

SEGMENTAÇÃO DE POSTES DA REDE ELÉTRICA A PARTIR DE IMAGENS DO GOOGLE STREET VIEW

ALLAN K. LOPES*, FABRIZIO A. A. M. N. SOARES†, LAIS C. R. S. LOPES†, GUSTAVO T. LAUREANO†, LEANDRO L. G. OLIVEIRA†, RONALDO M. COSTA†, ANDERSON S. SOARES†

**Instituto Federal Goiano - Câmpus Posse
R. Correntina nº 824, Setor Dom Prudêncio - CEP 73900-000
Posse, GO, Brasil*

*†Universidade Federal de Goiás - Instituto de Informática
Alameda Palmeiras, Quadra D - Câmpus Samambaia - CEP 74690-900
Goiânia, GO, Brasil*

Emails: allankardec.ti@gmail.com, fabrizio@inf.ufg.br, laiscandidolopes@gmail.com, gustavo@inf.ufg.br, leandroluis@inf.ufg.br, ronaldocosta@inf.ufg.br, anderson@inf.ufg.br

Abstract— The Google Street View API offers many relevant information to the area of computer vision as images and their respective depth maps. This informations can be used, e.g., for 3D modeling and pattern recognition. This paper presents an approach based on histograms and edge detection in order to find utility pole from Street View images. Initial results indicate that the method can be used in the pre-processing of the images stage to reduce the area of interest which will be examined in the following steps the pattern recognition system.

Keywords— computer vision, pattern recognition, google street view, segmentation.

Resumo— A API do Google Street View disponibiliza muitas informações relevantes para a área de visão computacional como imagens e seus respectivos mapas de profundidade. Estas informações podem ser utilizadas, por exemplo, para modelagem 3D e reconhecimento de padrões. Este artigo apresenta uma abordagem baseada em detecção de bordas e histogramas com objetivo de segmentar postes da rede elétrica a partir de imagens do Street View. Os resultados iniciais indicam que o método poderá ser utilizado na etapa de pré-processamento das imagens a fim de reduzir a área de interesse que será analisada nas etapas seguintes do sistema de reconhecimento de padrões.

Palavras-chave— visão computacional, reconhecimento de padrões, google street view, segmentação.

1 Introdução

Acoplado ao Google Maps, o Street View permite ao usuário, através da geolocalização, obter visões panorâmicas de ruas de vários lugares do mundo. Estas imagens possuem muitas informações úteis e constituem verdadeiro desafio para as áreas de processamento de imagens e visão computacional. A Figura 1 demonstra um exemplo de uma imagem obtida a partir da API do Street View.

A segmentação do objeto de interesse em uma imagem é um grande desafio em aplicações de processamento de imagens e visão computacional e não existe uma receita única que sirva para todos os problemas. Muitas estratégias de segmentação, podem ser encontradas em (Yung and Lai, 1998), (Bow, 2002), (Anderberg, 1973), (Rosenfeld and Kak, 2014), (Pal and Pal, 1993), (Haralick and Shapiro, 1985), (Fu and Mui, 1981), (Shi and Malik, 2000) e (Felzenszwalb and Huttenlocher, 2004)

De acordo com (Raut et al., 2009), muitas aplicações de reconhecimento de padrões do mundo real utilizam alguma técnica de segmentação já na primeira etapa do processamento de baixo nível. Apesar da existência de uma grande quantidade de técnicas, é muito difícil encontrar uma que satisfaça os seguintes requisitos globais:

1) particionar uma imagem de entrada em regiões únicas; 2) parar quando o objeto de interesse da aplicação é encontrado; e 3) tornar a imagem mais simples e mais significativa para posterior análise. Portanto, a seleção da técnica certa é pré-requisito fundamental para o sucesso da aplicação.

Em (Hara et al., 2013), imagens do Street View foram utilizadas para identificar calçadas inacessíveis para pedestres usando técnicas de visão computacional. O escopo era a identificação da presença ou ausência de rampas nas calçadas. Para isto, foi utilizado exemplos positivos e negativos de tais situações para treinar uma SVM.

