Topo-Shape 3: Um Algoritmo Aprimorado para Segmentação de Imagens via Análise de Sensibilidade Topológica

Roberta R. G. Pereira **Leandro F. Alves** **Jairo R. de Faria**

Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGEP
E-mail: robertargp2@gmail.com, leandrotschreck@gmail.com, jairo.rocha.faria@gmail.com

O algoritmo Topo-Shape 3 (TS3) utiliza Análise de Sensibilidade Topológica (AST) como técnica de segmentação. A segmentação de imagens via AST calcula sensibilidade a pequenas perturbações de uma função custo (baseado no funcional de Mumford-Shah) associada a uma segmentação específica da imagem. O valor associado à sensibilidade é chamado Derivada Topológica (DT).

Considerando-se a perturbação dada pela mudança de um *pixel* de uma região como sendo de uma classe de segmentação distinta de seus vizinhos, calcula-se a DT, obtendo a aproximação de primeira ordem da função custo. Se a DT for negativa, a função custo irá diminuir e teremos uma segmentação melhor que a anterior. O algoritmo continua até que o valor das derivadas topológicas sejam, idealmente, iguais a zero.

O algoritmo foi concebido integrando qualidades de dois dos mais relevantes algoritmos que utilizam AST como técnica de segmentação, a saber, o Topo-Shape 1 (TS1) e Sdt-Discrete (SD). A dinâmica dos algoritmos TS1 e SD é semelhante, mas algumas particularidades os diferenciam, gerando resultados com diferente desempenho computacional e qualidade de segmentação. Estas particularidades são:

- **Inicialização**: No SD, as classes são inicializadas vazias (sem *pixels*) e os valores que representam as classes são definidos entre 0 e 1. Já no TS1, o algoritmo é inicializado com uma segmentação, onde todas os *pixels* já estão classificados em uma das classes, e seus valores de intensidade são definidos como a média das intensidade dos *pixels*. No TS3, optou-se por utilizar a inicialização do TS1, pois durante experimentos notou-se que em imagens com objetos bem definidos a inicialização já oferecia uma boa segmentação, resultando em um melhor desempenho computacional.

- **Manipulação das classes**: a cada iteração, o algoritmo adiciona/remove *pixels* e é necessário atualizar os valores das classes. No SD o valor é incrementado e decrementado de 1, e então esses novos valores e o valor atual são testados na função custo. Aquele que obtiver o melhor resultado, será o valor usado na próxima iteração. No TS1 este valor é definido calculando a média das intesidades de cinza dos *pixels* da classe. No TS3 foi utilizado a manipulação de classes do TS1, pois em experimentos constatou-se que, em algumas situações, a manipulação de classes do SD fazia com que o algoritmo entrasse em *loop* infinito, especialmente quando as imagens apresentavam pouco contraste.

- **Correção de Bordas**: O algoritmo SD corrige o problema das bordas, adicionando um termo no cálculo para DT a fim de penalizar as bordas. O TS1 não corrige as bordas utilizando a AST, logo, no TS3 foi utilizada a correção de bordas do SD, obtendo-se, assim, um algoritmo que utiliza puramente AST.

Utilizando essa estrutura, o algoritmo TS3 mostrou resultados mais robustos do que os algoritmos SD e TS1.

Como exemplo, na segmentação da imagem abaixo

Palavras-chave: segmentação de imagens, análise de sensibilidade topológica, derivada topológica