

UTILIZAÇÃO DE FILTROS ORIENTADOS COMO MÉTODO DE SELEÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE IMAGENS USADAS EM RECONHECIMENTO DE EDIFÍCIOS

Leandro Aureliano da Silva¹, Edna Lúcia Flôres², Milena Bueno Pereira Carneiro³, Shiguo Nomura³,
Cristiane de Fátima dos Santos³

¹Faculdade de Talentos Humanos – FACTHUS, Uberaba – MG

^{1,2,3}Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica, Uberlândia – MG

²Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO

lasilva@facthus.edu.br, edna@ufu.br, milena@eletrica.ufu.br, shigueonomura@feelt.ufu.br, crisfsantos@gmail.com

Resumo - O presente estudo apresenta uma técnica para seleção de características de imagens de edifícios usando como ferramenta os filtros orientados de orientações locais. O que torna essa técnica interessante é o fato de que ela permite a seleção de características sob o ponto de vista de diversos ângulos, o que poderá auxiliar na extração de características para o reconhecimento. Para demonstrar a extração dessas características, será apresentado ao longo do artigo, um exemplo de simulação na qual as características de um edifício serão extraídas nos ângulos de 0°, 45° e 90° por dois tipos de filtros orientados, os que utilizam equações Gaussianas e os que utilizam equações de Hilbert. Uma das grandes aplicabilidades de extrair essas informações, é que elas podem auxiliar além do reconhecimento de edifício, a vigilância e auxílio à navegação inteligente.

Palavras-Chave – Extração de Características, Filtros Orientados e Reconhecimento de Edifícios.

USE OF ORIENTED FILTERS AS A METHOD OF SELECTION OF CHARACTERISTICS OF IMAGES USED IN BUILDINGS RECOGNITION

Abstract - This study presents a technique for selecting characteristics of buildings images by using oriented filters of local orientations as a tool. What makes this technique interesting is the fact that it allows the selection of features under the point of view of different angles, which can assist in extracting features for recognition. To demonstrate the extraction of these features throughout the paper, we will demonstrate an example of simulation in which the characteristics of a building will be extracted at angles of 0°, 45° and 90° for two types of oriented filters, the ones using the Gaussian equations and the ones using the Hilbert equations. One of the greatest applicability to extract this information is that not only will it assist with the building recognition, but it will also assist with the surveillance as well as the intelligent navigation.

Keywords – Extracting features, Oriented Filter and Building Recognition.

I. INTRODUÇÃO

O Reconhecimento de Edifícios é uma tarefa importante que possui como objetivo distinguir diferentes edifícios em uma grande escala de imagens. Desta forma, esta área de pesquisa vem atraído considerável atenção de muitos pesquisadores pelo mundo todo [1]. O Reconhecimento de edifícios pode ser usado em vários tipos de aplicações, como por exemplo: detecção automática de alvo, projeto arquitetônico, navegação de dispositivos móveis [1] [2], dentre outras.

A grande dificuldade encontrada nos dias de hoje é que as imagens para cada edifício contêm uma enorme variabilidade de parâmetros. A imagem de um edifício pode ser tomada a partir de diferentes pontos de vista, sob diferentes condições de iluminação, ou ainda, os edifícios podem sofrer obstruções parciais de árvores, de veículos em movimento ou de outros edifícios.

Como lidar com esses desafios é um problema de pesquisa interessante e um número pequeno de sistemas de reconhecimento de edifícios [1], [2], [3], [4] tem sido proposto nos últimos anos.

Observa-se a necessidade de se obter características robustas e imunes a diferentes transformações geométricas e fotométricas. As chamadas características locais apresentam um maior potencial para atenderem a esta necessidade [1]. Além disso, devido às características dos componentes de um edifício (por exemplo, janelas, portas e tijolos), espera-se que características locais sejam mais eficientes para lidar com a informação sob o ponto de vista de ângulos diferentes. Para este fim, a escolha dos filtros orientados é uma opção.

II. FILTROS ORIENTADOS

Desenvolvido por Freeman e Adelson [5], o filtro de orientação arbitrária é sintetizado como uma combinação linear de um conjunto de filtros base dado por:

$$f^\theta(x, y) = \sum_i^M k_i(\theta) f^{\theta_i}(x, y) \quad (1)$$



XII CEEL – ISSN 2178-8308
13 a 17 de Outubro de 2014

Universidade Federal de Uberlândia – UFU
Uberlândia – Minas Gerais – Brasil

em que: $f^\theta(x, y)$ é a representação da função $f(x, y)$ rotacionada da origem por um ângulo θ , $k_i(\theta)$ são os coeficientes e $f^{\theta_i}(x, y)$ são as bases do filtro orientado.

