

## Detecção de notas e moedas

Afonso Guimarães(86012), Vasco Cardoso (86067)

**Resumo** – Este projeto foi proposto no contexto da disciplina de Computação Visual e tem com o principal objetivo aplicar as técnicas aprendidas e desenvolvidas ao longo das aulas de OpenCV. O projeto desenvolvido consiste num programa para reconhecimento e contagem de notas e moedas.

**Abstract** – This project was proposed in the context of Visual and Computing subject and its main purpose was to apply the techniques, learnt and developed, during the classes. The project consist on a program to recognize and count bills and coins.

### I. INTRODUÇÃO

Na unidade curricular de Computação visual foi proposto o desenvolvimento de um dos projetos sugeridos pelo docente. O nosso grupo decidiu escolher o projeto do algoritmo para reconhecimento e contagem de notas e moedas para demonstrar conhecimentos na área de Computação Visual.

O algoritmo desenvolvido analisa fotografias de notas e/ou moedas e indica a sua quantidade na foto e para alguns casos o valor, produzindo também um histograma e uma foto individual com o objeto em análise.

### II. CONCEÇÃO

Para a conceção deste projeto foram utilizadas algumas técnicas que não foram aprofundadas nas aulas práticas mas que com alguma pesquisa foi conseguido.

A detecção de notas e moedas foi feita em duas fases distintas e com duas técnicas diferentes, sendo que para a detecção de moedas foi utilizado o algoritmo Hough Circles disponível da biblioteca OpenCV para a detecção de círculos. Já para a detecção de notas, apesar de existir o algoritmo *Hough Lines* para detetar linhas e consequentemente polígonos numa imagem, foi decidido utilizar o algoritmo de detecção de bordas *findContours*.

Desta forma, e com alguma manipulação nos resultados foi possível a distinção de notas e de moedas e dos seus valores.

### III. ELEMENTOS DA IMAGEM

Os elementos presentes nas nossas imagens são apenas dois, notas e moedas, podendo estas ser de qualquer valor possível para as mesmas. Com isto as imagens destes elementos são analisadas para conseguirmos identificar o elemento bem como a sua quantidade na imagem e valor:

#### 1) MOEDAS

Como foi dito anteriormente a detecção de moedas é feito utilizando o algoritmo *Hough Circles* para a detecção de círculos na imagem que serão consideradas como moedas caso os valores do histograma correspondam aos valores médios conseguimos pelo estudo de outras imagens.

1. Para que o algoritmo *Hough Circles* possa ser aplicado é necessário uma imagem que será: convertida a escala de cinzento,
2. *blurred* para reduzir a detecção de falsos positivos
3. e finalmente aplicado o algoritmo que devolve em um *vector* as moedas numa estrutura com os campos:
  - a. Coordenadas, nos dois eixos, do centro do círculo.
  - b. Raio do círculo detectado.

Com isto seria fácil assumir que os raios de cada círculo seriam suficientes para distinguir entre as diferentes moedas, mas depois de vários testes conduzidos pelo grupo em que foi variado o fundo onde as notas eram expostas e também a distância da câmara ao plano, foi concluído que não seria suficiente.

Em seguida é apresentada a tabela com os valores dos raios obtidos para as diferentes moedas em diferentes imagens com diferentes configurações das várias moedas.

	Raio mínimo	Raio Máximo
0.01€	52	54
0.02€	46	47
0.05€	51	55
0.10€	48	49
0.20€	53	57
0.50€	58	60
1€	57	58
2€	60	64

Com isto passou-se para a fase seguinte que envolveu a procura da melhor forma para detecção de qual moeda estaríamos a analisar e do seu valor. Foram estudadas algumas formas que envolviam a utilização de redes neurais para a detecção do seu valor, mas, apesar de serem talvez a melhor forma de distinção, não se conseguiu justificar a utilização do método por não se inserir no âmbito da cadeira. Outro método estudado foi a utilização de padrões, com isto conseguia-se verificar se a moeda correspondia exatamente ao padrão de uma moeda, mas envolvia uma série de problemas:

1. As diferentes moedas existentes com as suas diferentes coroas e combinações possíveis leva a que seja imprudente avançar por este caminho.
2. Outro problema era que cada moeda, por não ter exatamente a mesma rotação que o padrão a ser comparado levava a que todas as moedas teriam de ser rodadas de forma a testar todas as suas rotações.

