



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
DISCIPLINA DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

TRABALHO DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

André Lucas Nascimento Gomes

João Victor Caetano Silveira

Luiz Felipe Chaves Oliveira Silva

São João del-Rei

03/05/2019

Sumário

1	Introdução	2
1.1	Padrão Brasileiro de Moedas	2
2	Metodologia	3
3	Desenvolvimento	4
4	Resultados	6
5	Conclusão	8

1 Introdução

O trabalho proposto consiste em reconhecer moedas brasileiras, da segunda geração de 1998, a partir de imagens. Neste sentido, temos imagens das quais seu conteúdo possui moedas de diferentes valores do padrão brasileiro. Atrelado a isso, nas imagens, as moedas não possuem distinção de qual face estará voltada para a cima. Dessa forma, este trabalho propõe um algoritmo para realizar o reconhecimento das moedas e retornar ao usuário a quantidade total, em reais. Para realização de tal tarefa, utilizamos a linguagem de programação Python em conjunto com as bibliotecas opencv2, matplotlib e numpy.

1.1 Padrão Brasileiro de Moedas

O real é a moeda corrente oficial do Brasil desde 1994 até a atualidade. Durante este tempo, a moeda brasileira sofreu alterações, como por exemplo, o valor entre as moedas de 10 e 50 centavos era de 20 centavos. Porém, só em setembro de 1994 foi introduzida a moeda de 25 centavos. Além disso, existem duas gerações de padrões dos modelos das moedas. Basicamente, estes padrões alteravam o tamanho, estrutura e composição das moedas. Em virtude disso, para este trabalho, foi escolhido o padrão de moedas mais atual no cenário brasileiro. Dessa forma, a segunda geração de moedas, modelo implementado em 1998, contém seis moedas Figura 1, com os valores de **1, 5, 10, 25 e 50 centavos**. A última, possui o valor de **1 real**.



Figura 1 – Moedas utilizadas no trabalho

As moedas de um e cinco centavos são feitas de aço e revestidas por cobre. Na parte frontal das duas possui um número representando o valor das moedas, e na traseira, possuem Pedro Alvares Cabral e Tiradentes, respectivamente. Enquanto a de um centavo possui 17 milímetros de diâmetro, a de cinco possui 22 milímetros, tendo uma diferença de 5 milímetros.

Já as moedas de dez e vinte e cinco centavos são de aço revestidas de bronze, com a frente mostrando seu valor e na parte de trás possui representações de Dom Pedro I e Deodoro da Fonseca, respectivamente. A moeda de dez tem 20 milímetros de diâmetro enquanto a de vinte e cinco 25 milímetros de diâmetro, possuindo também 5 milímetros de diferença.

Por fim, as moedas de cinquenta centavos são feitas de aço inoxidável, assim como as de um real, com a diferença que as moedas de um real possuem uma borda revestida de bronze. A parte frontal das duas possuem o valor da moeda, na traseira há representações do Barão do Rio Branco e a Esfinge da República, por essa ordem. Em oposição a moeda de 50 centavos, que possui 23 milímetros de diâmetro, a moeda de 1 real possui 27, sendo que a diferença das duas é de 4 milímetros.

2 Metodologia

O trabalho foi desenvolvido seguindo a metodologia proposta pela Figura 2:

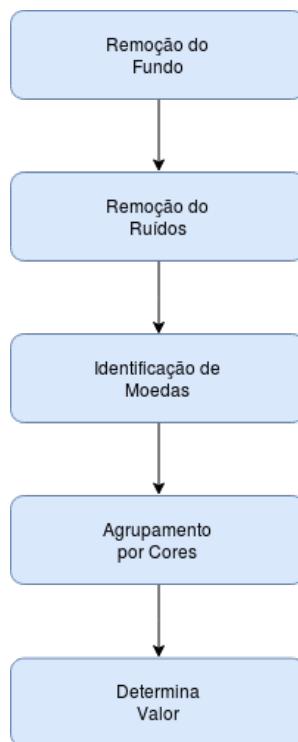


Figura 2 – Metodologia

A ideia de desenvolvimento implementada foi dividida em etapas. Inicialmente temos uma imagem sintética em RGB, onde o fundo é padronizado, no primeiro passo remove-se o fundo da imagem para deixar apenas os objetos (moedas) na imagem. Com a remoção do fundo, inicia-se a etapa de tratamento de ruídos e para isso utilizamos do filtro de mediana com uma máscara 7×7 .

Após tratar os ruídos, identificamos onde estão localizadas todas as moedas utilizando de uma técnica de separação de componentes conexas, que retorna a posição e o diâmetro das moedas na imagem. Após isso as moedas foram agrupadas em três grupos diferentes baseadas em sua cor na posição central. Em seguida dentro de cada grupo é realizado uma análise baseada nos tamanhos com o objetivo de conseguir determinar a quantidade de moedas de cada valor.