Para demonstrar o conceito acima, considere uma função Gaussiana circularmente simétrica bidimensional, G , escrita em coordenadas cartesianas, x e y como [5] [6]:

$$G(x, y) = e^{-(x^2 + y^2)} \quad (2)$$

em que as constantes de normalização e escala são 1, por conveniência.

Representa-se a enésima derivada de uma gaussiana na direção x por G_n , a primeira derivada em relação a x de uma gaussiana $G_1^{0^\circ}$, é:

$$G_1^{0^\circ} = \frac{d e^{-(x^2 + y^2)}}{dx} = -2xe^{-(x^2 + y^2)} \quad (3)$$

Essa mesma função poderá ser rotacionada em 90° . Só que agora a derivada se dá em relação a y .

$$G_1^{90^\circ} = \frac{d e^{-(x^2 + y^2)}}{dy} = -2ye^{-(x^2 + y^2)} \quad (4)$$

A demonstração de que um filtro G_l em uma orientação arbitrária θ pode ser sintetizado pela combinação linear de $G_1^{0^\circ}$ e $G_1^{90^\circ}$ pode ser mostrada na Equação abaixo [5]:

$$G_1^\theta = \cos(\theta)G_1^{0^\circ} + \text{sen}(\theta)G_1^{90^\circ} \quad (5)$$

em que $G_1^{0^\circ}$ e $G_1^{90^\circ}$ podem ser chamados de filtros base de G_1^θ e os termos $\cos(\theta)$ e $\text{sen}(\theta)$, as funções de interpolação correspondentes para estes filtros base.

Como a convolução é um operador linear, pode-se sintetizar uma imagem filtrada em uma orientação arbitrária pela combinação linear das imagens filtradas com $G_1^{0^\circ}$ e $G_1^{90^\circ}$. Desse modo, segundo [5], tem-se:

$$R_1^{0^\circ} = G_1^{0^\circ} * I \quad (6)$$

$$R_1^{90^\circ} = G_1^{90^\circ} * I \quad (7)$$

$$R_1^\theta = \cos(\theta)R_1^{0^\circ} + \text{sen}(\theta)R_1^{90^\circ} \quad (8)$$

Dessa forma, fica mostrado como é possível extrair informações sobre orientações utilizando diferenciação de filtros gaussianos.

III. RESULTADOS

Um par de quadratura de filtros, o que significa que dois filtros têm frequências idênticas sendo um a transformada de Hilbert do outro, podem ser aplicados para sintetizar filtros de uma determinada resposta em frequência, com fase arbitrária. As derivadas Gaussianas têm demonstrado ser eficazes em muitas tarefas que envolvam orientações arbitrárias [1]. Sendo a derivada de segunda ordem de uma Gaussiana correspondente à transformada de Hilbert, com o par de quadratura, utilizou-se neste artigo as seguintes funções [1] e [5]:

$$G_2(x, y) = 0,9213(2x^2 - 1)\exp(-(x^2 + y^2)) \quad (9)$$

$$H_2(x, y) = (-2,205x + 0,9780x^3)\exp(-(x^2 + y^2)) \quad (10)$$

De acordo com [5], os filtros base para G_2 são:

$$G_{2a} = 0,9213(2x^2 - 1)\exp(-(x^2 + y^2)) \quad (11)$$

$$G_{2b} = 1,843xy\exp(-(x^2 + y^2)) \quad (12)$$

$$G_{2c} = 0,9213(2y^2 - 1)\exp(-(x^2 + y^2)) \quad (13)$$

e os coeficientes de combinação linear são,

$$k_a(\theta) = \cos^2(\theta) \quad (14)$$

$$k_b(\theta) = -2\cos(\theta)\text{sen}(\theta) \quad (15)$$

$$k_c(\theta) = \text{sen}^2(\theta) \quad (16)$$

Ainda para [5], os filtros base para H_2 são:

$$H_{2a} = 0,9780(-2,254x + x^3)\exp(-(x^2 + y^2)) \quad (17)$$

$$H_{2b} = 0,9780(-0,7515 + x^2)y\exp(-(x^2 + y^2)) \quad (18)$$

$$H_{2c} = 0,9780(-0,7515 + y^3)x\exp(-(x^2 + y^2)) \quad (19)$$

$$H_{2d} = 0,9780(-2,245y + y^3)\exp(-(x^2 + y^2)) \quad (20)$$

e os coeficientes de combinação linear são,

$$k_a(\theta) = +\cos^3(\theta) \quad (21)$$

$$k_b(\theta) = -3\cos^2(\theta)\text{sen}(\theta) \quad (22)$$

$$k_c(\theta) = +3\cos(\theta)\text{sen}^2(\theta) \quad (23)$$

$$k_d(\theta) = -\text{sen}^3(\theta) \quad (24)$$

Para implementar as funções descritas acima, utilizou-se o MatlabR2012b.