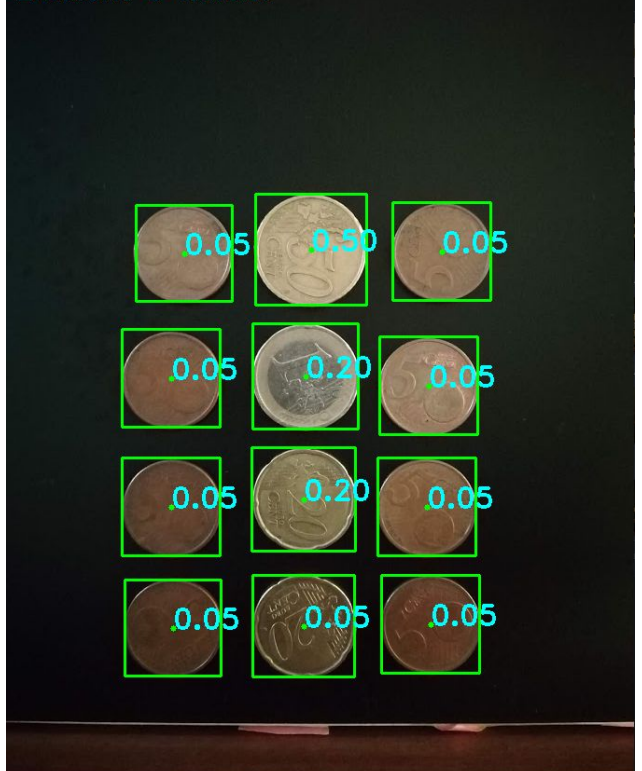
O método escolhido acabou por ser um que envolvia algo que foi utilizado nas aulas que consistem em obter um histograma de cor de cada moeda e comparar os canais de cor e obter um intervalo de valores, que em conjunto com o raio se conseguisse obter o valor da moeda. Desta forma, foi utilizado o mesmo método utilizado nas aulas de obtenção de histograma para cada canal de cor (vermelho, verde e azul) e obtida a média para cada um. Estes valores foram então catalogados e foram obtidos os seguintes valores apresentados na próxima tabela:

Moeda		R	R	G	B
0,02	Min	46	16,3002	17,6569	17,6569
	Max	47	17,4934	18,0474	18,0474
0,05	Min	51	15,6056	19,6095	19,6095
	Max	55	20,2494	21,1716	21,1716
0,1	Min	48	15,6013	18,4379	18,4379
	Max	49	16,748	18,8048	18,8284
0,2	Min	53	16,4077	20,1853	19,8947
	Max	57	19,8804	21,7645	21,9527
0,5	Min	58	20,7552	22,3195	22,3433
	Max	60	22,2993	22,9358	23,1244
1	Min	57	17,0212	21,6024	21,8817
	Max	58	20,8697	21,9527	22,3433
2	Min	60	16,5198	22,9826	23,1244
	Max	64	21,621	24,6866	24,6866

Para cada moeda obtida são calculados os seus valores e comparados com estes obtidos sendo de seguida rotulados caso coincida com alguma.

É de realçar que ainda assim, e por falta de mais testes com mais combinações de moedas, é possível obter alguns falsos positivos.

**Existem 12 moedas.  
Existem 0 notas.**



## II) NOTAS

O processo para obtenção das notas é diferente daquele utilizado para as moedas. Para as notas é utilizado o método de obtenção de contornos que se pode encontrar no OpenCV. Para isso é preciso que a imagem esteja novamente em tons de cinzento e que de seguida seja aplicado o método *findContours()*, este método devolver uma lista de pontos que correspondem às linhas das bordas dos objetos obtidos. É usado, na função *findContours()* o argumento *CV\_CHAIN\_APPROX\_SIMPLE* que comprime as linhas horizontais, verticais e diagonais em segmentos e guarda apenas os seus extremos, desta forma um rectângulo é representado por quatro pontos o que torna o resultado mais interessante para a finalidade pretendida neste trabalho.

