

Extração de objetos de interesse em imagens digitais utilizando a biblioteca de Visão Computacional OpenCV

Izadora Aparecida RAMOS^{1,3,4}; Servílio Souza de ASSIS^{1,3,4}; Bruno Alberto Soares OLIVEIRA^{1,3}; Marlon MARCON^{2,3}

¹Estudante de Engenharia de Computação. ² Professor Orientador. ³IFMG - campus Bambuí. Rod. Bambuí/Medeiros km 5. CEP: 38900-000. Bambuí-MG. ⁴Bolsista de Iniciação Científica (PIBIC) – CNPq.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo principal a modelagem e desenvolvimento de um algoritmo capaz de identificar automaticamente objetos desconexos em uma imagem, contá-los e calcular a área de cada objeto identificado. As aplicações para a ferramenta desenvolvida são as mais variadas, podendo-se citar contagem de células, aplicações de sensoriamento remoto, avaliação de danos de pragas em folhas de plantas, dentre outras. A aplicação foi desenvolvida na linguagem de programação C++, utilizando a IDE CodeBlocks em conjunto com a biblioteca OpenCV. Foram obtidos resultados satisfatórios quando utilizadas imagens com padrões mais simples sendo necessários mais estudos a fim de aprimorar a técnica desenvolvida para imagens mais complexas.

Palavras-Chave: Processamento de imagens, OpenCV, Detecção de objetos, C++.

INTRODUÇÃO

A extração de objetos de interesse em uma imagem é de grande importância para aplicações de Visão Computacional, tais como de detecção, reconhecimento, identificação e rastreamento. A partir da extração é possível se obter maior conhecimento automático acerca de uma determinada imagem digital, possibilitando a análise desta de maneira automática (OJI, 2012).

O OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) é uma biblioteca de Visão Computacional *open source* que inclui centenas de algoritmos, além disso, essa biblioteca é multiplataforma, desenvolvida na linguagem C++ e possui um grande número de funcionalidades úteis no processamento de imagens digitais (KINJO & SOARES, 2013). A seguir são descritas as técnicas aplicadas no presente trabalho, bem como a referência delas com a biblioteca utilizada. As funcionalidades e sua utilização são descritas por BRADSKI & KAEHLER (2008).

A limiarização segundo GONZALEZ & WOODS (2010) é um processo de segmentação de imagens que se baseia na diferença dos níveis de tonalidade de cor que compõe diferentes objetos de uma imagem. A partir de um limiar estabelecido de acordo com as características dos objetos que se quer isolar, a imagem pode ser segmentada em dois grupos: o grupo de pixels com valor abaixo do limiar e o grupo de pixels acima deste valor. Em uma imagem limiarizada, atribui-se um

VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí
VII Jornada Científica e I Mostra de Extensão
21 a 23 de outubro de 2014

valor fixo para todos os pixels de mesmo grupo e no presente trabalho, a função `cvThreshold` realizou esta operação.

Existem muitas técnicas para melhoria de imagens a fim de aguçar características de interesse. As operações de morfologia matemática são utilizadas para remoção de pequenos pontos e preenchimento de falhas aparentes nas imagens que podem ser confundidos como objetos pelo método de detecção automática. Foram aplicados dois filtros na imagem: Erosão (`cvErode`) e Dilatação (`cvDilate`) Morfológica, estas duas operações são utilizadas para realizar um processo denominado Abertura (Erosão seguida de dilatação, para remoção dos pontos) e Fechamento (Dilatação seguida de erosão, para preenchimento das falhas).

Outras importantes funções da biblioteca OpenCV são o `cvFindContours` que tem como objetivo identificar os contornos existente em uma imagem, e o `cvDrawContours` que desenha o contorno identificado. Para calcular a área de um objeto, a biblioteca fornece a função `cvContourArea` que retorna à área interna de um contorno detectado em pixels.

MATERIAL E MÉTODOS

O algoritmo foi implementado na IDE CodeBlocks 10.05 integrado com o OpenCV 2.2.0 na linguagem de programação C++. Todo o processamento realizado no trabalho utilizou o OpenCV desde carregar a imagem desejada até a identificação dos objetos e cálculo da área destes.

Em primeiro lugar é carregada uma imagem RGB em que se deseja detectar os objetos, em seguida se converte a imagem para uma escala de cinza, isso é feito porque a técnica de limiarização utilizada necessita de imagens neste formato. A Figura 1 mostra o resultado da aplicação das técnicas descritas anteriormente para o processamento no presente trabalho, em a) é apresentada a imagem original; em b) esta mesma imagem após a transformação para tons de cinza e por fim, em c) a imagem após limiarização.