Na primeira simulação utilizou-se para a imagem mostrada na Figura 1, as equações Gaussianas, obtendo 3 ângulos diferentes 0° , 45° e 90° , como mostra as Figuras 2, 3, 4.

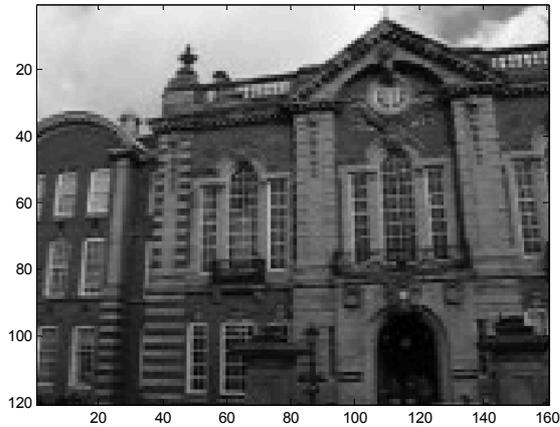


Fig. 1. Imagem Original

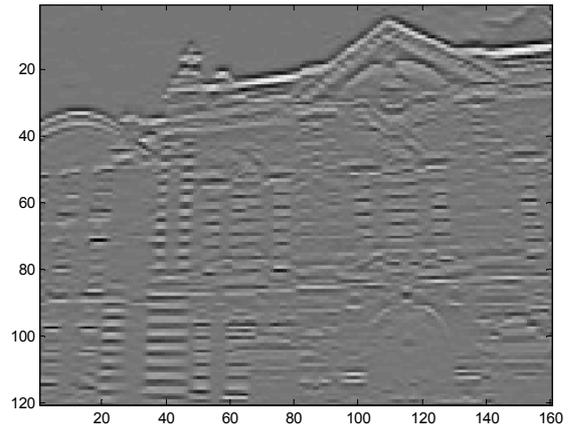


Fig. 4. Aplicação do Filtro Orientado usando a função Gaussiana G_2 para 90° .

Para a segunda simulação utilizou-se as funções descritas para H_2 , usando a mesma imagem mostrada na Figura 1 e também para os ângulos 0° , 45° e 90° . Os resultados podem ser visualizados nas Figuras 5, 6 e 7.

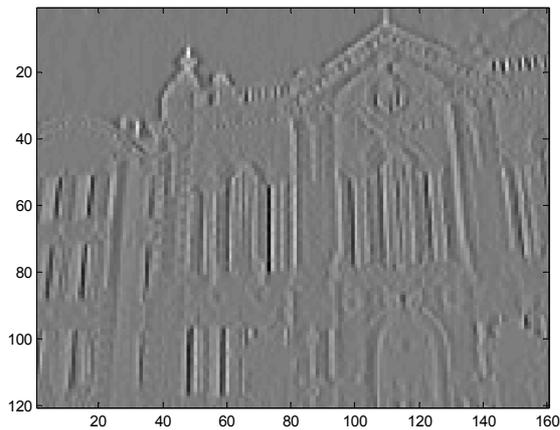


Fig. 2. Aplicação do Filtro Orientado usando a função Gaussiana G_2 para 0° .

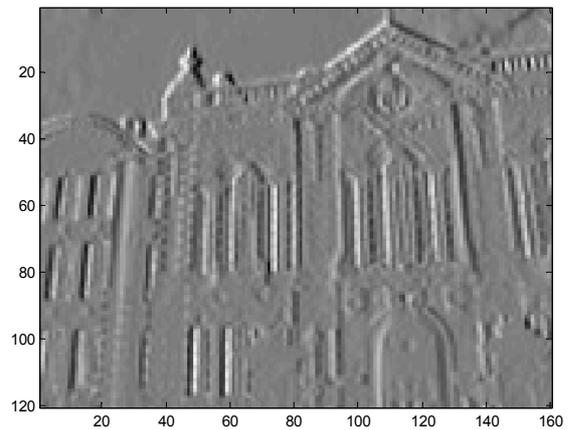


Fig. 5. Aplicação do Filtro Orientado usando a função de Hilbert H_2 para 0° .