Posto isto, e dado que muitos retângulos são obtidos é feita a filtragem consoante a área do retângulo obtido, isto limita a aplicação a que as notas tenham de estar sempre o mais esticadas possível sem que possam ser dobradas, são aceites notas com algumas dobras mas tem de aparecer quase na sua totalidade.

Para a distinção entre as diferentes notas foi levado a cabo o mesmo processo para as moedas mas com resultados bastante desanimadores o que levou, não só por falta de dados mas também por incoerências que não se conseguiram resolver, a uma distinção entre notas feito consoante a área da nota, mas que acaba por ser muito impreciso devido ao método de detecção de notas, este leva a que uma ligeira diferença na detecção do rectângulo leve a áreas muito diferentes entre notas do mesmo valor e a incoerências. De qualquer forma o valor da nota é apresentado no seu centro a azul.

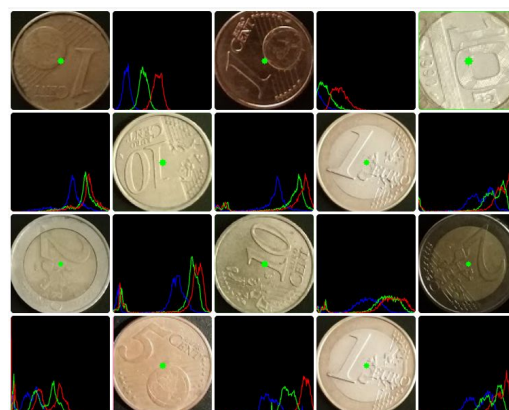
Mesmo sem acesso a todas as notas da zona euro, com os valores obtidos para as notas de cinco e dez euros e com a informação de que o tamanho das notas aumenta de forma incremental, foram colocados na aplicação valores aproximados aquilo que é esperado obter com a nota esticada.



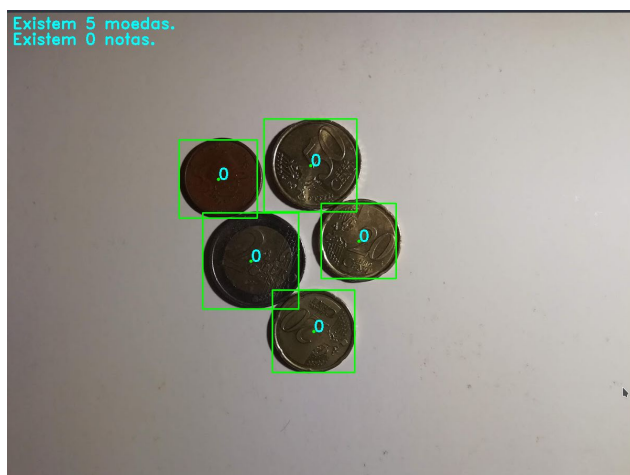
## IV. RESULTADOS OBTIDOS

Depois de vários testes feitos com diferentes fundos e diferentes distâncias, nomeadamente cinco, dez, quinze e vinte centímetros fixos de distância, e com um plano o mais perpendicular possível foi decidido, devido aos resultados mais coerentes fixar a distância a quinze centímetros com um fundo preto, isto porque a deteção, apesar de possível é melhor feita nestas condições.

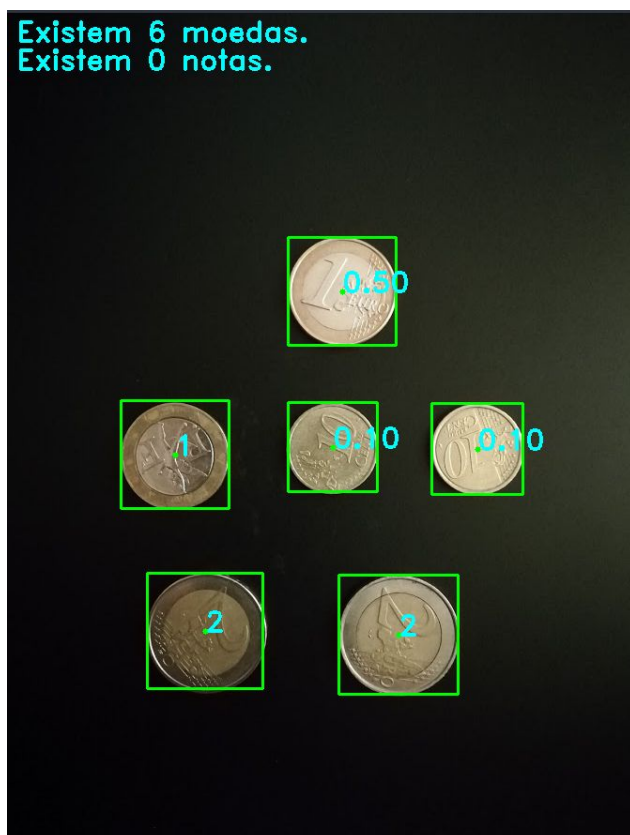
Os resultados seguintes são uma amostra dos testes efetuados e dos valores obtidos.



