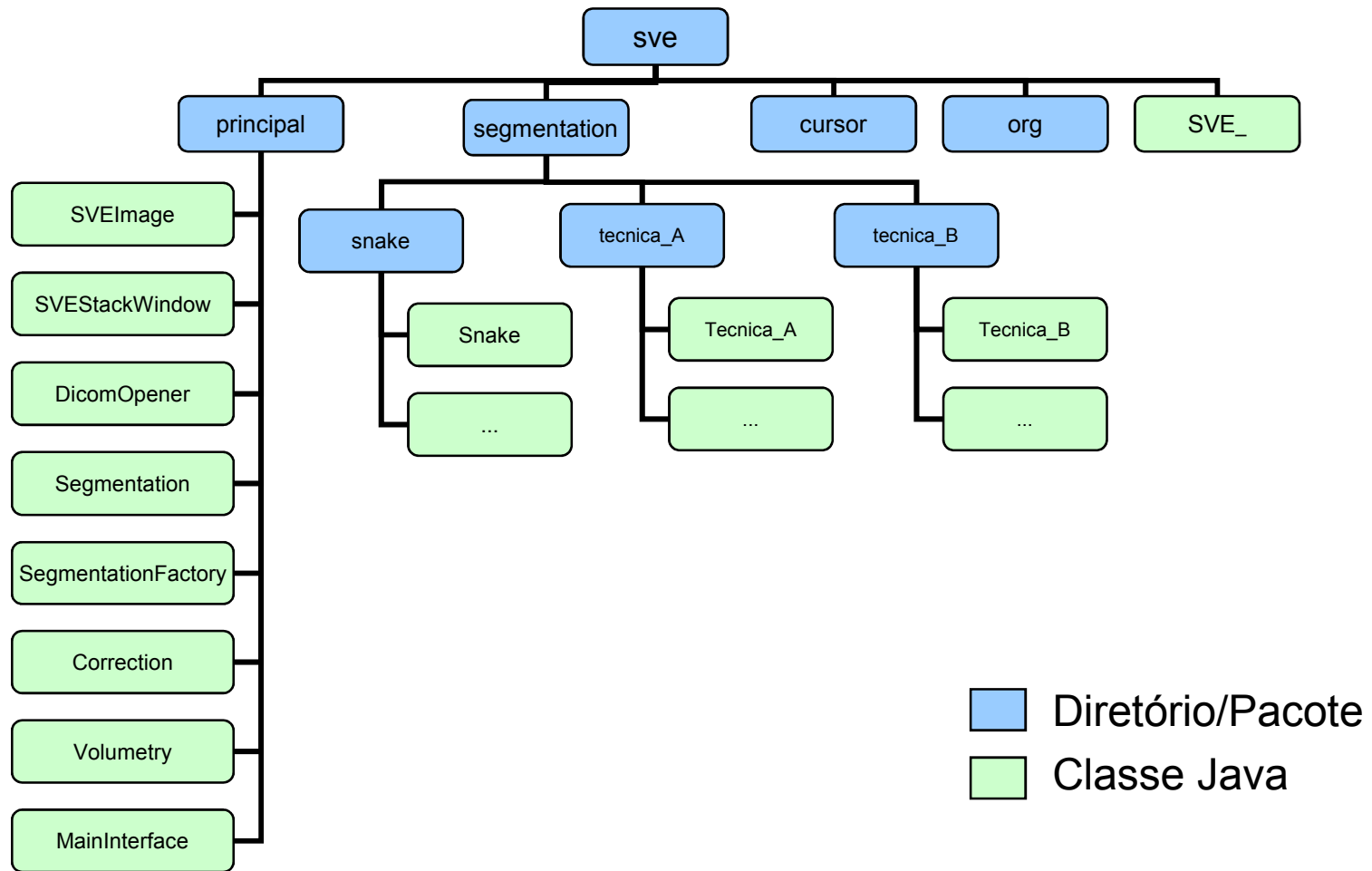
- Contém as classes que formam toda a estrutura do sistema

□ Pacote “segmentation”

- Neste pacote devem estar estruturadas todas as técnicas de segmentação;
- Sistema as reconhece automaticamente
 - Cada técnica deve implementar uma interface definida no pacote principal;
 - Uma estrutura de pacotes deve ser respeitada.