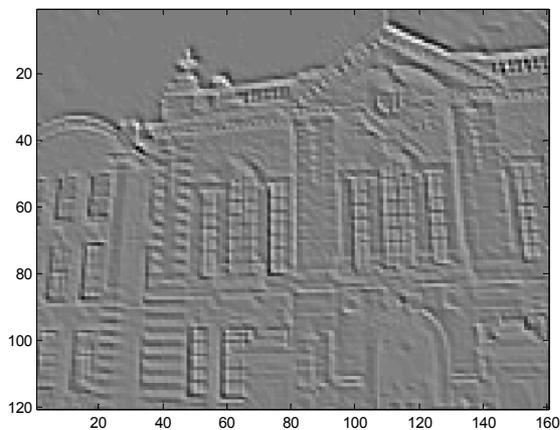


Fig. 3. Aplicação do Filtro Orientado usando a função Gaussiana G_2 para 45° .

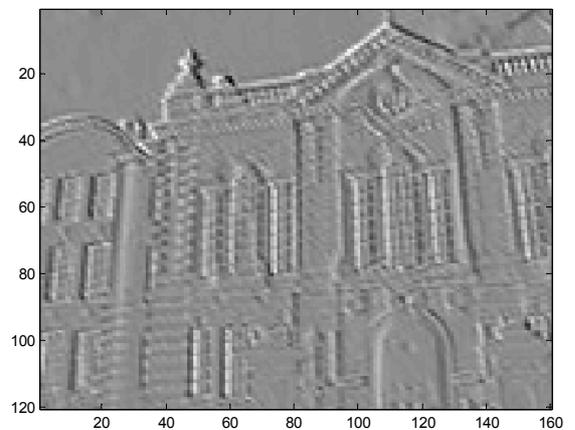


Fig. 6. Aplicação do Filtro Orientado usando a função de Hilbert H_2 para 45° .

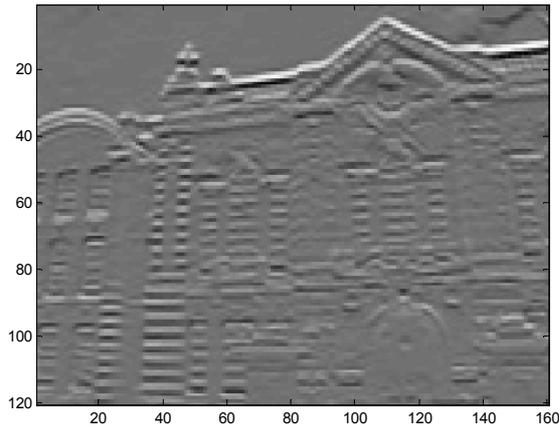


Fig. 7. Aplicação do Filtro Orientado usando a função de Hilbert H_2 para 90° .

Analisando as figuras acima, percebe-se que o Filtro Orientado, usando a função de Hilbert H_2 consegue extrair mais informações em relação ao que utiliza a função Gaussiana G_2 .

Mas os dois podem ser combinados para seleção das características e posteriormente serem utilizados no reconhecimento.

Fica evidenciado, a partir das simulações acima, que os filtros orientados são uma boa opção para seleção de características envolvendo edifícios, pois, conseguem extrair informações sob os diversos ângulos diferentes.

IV. CONCLUSÃO

Este artigo mostrou o estudo do Filtro Orientado, do inglês, “*Steerable Filter*”, como uma ferramenta importante em seleção de características que envolvam o reconhecimento de edifícios. Essa é importante, pois, traz as características geométricas e fotométricas, sob os diversos ângulos. Além disso, na implementação, foi possível notar que funções que utilizam-se das funções de Hilbert, apresentaram melhores resultados na seleção de características, ou seja, selecionam mais informações.

REFERÊNCIAS

- [1] J. Li and N. M. Allinson, “Building Recognition Using Local Oriented Features,” *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 9, no. 3, pp. 1697-1704, Aug. 2013.
- [2] R. Hutchings and W. Mayol-Cuevas, “Building recognition for mobile devices: Incorporating positional information with visual features,” *Comput. Sci.*, Univ. Bristol, Bristol, U.K., Tech. Rep. CSTR-06-017, 2005.
- [3] Y. C. Chung, T. X. Han, and Z. He, “Building recognition using sketch-based representations and spectral graph matching,” in *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, pp. 2014–2020, 2009.
- [4] J. Li and N. M. Allinson, “Subspace learning-based dimensionality reduction in building recognition,” *Neuro computing*, vol. 73, no. 1–3, pp. 324–330, 2009.
- [5] W. Freeman and E. Adelson, “The design and use of steerable filters,” *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 13, no. 9, pp. 891–906, Sep. 1991.
- [6] M. Villamizar and A. Sanfeliu, “Cómputo de Características Invariantes a la Rotación para el Reconocimiento de Distintas Clases de Objetos,” *Institut de Robòtica i Informàtica Industrial, UPC-CSIC Llorens Artigas 4-6, 08028 Barcelona, España*, em: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/30308/1/doc1.pdf>