

# Extração de Linhas em Imagens Digitais Usando o Conceito de Bordas Paralelas

Regina Ishibashi; Aluir Portifirio Dal Poz; Rodrigo Bruno Zanin



Departamento de Cartografia - UNESP/FCT  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
Campus de Presidente Prudente

e-mail: [regnet@prudente.unesp.br](mailto:regnet@prudente.unesp.br); [aluir@prudente.unesp.br](mailto:aluir@prudente.unesp.br); [zanin@pos.prudente.unesp.br](mailto:zanin@pos.prudente.unesp.br)

## Introdução

A extração de linhas em imagens digitais é uma importante operação, classificada como de baixo-nível, com várias aplicações importantes. Estas aplicações incluem a extração de rios e rodovias em imagens de baixa-resolução, como, por exemplo, as imagens de sensoriamento remoto do satélite Sino-Brasileiro CBERS. As linhas são também úteis na extração automática de rodovias em imagens aéreas de altíssima resolução (*pixels* menores que 0,7 m). Nesse caso, as linhas são extraídas em imagens re-amostradas em baixa resolução e usadas para guiar o processo de extração automática da malha viária na imagem original de alta-resolução. A extração desses tipos de objetos é muito importante para a captura de dados ou atualizações em Sistemas de Informações Geográficas (SIG). O termo 'extração' se refere ao processo de explicitar a informação de interesse, no caso, linhas e não somente gerar uma imagem binária contendo as linhas. Desta forma, este trabalho apresenta um estudo teórico, bem como a implementação computacional de um método para extração de linhas baseado em bordas paralelas.

## Conceitos de linhas em Imagens

As linhas são geralmente causadas por objetos alongados, podendo sua espessura variar de 1 ou 2 pixels (como um rio numa imagem CBERS) até dezenas de pixels (como uma rodovia em uma imagem aérea de alta-resolução). Modelos típicos para perfis claros são mostrados na figura 1.

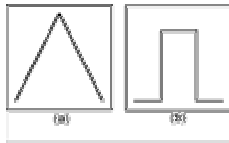


Fig. 1

O termo **extração** se refere tanto à **deteção** quanto ao **delineamento** da feição linear, podendo inclusive se referir ao problema de atribuir o significado à feição linear.

Uma linha pode confundir-se com a própria feição (por exemplo, uma rodovia em uma imagem CBERS) ou representar o eixo de simetria (por exemplo, uma rodovia em uma imagem Ikonos).

Resultado típico: uma ou mais linhas poligonais isoladas ou organizadas em rede.

Aplicações: extração de feições isoladas (rios, rodovias, curvas de nível etc.) e malhas (de drenagem, viária, fluvial etc.).

## Algumas Metodologias Existentes:

### •Extração de linhas baseadas em bordas paralelas

Para detectar linhas Steger propõe convolver a imagem com núcleos Gaussianos apropriados, conduzindo a uma descrição do espaço - escala do perfil linha, como segue:

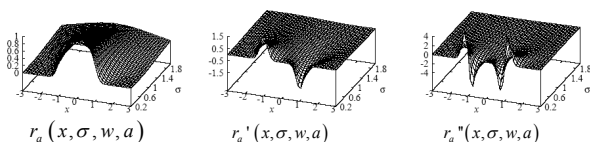
$$r_a(x, \sigma, w, a) = \phi_\sigma(x+w) + (a-1)\phi_\sigma(x-w)$$

$$r_a'(x, \sigma, w, a) = g_\sigma(x+w) + (a-1)g_\sigma(x-w)$$

$$r_a''(x, \sigma, w, a) = g_\sigma'(x+w) + (a-1)g_\sigma'(x-w)$$

Onde  $g_\sigma(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right)$  é o núcleo Gaussiano com desvio padrão  $\sigma$  e  $\Theta\sigma$  é  $\sigma$  a sua integral.