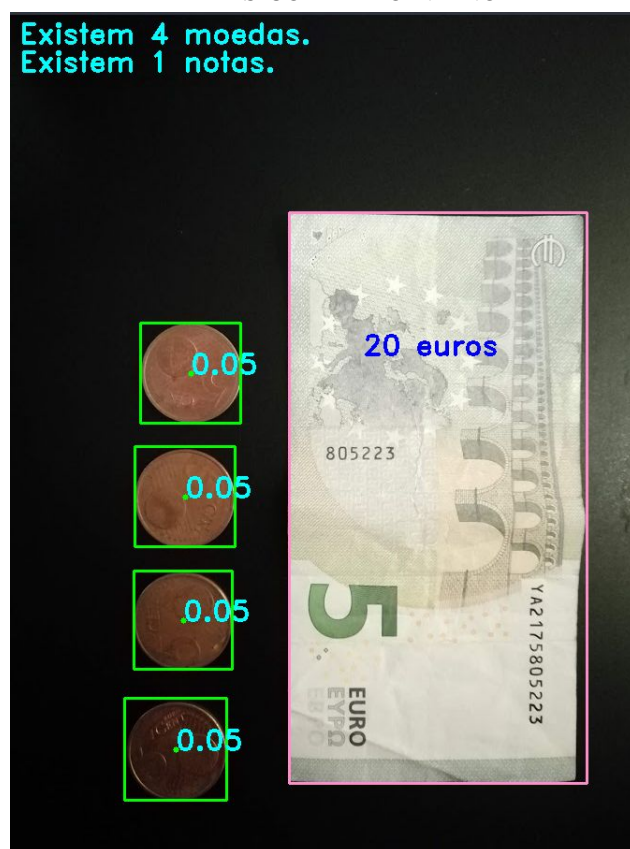
### RESULTADO OBTIDO COM FUNDO BRANCO



### RESULTADO COM UM FALSO POSITIVO



### RESULTADO EM QUE NOTA E MOEDAS SÃO DETETADAS COM ERRO NA NOTA



## VI. CONCLUSÕES

É possível concluir que a detecção de notas e moedas é um processo simples e que utilizando alguns métodos bem documentados na biblioteca do OpenCV se consegue de forma mais ou menos fácil obter as regiões correspondentes a notas e moedas. O processo torna-se complicado quando se querem distinguir os diferentes valores para as mesmas, isto porque notas e moedas podem variar na sua forma, estado, cor e condição levando a que seja preciso ou um ambiente com as variáveis estritamente controladas como o utilizado nesta experiência ou métodos de detecção que recorram a aprendizagem automática. É de realçar que este trabalho já está a ser/foi desenvolvido mas como não se enquadra no âmbito desta cadeira o grupo não se debruçou sobre o mesmo para tentar obter métodos que fossem o mais original possível.

## VII. CONTRIBUIÇÃO INDIVIDUAL

O trabalho foi executado igualmente por ambos os membros do grupo, sendo que estiveram presentes em todas as fases de desenvolvimento do projeto, resultando assim numa participação de 50% para cada.

## VIII. INFORMAÇÃO EXTRA

É preciso realçar que as condições para teste da aplicação têm de ser as estritamente descritas anteriormente para obter os resultados pretendidos.

## IX. REFERÊNCIAS

Documentação do OpenCV.