No trabalho de (Yokoyama et al., 2013) foi utilizado um dispositivo de escaneamento laser acoplado a um carro para obter uma nuvem de pontos e assim realizar um mapeamento de ruas a fim de detectar vários objetos com características semelhantes às de um poste. O objetivo era identificar diferentes tipos de poste, como por exemplo, postes de distribuição de energia, postes de iluminação, e postes que sustentam placas de trânsito. O método de classificação utilizado é baseado na extração de características usando a classificação dos pontos pela análise das componentes principais.

Por fim, em (Barranco-Gutierrez et al., 2014), um robô foi projetado para detectar postes da rede

elétrica. Este robô seria usado, no futuro, para realizar reparos nas conexões dos cabos dos postes.

Neste trabalho, em fase inicial, é proposto um método para segmentar postes da rede elétrica a partir de imagens obtidas do Google Street View. O objetivo é construir um sistema de visão computacional que reconheça postes da rede elétrica de forma automatizada e faça uma estimativa de quantas casas estão ligadas a um determinado poste. Este sistema poderia varrer um mapa de uma rua, bairro ou cidade inteira em busca desta informações. As empresas de distribuição de energia poderiam utilizá-lo, por exemplo, para confrontar as informações obtidas com as existentes em sua base de dados.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 descreve-se o método proposto, na seção 3 os resultados, e por fim, na seção 4 as conclusões e os trabalhos futuros.



Figura 1: Exemplo de uma imagem obtida com a API do Google Street View.

2 Método Proposto

2.1 Segmentação

De acordo com (Raut et al., 2009), o processo de segmentação de uma imagem I retorna diferentes regiões únicas $\{S_1, S_2, S_3, \dots, S_n\}$ que combinadas, formam a imagem I . Este conceito pode ser formulado de acordo com a Equação 1

$$\bigcup_{i=1, n} S_i = I \quad \text{onde} \quad S_i \cap S_j = \emptyset \quad (1)$$

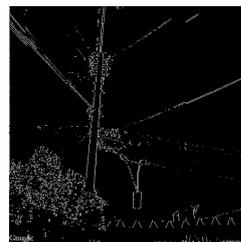
Onde S_i é uma região conectada, $i = 1, 2, \dots, n$. Um predicado lógico P deve ser definido sobre os pontos do conjunto de pixels S_i . Assim, $P(S_i) = TRUE$ para $i = 1, 2, \dots, n$ indica que uma condição deve ser satisfeita pelos pixels da região segmentada e $P(S_i \cup S_j) = FALSE$ para $i \neq j$ indica que regiões vizinhas S_i e S_j são diferentes no sentido do predicado P .

A técnica de segmentação proposta é baseada na detecção de bordas de uma imagem em escala

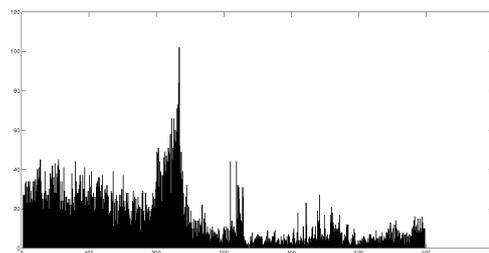
de cinza. A partir do resultado da detecção de bordas calcula-se o histograma individual de cada coluna da matriz que representa a imagem binária. A Figura 2 exemplifica este processo.



(a) Imagem original em escala de cinza - a1.jpeg



(b) Resultado da detecção de bordas



(c) Soma das colunas da imagem resultante da detecção

Figura 2: Processo de detecção de bordas e cálculo do histograma das colunas.