Metodologia

■ Estrutura de pacotes



Metodologia



- As estimativas de erro oferecidas são

- Distância Hausdorff

- Seja $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ e $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$,

$$H(A, B) = \max(h(A, B), h(B, A))$$

$$h(A, B) = \max_{a \in A} \min_{b \in B} \|a - b\|$$

- Calculada no final de toda a segmentação

Metodologia

- MDCP (*Mean Distance to the Closest Point*)
 - Dados os mesmos conjuntos A e B,

$$MDCP(A, B) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N DCP(a_i, B)$$

$$DCP(a_i, B) = \min \|a_i - b_j\|, j = 1, 2, \dots, N$$

- Calculada no final de toda a segmentação

Metodologia



Seja **A** a imagem segmentada por uma técnica qualquer e **B** a mesma imagem corrigida pelo usuário

□ True Positive: $TP = \frac{A \cap B}{A}$

□ False Positive: $FP = \frac{B - (B \cap A)}{A}$

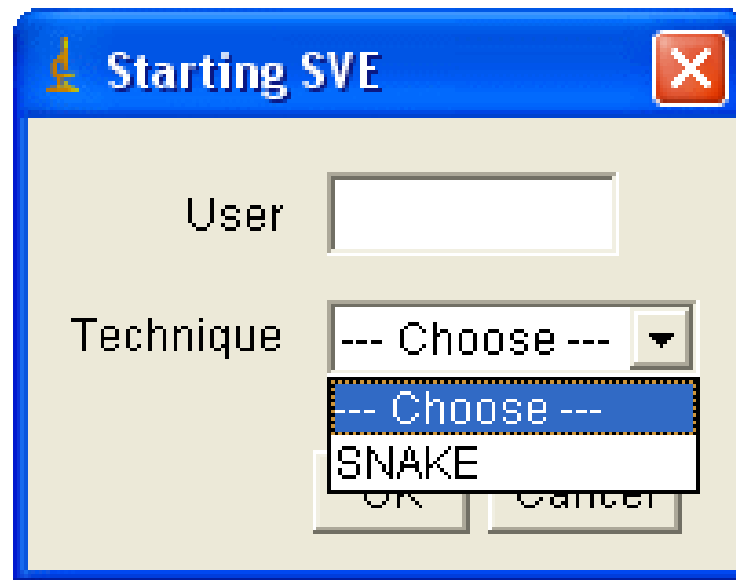
□ Accuracy: $ACC = \frac{A \cap B}{A \cup B}$

- Todas calculadas instantaneamente e exibidas na interface principal.