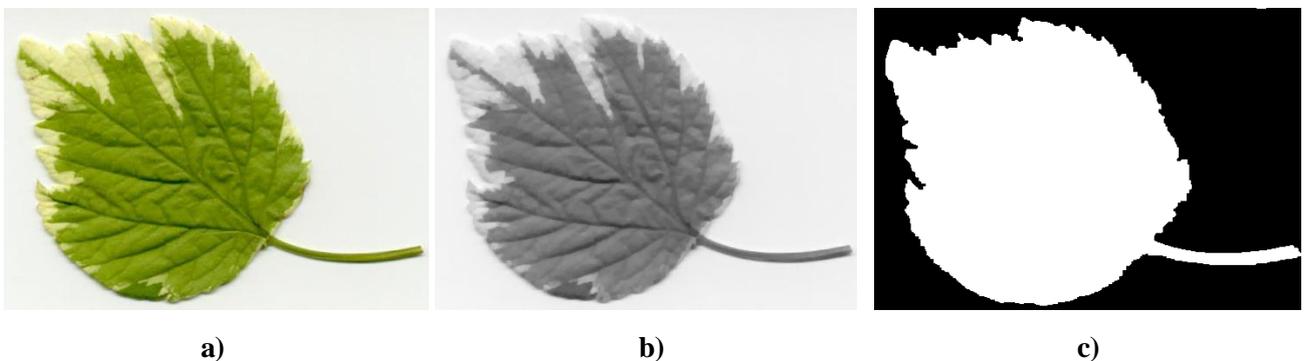


Figura 1. Exemplo de processamento de uma imagem (a) com transformação desta em tons de cinza (b) e após limiarização (c).

VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí
VII Jornada Científica e I Mostra de Extensão
21 a 23 de outubro de 2014

Após a limiarização, são processadas as operações de abertura e fechamento morfológicos. Usando a imagem binária resultante aplicamos uma função para identificar os contornos presentes na imagem, para isso é considerado que as partes em branco da imagem são onde existe algum objeto e a parte em preto é o fundo. Com os contornos obtidos foram desenhados os contornos na imagem original nos lugares onde foram identificados os objetos, e ainda escrevemos o número referente ao objeto identificado na imagem. A Figura 2 apresenta a imagem da Figura 1, após processamento e a detecção do contorno do objeto selecionado.

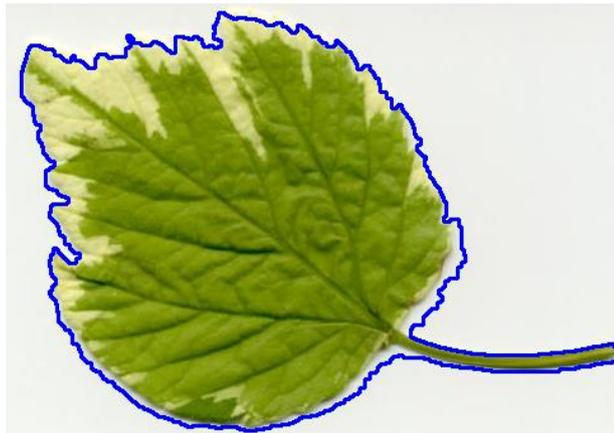


Figura 2. Imagem com o objeto (folha) contornado demonstrando que este foi selecionado

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O algoritmo foi testado para imagens com diferentes níveis de detalhamentos, o resultado foi satisfatório para imagens mais simples, mas quando usadas imagens mais complexas, ou seja, imagens com grandes quantidades de ruídos, fundos pouco destacados e objetos sobrepostos ou conexos, foi observada necessidade de alguns aprimoramentos no tratamento da imagem de forma a diminuir os ruídos evitando assim a identificação de falsos objetos.

Vale ainda salientar que a função `cvThreshold` deve ser calibrada para cada imagem de forma a melhorar a precisão do algoritmo. Ao realizar um teste usando uma imagem que mostra células vermelhas em um fundo cinza foi obtido o resultado apresentado na Figura 3, o qual apresenta em a) a imagem original e em b) os objetos detectados com o respectivo rótulo ao lado.

Além da detecção dos objetos e rotulação dos mesmos, a aplicação criada gera um relatório, no qual é possível obter a área deste objeto em pixels². Para que se obtenha uma medida de área correspondente ao mundo real, como por exemplo, cm², mm² ou μm², é necessário que a relação *pixel* x unidade de medida seja calibrada no sistema e consequentemente será possível calcular a área. Como a técnica desenvolvida é de propósito geral, a calibração não faz parte do escopo deste.

VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí
VII Jornada Científica e I Mostra de Extensão
21 a 23 de outubro de 2014