3 Desenvolvimento

Com a imagem no formato RGB em mãos, o primeiro passo a ser dado foi a implementação de um método para remoção do fundo. Por ser uma imagem sintética, constituída por objetos presentes sobre um fundo igual em toda a imagem, podemos considerar a cor do primeiro pixel como a cor do fundo da imagem. Logo, para remoção deste fundo, comparamos cada pixel da imagem com os valores de cores dos três canais RGB do primeiro pixel selecionado. Com isso, se o valor de cor na faixa de cores for diferente do pixel, significa que há uma moeda. Então, o valor de cor deste pixel é preservado, caso contrário, ou seja, se o valor de cor do pixel a ser comparado for igual ao primeiro da imagem, este pixel é considerado fundo e então recebe um novo valor igual a 0.

Por conta disso, como demonstrado na Figura 3, temos como saída da função a imagem original com o fundo preto e o que não estiver como preto é um objeto (moeda).



Figura 3 – Imagem Pós Remoção de Fundo

Ainda na Figura 3, é possível observar que existem ruídos associados à imagem, podendo ser prejudicial na identificação das moedas através da cor e tamanho. Neste sentido, para resolver esse problema, utilizamos o filtro de mediana que atribui um novo valor para cada pixel, sendo este valor a mediana dos pixels ao redor dele. O tamanho da

matriz utilizada como máscara no filtro de mediana foi de tamanho 7. O resultado deste processamento de filtragem dos ruídos é demonstrado pela Figura 4.

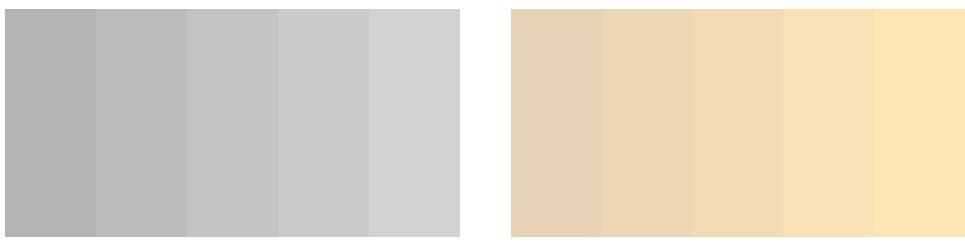


Figura 4 – Imagem Pós Tratamento de Ruídos

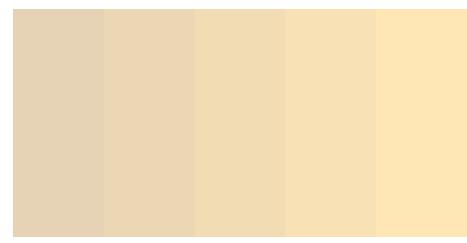
Como a saída do método de separação de componentes conexas temos em mãos agora informações como pixel central e diâmetro de todas as componentes (moedas) da imagem. Com isso implementamos uma função para adicionar mais uma informação ao dicionário de cada moeda, sendo esse dado a cor do centro da moeda na imagem em RGB. A faixa de cor escolhida para cada moeda está representada na Figura 5. Entretanto, utilizar apenas o pixel do centro para determinar a cor não é a melhor escolha. Portanto utilizamos de uma matriz de tamanho 5×5 ao redor do pixel central e determinamos a mediana dessa matriz como a cor central da moeda. Este processo também foi aplicado para a borda esquerda. Porém, para a matriz não pegar posições fora da moeda, utilizamos a posição do pixel mais à esquerda somado 10% do diâmetro.

Com a implementação da função que identifica as cores das moedas pronta, precisamos agrupar as moedas de mesma cor. Sabe-se que moedas de 25 e de 10 centavos possuem cor muito similares por toda a moeda, as moedas de 5 e 1 também possuem cores muito similares por toda sua extensão. Já as moedas de 1 real e 50 centavos possuem a cor prata em comum, a de 1 real possui o prata apenas no centro e a de 50 possui por toda sua extensão. Com base nessas afirmações, as moedas foram divididas por cores em três grupos, contendo 25 e 10 centavos, 5 e 1 centavo e o último de 1 real e 50 centavos.

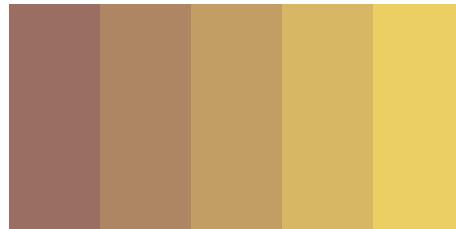
A última etapa implementada foi de agrupamento por cor, vale ressaltar que até o momento o tamanho da moeda não foi utilizado diretamente. Nesta etapa a quantidade de cada valor de moeda é dado com base somente no diâmetro, o primeiro passo da função é identificar o menor e o maior diâmetro do grupo e determinar a proporção entre eles. Se a proporção entre o menor e o maior for superior a 90% significa que todas as moedas



(a) Faixa de cores para moedas de aço inox



(b) Faixa de cores para moedas de bronze



(c) Faixa de cores para moedas de cobre

Figura 5 – Paleta de cores das moedas

possuem são do mesmo valor, porém não podemos falar nada sobre qual valor é nesse caso.