Resultados

■ Iniciando o sistema

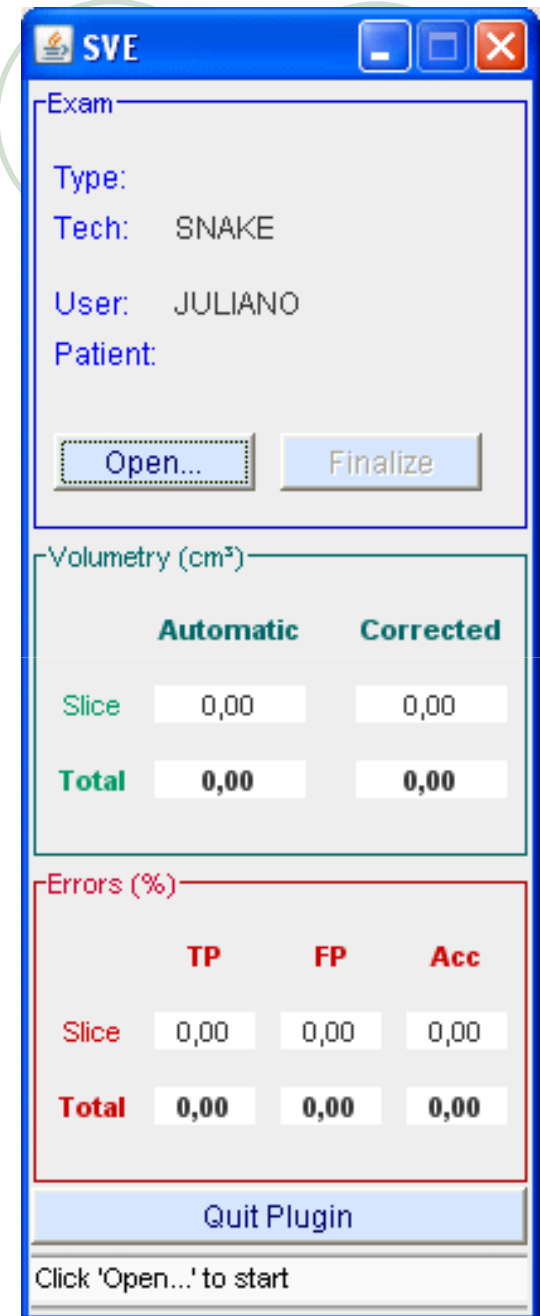
- Primeira tela ao iniciar o *plugin*;
- Definição do nome de usuário e técnica a ser utilizada.



Resultados

■ Abrindo um exame

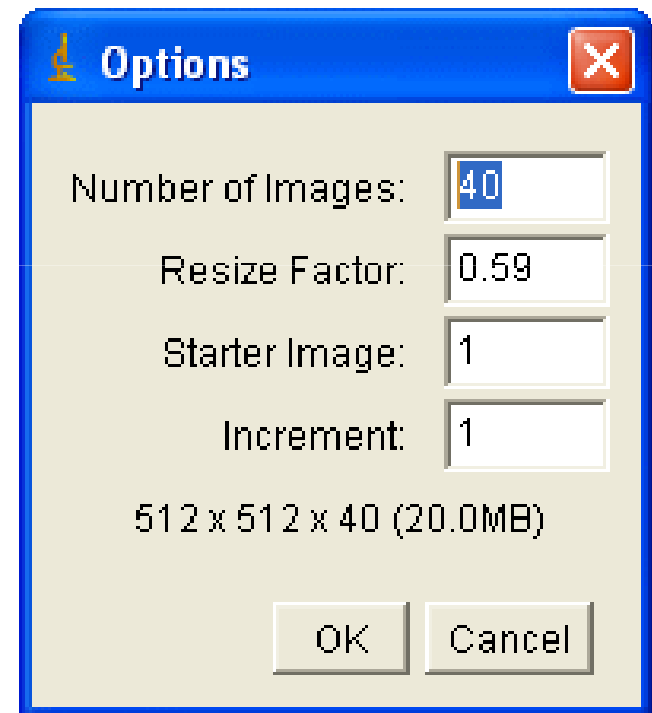
- ❑ Após iniciar, a interface principal do SVE é aberta;
- ❑ Informações do exame, de volumetria e erros são exibidas na interface (parciais e totais);
- ❑ Uma barra de status na parte inferior da interface indica a situação do sistema em cada etapa;
- ❑ Para abrir um exame, o usuário deve clicar em “Open...”.



Resultados

■ Escolhendo o exame

- Em seguida, o usuário deve especificar em que pasta estão as imagens do exame;
- Ao selecionar uma imagem qualquer do exame, o sistema exibe a interface ao lado;
- Nela, o usuário define quais imagens deseja carregar (imagem inicial, passo e total de imagens) e também um fator de escala que permite melhor adaptação à resolução atual.