Foi observado, que os histogramas de todas as imagens apresentavam comportamento semelhante em relação à possível localização de cada poste em sua respectiva imagem. Ou seja, os postes geralmente se localizavam em regiões com grandes concentrações de pixels da cor branca em uma coluna. Apesar disto, não é possível afirmar, com certeza, que os postes estarão sempre no maior pico de pixels da cor branca. No entanto, pode ser que ele esteja em algum dos picos conforme comportamento observado empiricamente. A Figura 3 demonstra que a moda dos maiores picos de bordas das imagens sem poste é superior à moda dos maiores picos de bordas das imagens com poste. Ou seja, não é possível confiar que o poste esteja sempre no maior pico. Este fato possui várias explicações, como por exemplo, os postes nem sempre estão posicionados de forma reti-

línea na imagem ou algum objeto, como a parede de um prédio, pode possuir uma grande quantidade de bordas em uma mesma coluna da matriz que representa a imagem. Na figura 7 são apresentadas algumas imagens sem poste selecionadas aleatoriamente do banco.

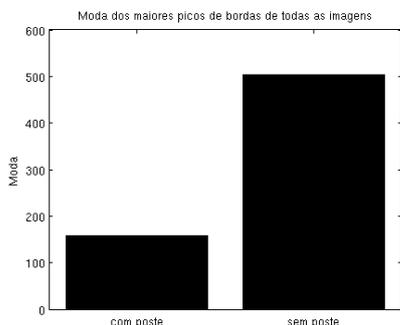


Figura 3: Moda da concentração de borda do maior pico de todas as imagens.

Como não é possível afirmar que o poste sempre estará na região que apresenta o maior pico de pixels da cor branca, o método proposto retorna 3 subimagens ou regiões de interesse com base no primeiro, no segundo e no terceiro maior pico, conforme Equação 2.

$$S_i = p_{xy}, \forall p_{xy} \in R_i \mid i = \{1, 2, 3\} \quad (2)$$

Onde p_{xy} é um pixel qualquer na posição (x, y) e R_i representa o conjunto de pixel de umas das 3 regiões de interesse. A Figura 4 destaca as possíveis regiões onde o poste se encontra em uma das imagens com poste.

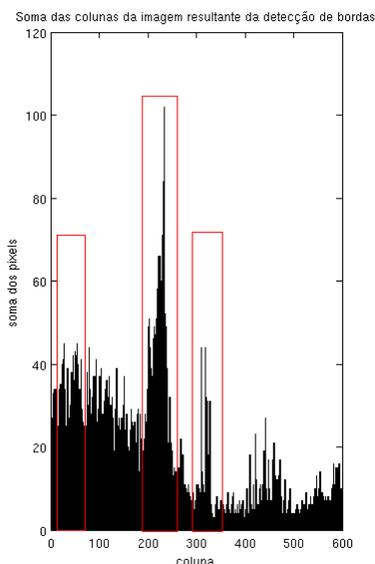


Figura 4: As possíveis regiões onde o poste se encontra estão destacadas.

O Google disponibiliza para os desenvolvedores uma *Application Programming Interface* (API) que permite, entre outras coisas, o download gratuito das imagens numa resolução máxima de 600x600 pixels. Neste primeiro momento, 23 amostras de imagens com poste e 23 amostras de imagens sem poste foram obtidas a partir do Google Street View, totalizando 46 amostras.

As imagens foram obtidas no formato RGB com resolução de 600x600 pixels. Posteriormente, foram convertidas em escala de cinza e o método de detecção de bordas Sobel na orientação vertical foi utilizado com o valor de *threshold* de 0.05.

Para encontrar os picos de pixels da cor branca foi realizado o somatório dos valores de cada coluna da imagem resultante da detecção de bordas, conforme Equação 3.

$$\vec{E}_j = \sum_{i=1}^{i=m} \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Onde m representa o total de linhas da matriz e n o total de colunas. Com base em \vec{E} encontrou-se as coordenadas x, y dos três maiores picos. Após este procedimento, a Equação 2 foi utilizada para segmentar a imagem original. A Figura 5 resume o esquema proposto.