Se a proporção for inferior a 90% temos pelo menos uma moeda de cada um dos dois valores do grupo. Após essa análise é feita uma comparação de todas as moedas com o maior diâmetro, se a proporção entre a moeda atual e a maior for superior a 90% dizemos que são moedas do mesmo valor, e o valor atribuído é do maior valor do grupo. Se for inferior significa que é uma moeda do menor valor do grupo. A função retorna a quantidade de cada um dos valores do grupo.

4 Resultados

Foram realizados diferentes testes para validar e verificar o funcionamento da metodologia realizada. Foram criadas cinco imagens que possuem valores em reais diferentes, como se pode observar na Figura 6. Nota-se que todas as cinco imagens possuem cores de fundo e valor total diferentes. A partir destas figuras, ajustamos a faixa de valores em que se encaixa cada tipo de moeda, além de evidenciar defeitos que foram sanados antes da escrita deste relatório.

Todas imagens obtiveram resultado satisfatório, exceto a 6e, que obteve como resultado o valor R\$ 1,85 reais, cinco centavos a menos do resultado esperado. Este resultado aconteceu devido somente possuir um único tipo de moeda de cobre, e não havendo do outro para efeito de comparação, a moeda foi ignorada.

Como dito no parágrafo acima, a solução aplicada possui uma limitação em relação ao reconhecimento de moedas. Nela, não é possível reconhecer moedas de 1 real sem ter de 50 centavos, ou moedas de 25 centavos sem possuir de 10 centavos, e moedas de 5 centavos

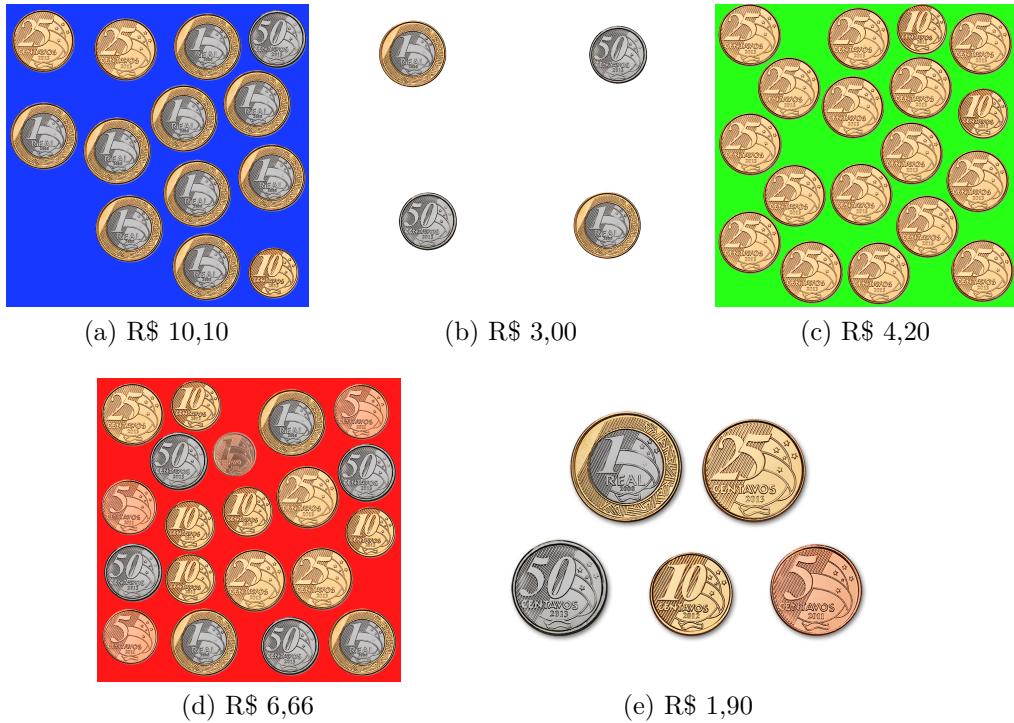


Figura 6 – Imagens de teste e seus valores



Figura 7 – Imagens de resultado realizados a partir da execução do software

sem ter alguma de 1 centavo. Para todos os casos, a recíproca é verdadeira.

Outro ponto fraco existente no algoritmo é que a delimitação da faixa de cores está atrelada a canais RGB. Uma mudança brusca de saturação, ou brilho pode afetar no resultado final. Uma possível compactação na imagem pode gerar erro no resultado também, pela perda de informação gerada no processo.

5 Conclusão

Os resultados se demonstram satisfatórios, quando aplicamos a solução proposta para contagem dos valores, em reais, das moedas, mesmo com as limitações apresentadas nas seções anteriores. Além disso, podemos utilizar a solução proposta em cenários reais, como por exemplo, aplicando na Casa da Moeda, onde ao invés de comprar maquinários pesados para a contagem dos valores das moedas, podemos utilizar de artifícios simples, mais baratos e eficientes.