Resultados

■ Pilha de imagens

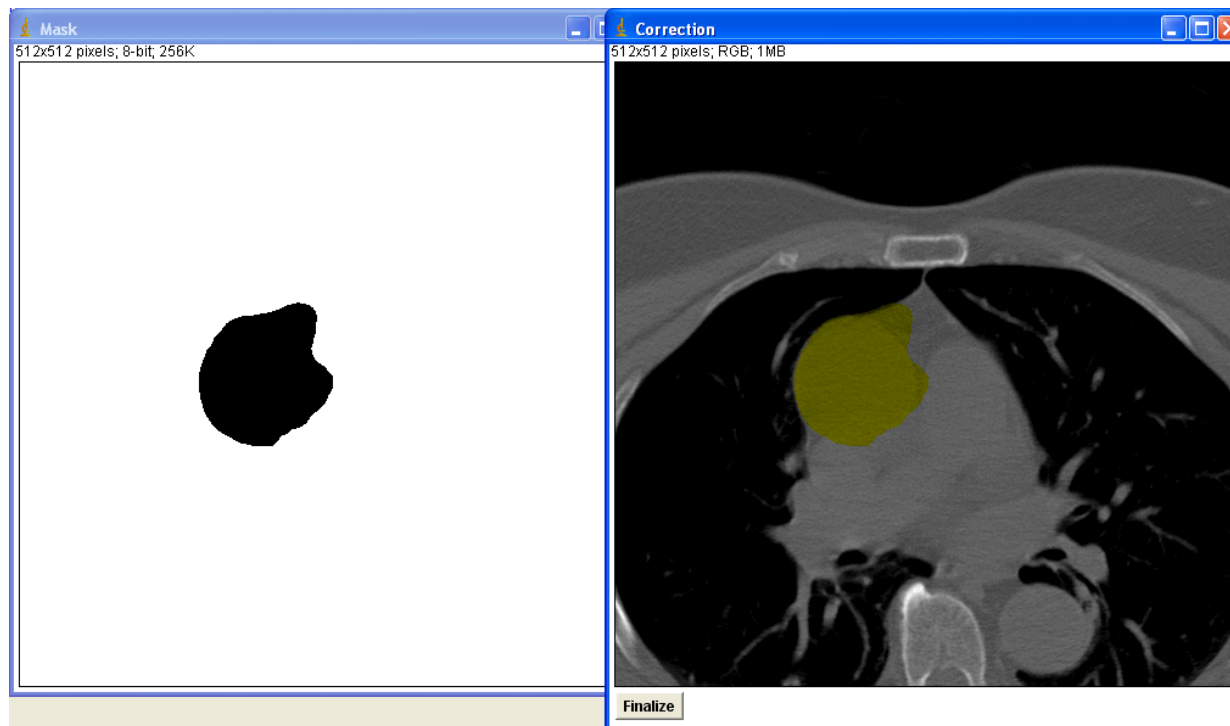
- Após isso, as imagens do exame são colocadas sequencialmente em uma janela (pilha);
- Para realizar uma segmentação, o usuário deve clicar no botão “Segment”. No caso da técnica “Snake”, o usuário deve antes traçar um contorno inicial (ferramenta do ImageJ).



Resultados

■ Corrigindo

- Em seguida, a pilha de imagens desaparece e, ao final da segmentação automática, inicia-se a correção (utilizando o mouse).



Resultados

■ Fatia segmentada

- ❑ Após a correção, a pilha de imagens reaparece com a segmentação marcada no corte recém segmentado;
- ❑ Também é possível visualizar as máscaras da segmentação.
- ❑ Na interface principal, as medidas de volumetria e erros são atualizadas.



Resultados



■ Finalizando a segmentação

- Ao término da segmentação de todos os cortes (fatias), o usuário deve clicar no botão “Finalize”.
 - Armazena todas as imagens e o relatório em um diretório;
 - Estrutura do diretório: Pasta do exame → Pasta com nome do usuário → pasta com data e hora da segmentação;
 - Permite que o exame seja realizado pelo mesmo usuário várias vezes e também por outros.



Discussão

■ Dupla finalidade

- Suporte aos pesquisadores de processamento de imagens;
 - Teste de eficiência de novas técnicas;
 - Disponibilidade de estimativas de erros;
 - Fácil inclusão de uma nova técnica.

- Suporte à especialistas na prática clínica.
 - Podem utilizar técnicas já testadas;
 - Disponibilidade de medidas volumétricas das estruturas de interesse, instantaneamente e no relatório final;