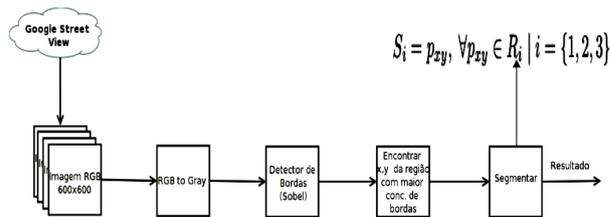


Figura 5: Resumo do modelo proposto.

3 Resultados

Como limitação tecnológica, tem-se que as imagens do Street View foram e são atualizadas por veículo automotor de 4 rodas também chamado de Google Street View Car. Desta forma, elas foram capturadas apenas em vias de acesso à veículos. Portanto, não há imagens de trechos não trafegáveis.

A quantidade de imagens que se pode baixar por dia, de forma gratuita, é de 25.000. Uma vez ultrapassado este limite, um bloqueio temporário é realizado por um prazo de 24 horas. Porém, é oferecida a opção de um contrato comercial que permite o download ilimitado de imagens numa resolução máxima de 2048x2048 pixels.

Outro aspecto importante é que, embora haja a possibilidade de escolher a posição, aproximação, ângulo vertical e horizontal, em algumas imagens frontais, os postes podem não ser contemplados integralmente ou podem estar deformados

pelo ângulo de posicionamento das objetivas ou efeito das lentes, ou ainda, possuir diferentes tipos de objetos, como por exemplo, árvores, carros, pessoas, etc. As Figuras 6 e 7 mostram as 9 primeiras imagens com postes e sem poste selecionadas aleatoriamente.

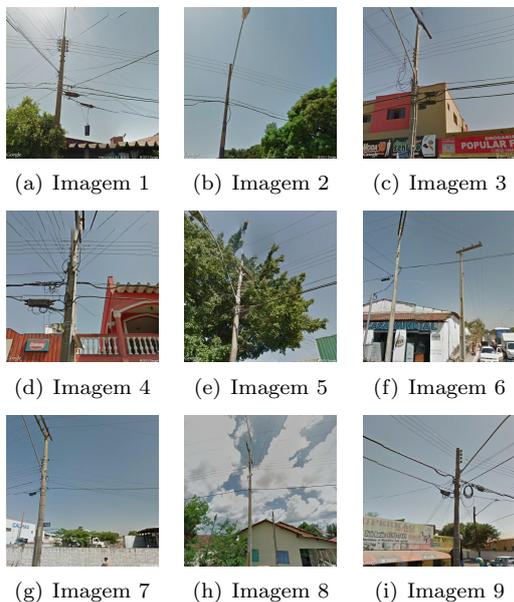


Figura 6: Imagens com postes obtidas a partir do Google Street View.



Figura 7: Imagens sem postes obtidas a partir do Google Street View.

As figuras 8 e 9 apresentam os resultados da segmentação de duas imagens do conjunto.

Conforme explicado anteriormente, nem sempre o poste estará na região com maior pico de pixels da cor branca. Este fato, é demonstrado nos exemplos das figuras 8 e 9. Nestes casos, o objeto de interesse estava contido na subimagem



Figura 8: Resultado obtido (exemplo 1).



Figura 9: Resultado obtido (exemplo 2).

2 e 3 respectivamente. No entanto, o poste apareceu em pelo menos uma das subimagens que o método retornou. A tabela 1 mostra em qual subimagem o objeto de interesse apareceu.

Tabela 1: Tabela que demonstra em qual região de interesse cada poste foi localizado.

| Imagem | Subimagem 1 | Subimagem 2 | Subimagem 3 |
|--------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 1 | | |
| 2 | 1 | | |
| 3 | 1 | | |
| 4 | 1 | | |
| 5 | 1 | | |
| 6 | 1 | | |
| 7 | 1 | | |
| 8 | 1 | | |
| 9 | | 1 | |
| 10 | 1 | | |
| 11 | 1 | | |
| 12 | 1 | | |
| 13 | | | 1 |
| 14 | | | 1 |
| 15 | | | 1 |
| 16 | | | 1 |
| 17 | | | 1 |
| 18 | | | 1 |
| 19 | | | 1 |
| 20 | | 1 | |
| 21 | | | 1 |
| 22 | | | 1 |
| 23 | | 1 | |
| Total | 11 | 3 | 9 |

