

# Resumo do artigo de John Canny: A Computational Approach to Edge Detection

## Bacharelado em Ciência da Computação CI394 - Processamento de Imagens

Professora Olga Regina Pereira Bellon  
Tiago Rodrigo Kepe

21 de abril de 2010

### 1 Introdução

Canny [1] definiu um conjunto de requisitos que pode ser compartilhado por qualquer aplicação de detecção de bordas, conseguiu simplificar a análise de imagens e reduziu a quantidade de dados a serem processados.

Para isso, primeiramente foram eliminados os ruídos da imagem com um filtro Gaussiano, após é calculado o gradiente e a direção das bordas, as quais são discretizadas para uma direção que pode ser traçada na imagem, por último são aplicados os métodos de supressão não máxima e o de histerese.

### 2 Desenvolvimento

Canny [1] obteve sucesso em sua abordagem por ter definido bons parâmetros para detecção de bordas. Dois desses são definidos matematicamente para detecção de borda, o critério de detecção e o de localização. Um terceiro critério garante que o detector tenha apenas uma resposta para cada borda. O algoritmo é executado em passos para a detecção final da borda.

John Canny [1] estendeu o detector ótimo, que utiliza uma aproximação onde as bordas são marcadas com o máximo do gradiente de uma imagem suavizada com um filtro Gaussiano, com operadores que suprimem os ruídos.

Uma borda em uma imagem pode apontar em diversos sentidos, de modo que o algoritmo de Canny usa quatro filtros para detectar bordas horizontal, vertical e diagonal na imagem. O ângulo de direção da borda é arredondado para um dos quatro ângulos que representam vertical, horizontal e as duas diagonais (0, 45, 90 e 135 graus, por exemplo).

Dadas as estimativas dos gradientes da imagem, uma pesquisa é conduzida para determinar se a magnitude do gradiente assume um máximo local na direção do gradiente. Uma otimização numérica é usada para encontrar operadores ótimos que encontram cumes de bordas. Ele definiu operadores para os passos de detecção de borda, e como resultado foi gerada uma classe de operadores.

Propôs um processo de afinamento de bordas conhecido como supressão não máxima que utiliza uma máscara 3X3, onde o ponto central é considerado se for maior que os demais pontos de interesse dessa máscara.

Também desenvolveu um outro processo conhecido como histerese, cuja função é a de eliminar a fragmentação das bordas causada pelo ruído da imagem.

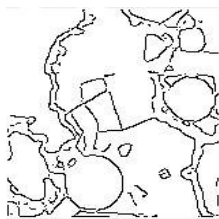
Quando esses processos estiverem concluídos, temos uma imagem binária onde cada pixel é marcado como pixel de borda ou não.

### 3 Variantes do método de Canny

- Miranda e Camargo [2] aperfeiçoaram o método de Canny para detecção de bordas em imagens de intra-regiões, eles utilizaram o método de difusão anisotrópica, o qual tem como idéia básica a filtragem do espaço-escala, proporcionando representação da imagem em múltiplas escalas, comparado com o método Canny eles obtiveram o seguinte resultado:



**Figura 1 Bordas de Canny da imagem original.**



**Figura 2 Bordas de Canny da imagem filtrada por difusão anisotrópica com 20 iterações.**

- Torreão [5] localizou filtros que obtiveram desempenho superior ao proposto por Canny. Este filtro é baseado em funções de Green de equações de casamento de imagens, as quais foram construídas através dos operadores diferenciais D1, D2 e D3.
- Rodrigues [4] procurou um filtro que obtivesse desempenho superior ao proposto por Canny. Baseou-se no trabalho de Torreão [5] que propôs um filtro baseado em funções de Green. Dentro desse contexto, construiu outras combinações de operadores diferenciais,

utilizando operadores de Torreão, criando e implementando, assim, novos filtros de detecção de bordas, com isso, conseguiu bordas mais suaves, como poderemos notar na figura:



**Comparação visual entre o filtro de Canny (esquerda) e o filtro D13 (direita)**

- Richa [3] propôs um método para rastreamento do ventrículo esquerdo em imagens de ressonância magnética, ele utilizou a detecção de bordas de Canny, porém sem utilizar as etapas de supressão não máxima e histerese, pois, segundo ele, o gradiente guarda várias características da imagem original que são perdidas nesses processos, dentro do contexto do artigo.

## 4 Conclusão

O algoritmo de Canny [1] é adaptável a diversos ambientes. Seus parâmetros permitem que ele seja adaptado para o reconhecimento das bordas de diferentes características, dependendo dos requisitos específicos de uma determinada implementação. Ele definiu um algoritmo para detecção de borda em qualquer perfil de problema. Baseou-se em critérios de boa detecção e localização em uma forma matemática. Propôs um método eficiente para a geração de máscaras altamente direcionais em várias orientações.

## Referências

- [1] John Canny. A computational approach to edge detection. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, PAMI-8(6):679 –698, nov. 1986.
- [2] Miranda, José I. ; Neto, João C. Detecção de bordas com modelo de difusão anisotrópica. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil*, abril 2007.
- [3] Rogério de A. Richa. Rastreamento do contorno do ventrículo esquerdo em imagens de ressonância magnética usando filtragem estocástica.

*Trabalho de graduação em Engenheiro Eletricista, Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, dezembro 2006.*

- [4] Daniel V. O. Rodrigues. Estudo comparativo de funções de green para detecção de arestas. *Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciência da Computação*, 2009.
- [5] Torreão, José R.A. ; AMARAL, Marcos S. Signal differentiation through a green's function approach. *Science Direct*, maio 2002.