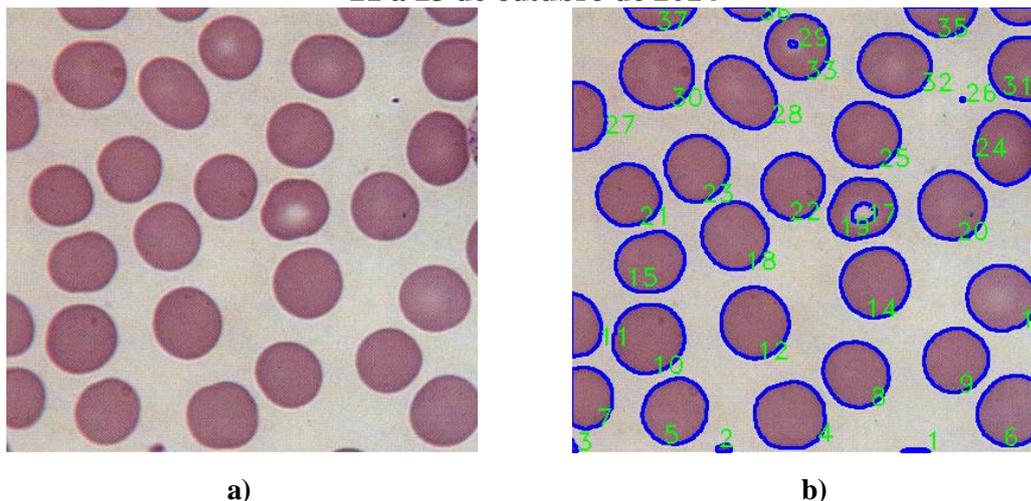


Figura 3. Processamento de uma imagem com células sanguíneas

A Tabela 1 mostra o relatório gerado para a imagem da Figura 3, nela é possível verificar a área de uma determinada célula rotulada na imagem.

Tabela 1. Relatório das áreas (pixels²) para cada célula detectada na Figura 3.

Objeto	Área Calculada (pixels²)	Objeto	Área Calculada (pixels²)
1	39	20	2.352
2	56	21	2.030
3	26	22	2.116
4	2.482	23	2.184
5	2.183	24	2.581
6	2.537	25	2.236
7	1.422	26	9
8	2.211	27	1.307
9	2.105	28	2.452
10	2.545	29	24
11	960	30	2.637
12	2.481	31	1.969
13	2.360	32	2.360
14	2.470	33	2.102
15	2.183	34	490
16	252	35	992
17	233	36	289
18	2.316	37	728
19	2.139		

A partir da análise da Figura 3 e da Tabela 1 é possível verificar a necessidade de aprimoramento da técnica desenvolvida visto que é possível identificar alguns falsos positivos, que podem ser classificados em duas categorias básicas, possíveis ruídos nas imagens e limitação quanto à técnica de limiarização utilizada. A utilização de técnicas de limiarização adaptativa pode melhorar os resultados visto que estas analisam a imagem a fim de encontrar o limiar ideal. Durante o desenvolvimento deste trabalho foi testada a técnica de limiarização proposta por Otsu (1979), porém esta não se mostrou satisfatória para os dados testados.

VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí
VII Jornada Científica e I Mostra de Extensão
21 a 23 de outubro de 2014

Quanto aos ruídos, como a técnica propõe uma solução generalista, esta depende da ação de um especialista para identificar em uma imagem o que pode e o que não pode ser considerado ruído em uma imagem de interesse, isso porque este profissional será capaz de responder se por exemplo os objetos 1, 2, 3 e 26, por exemplo, com áreas calculadas muito menores que os demais objetos detectados são considerados objetos de interesse ou nada se pode afirmar a respeito.

Outra característica possível de se notar nos falsos positivos pode ser percebida analisando os objetos 17 e 29, os quais notoriamente foram, durante o processo de limiarização, confundidos com o fundo da imagem posteriormente identificados como objetos de interesse pela técnica. Para tentar resolver este problema são necessários mais estudos e pesquisas de outras técnicas de segmentação mais elaboradas para aplica-las a estas imagens.

Este projeto possibilita a extensão das suas funcionalidades para que trate todas as imagens de forma genérica de modo que não haja a necessidade de fazer ajustes no algoritmo para cada imagem analisada.

CONCLUSÕES

A partir da solução desenvolvida é possível detectar os objetos desconexos em uma imagem, de forma a selecioná-los, contá-los e calcular suas respectivas áreas. Atualmente o algoritmo é capaz de realizar essas tarefas de forma satisfatória para imagens de baixa complexidade, porém são necessárias melhorias para trabalhar com imagens com padrões mais complexos.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem ao Instituto Federal de Minas Gerais, financiador do projeto, por meio do Edital 139/2013, bem como ao CNPq pelo fornecimento da Bolsa PIBIC aos estudantes envolvidos, e ao Grupo de Pesquisa em Sistemas Computacionais - GPSisCom.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRADSKI, G. & KAEHLER, A. *Learning OpenCV*. Sebastopol: O'Reilly, 2008. 555p

GONZALEZ, R. C. & WOODS, R. C. **Processamento de Imagens Digitais**. 3Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 624p.

KINJO, P. & SOARES, T. **OpenCV Rastreando Objetos**, 2013. Disponível em: <http://www.academia.edu/4654828/OpenCV_Rastreando_Objeto> Acessado em 13/09/2014.

OJI, R. **An automatic algorithm for object recognition and detection based on ASIFT keypoints**. *Signal & Image Processing: An International Journal*. Vol. 2, No., 5, Out, 2012.

OTSU, N. **A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms**. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 9, no. 1, jan, 1979.