4 Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste artigo foi apresentada uma abordagem para segmentação de postes da rede elétrica a partir de imagens fornecidas pelo Google Street View. Os resultados iniciais demonstram que o objeto de interesse estava presente em pelo menos uma das três subimagens que o método retorna. Essas regiões, contendo o objeto de interesse, podem vir a serem utilizadas como entradas para outro método para posterior classificação. Este é o passo inicial para construção de um sistema de visão computacional que seja capaz de, entre outras coisas, reconhecer objetos, como postes da rede elétrica, de

maneira automatizada.

Como trabalhos futuros, pretende-se:

- implementar e realizar estudo comparativo de outras técnicas de segmentação para o problema estudado;
- desenvolver um sistema que realize a varredura de uma determinada região em um mapa em busca de novas imagens contendo o objeto de interesse;
- projetar um método para detectar postes em imagens digitais;
- realizar uma estimativa da quantidade de residências ligadas em um determinado poste.

Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg), da Celg Distribuição S.A. (Celg-D) e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Câmpus Posse (IF Goiano - Câmpus Posse).

FAPEG

FUNDAÇÃO DE AMPARO
À PESQUISA
DO ESTADO DE GOIÁS

CELG
DISTRIBUIÇÃO



**INSTITUTO FEDERAL
GOIANO**
Câmpus Posse

Referências

- Anderberg, M. R. (1973). Cluster Analysis for Applications,, *Technical report*.
- Barranco-Gutierrez, A. I., Martinez-Diaz, S. and Gomez-Torres, J. L. (2014). An Approach for Utility Pole Recognition in Real Conditions, in F. Huang and A. Sugimoto (eds), *Image and Video Technology – PSIVT 2013 Workshops*, number 8334 in *Lecture Notes in Computer Science*, Springer Berlin Heidelberg, pp. 113–121.
- Bow, S. T. (2002). *Pattern Recognition and Image Preprocessing*, CRC Press.
- Cetin, B., Bikdash, M. and McInerney, M. (2009). Automated electric utility pole detection from aerial images, *IEEE Southeastcon, 2009. SOUTHEASTCON '09*, pp. 44–49.
- Felzenszwalb, P. F. and Huttenlocher, D. P. (2004). Efficient Graph-Based Image Segmentation, *International Journal of Computer Vision* **59**(2): 167–181.
- Fu, K. S. and Mui, J. K. (1981). A survey on image segmentation, *Pattern Recognition* **13**(1): 3–16.
- Hara, K., Le, V., Sun, J., Jacobs, D. and Froehlich, J. (2013). Exploring Early Solutions for Automatically Identifying Inaccessible Sidewalks in the Physical World Using Google Street View, *HCIC 2013*.
- Haralick, R. M. and Shapiro, L. G. (1985). Image Segmentation Techniques, Vol. 0548, pp. 2–9.
- Pal, N. R. and Pal, S. K. (1993). A review on image segmentation techniques, *Pattern Recognition* **26**(9): 1277–1294.
- Raut, S., Raghuvanshi, M., Dharaskar, R. and Raut, A. (2009). Image Segmentation: A State-Of-Art Survey for Prediction, *International Conference on Advanced Computer Control, 2009. ICACC '09*, pp. 420–424.
- Rosenfeld, A. and Kak, A. C. (2014). *Digital Picture Processing*, Elsevier.
- Shi, J. and Malik, J. (2000). Normalized cuts and image segmentation, *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on* **22**(8): 888–905.
- Yokoyama, H., Date, H., Kanai, S. and Takeda, H. (2013). Detection and Classification of Pole-like Objects from Mobile Laser Scanning Data of Urban Environments, *International Journal of CAD/CAM* **13**(2).
- Yung, H. C. and Lai, H. S. (1998). Segmentation of color images based on the gravitational clustering concept, *Optical Engineering* **37**(3): 989–1000.