O comportamento de uma linha, com  $w=1$  e  $a=0$ , ao longo do espaço escala, é mostrado na figura a seguir:



Comportamento do espaço - escala da linha com  $a=0$  e  $w=1$

A Posição da linha é dada pelo máximo ou mínimo de  $r_a(x, \sigma, w, a)$ . Isto é, pelos pontos onde  $r_a'(x, \sigma, w, a) = 0$ . O valor de  $r_a''(x, \sigma, w, a)$

é utilizado para selecionar as linhas mais importantes. Desta forma é necessário estimar um desvio padrão ( $\sigma > w/\sqrt{3}$ ) que possibilita salientar as linhas. Para obter a direção em cada ponto da linha utiliza-se o auto-vetor correspondente ao auto-valor de maior magnitude da matriz Hessiana da imagem suavizada. Onde a matriz Hessiana é dada por:

$$H(x, y) = \begin{pmatrix} r_{xx} & r_{xy} \\ r_{xy} & r_{yy} \end{pmatrix}$$

Onde,  $r_{xx}$  é a derivada segunda em relação a direção  $x$  e  $r_{yy}$  é a derivada segunda em relação a  $y$ , e  $r_{xy}$  é a derivada mista, todas tomadas sobre a imagem suavizada.

Para extrair a largura da linha, as suas bordas são extraídas por processo de extração nas direções dadas pela matriz Hessiana.

### •Canny Modificado

Uma outra solução para extração de linhas é o detector de Canny. Baseia-se nos critérios de detecção, localização e na junção de respostas múltiplas de bordas. Como as linhas na imagem correspondem a máximos ou mínimos locais nas direções transversais às linhas (de cumeeira ou de vale, conforme o caso), uma imagem contendo somente linhas se assemelharia a uma imagem diferenciada contendo somente bordas. Isto ocorre porque os locais onde existem bordas de grau aparecerão como cumeeiras na imagem diferenciada. Assim, para um detector de linhas a etapa de diferenciação do detector de CANNY (1986) deve ser suprimida, permanecendo as demais.

## Resultado:

A figura 2 mostra um resultado obtido com Canny modificado.

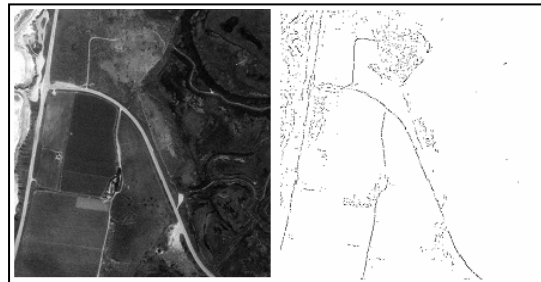


Figura 02: Teste com Canny - Modificado (a) Imagem original; (b) Resultado com detector de Linhas (Canny - Modificado).

## Considerações finais:

Ao se utilizar um detector de linhas, espera-se que, a partir de seu resultado final, possa encontrar os objetos de interesse com baixo nível de ambigüidade e com alto nível de precisão.

Pelos experimentos realizados, pode-se observar que o processo de detecção mostrou-se bastante flexível.

Por último, vale ressaltar que os resultados utilizando bordas paralelas estão em fase de estudo, logo não há resultados concretos, sendo deixada para ser apresentada em trabalhos futuros.

## Referências:

- CANNY, J. A Computational approach to edge detection, IEEE Pattern Analysis and machine Intelligence, Vol. 8, No. 6, pp. 679 - 698, 1986.
- DAL POZ, A. P. ; ZANIN, Rodrigo Bruno . Métodos contextuais e autônomos para a extração de linhas. In: IV Colóquio Brasileiro de Ciências geodésicas, 2005, Curitiba, PR. IV Colóquio Brasileiro de Ciências geodésicas. Curitiba, Pr: UFPr, 2005. v. 1. p. 1-6.
- STEGER, C, Subpixel - Precise Extraction of Lines and Edges, ISPRS, Vol. XXXIII, Amsterdam, 2000