

# Template matching utilizando correlação de Pearson

Carlos Eduardo Fontaneli, RA - 769949

12 de agosto de 2022

## Resumo

O presente trabalho tem como objetivo implementar e analisar a técnica de template matching utilizando a correlação de Pearson. Ademais, utilizou-se a linguagem python para a implementação dos códigos necessários.

**Palavras-chaves:** template, matching, correlação, pearson, python.

## Introdução

Implementou-se a técnica de template matching baseada na correlação de Pearson. Tal técnica é importante para localização de objetos dentro de imagens baseado na correlação de Pearson entre os valores dos pixels de regiões da imagem original com os valores dos pixels do objeto a ser procurado.

## 1 Objetivos

### 1.1 Aplicação da correlação em imagens

Analisou-se a imagem resultante da aplicação da correlação de Pearson buscando-se determinados objetos dentro de imagens. Para tanto aplicou-se a correlação em imagens e objetos preto e branco e coloridas, depois analisou o resultado obtido em cada aplicação. Para imagens preto e branco a aplicação foi feita em apenas um canal de cor, para imagens coloridas com mais de um canal foi necessário aplicar a correlação em cada canal e atribuir os resultados a uma imagem final.

### 1.2 Destaque de área com centro no ponto máximo

Após a aplicação da correlação foi buscado destacar uma área, do tamanho do objeto procurado na imagem, com centro no ponto de valor máximo obtido pela correlação, o objetivo é conferir se a área destacada corresponde ao objeto procurado e, portanto, o resultado da correlação foi satisfatório.

## 2 Metodologia

Para uso de template matching com correlação de Pearson basta-se aplicar a seguinte fórmula a imagem e ao objeto:

Seja  $J_g$  a região da imagem  $I_g$  que está sob o template  $I_o$  quando este está na posição  $(r, c)$  e sejam:

$\mu_{rc}$ : Média dos valores de  $J_g$

$\mu_{I_o}$ : Média dos valores de  $I_o$

$\sigma_{rc}$ : Desvio padrão dos valores de  $J_g$

$\sigma_{I_o}$ : Desvio padrão dos valores de  $I_o$

$$d(r, c) = \frac{\sum_{s=0}^{R-1} \sum_{t=0}^{C-1} (I_g(r+s-R/2, c+t-C/2) - \mu_{rc})(I_o(s, t) - \mu_{I_o})}{\sqrt{((\sigma_{rc}^2)(\sigma_{I_o}^2))}} \quad (1)$$

### 2.1 Implementação da correlação de Pearson

Para a implemetanção da correlação de Pearson é necessário criar uma função que receberá a imagem a ser analisada e o objeto a ser buscado. Essa função criará uma imagem nova acrescida de um preenchimento de borda com zeros para aplicação do filtro nas bordas da imagem original. Após isso, calcula-se, com o auxílio da biblioteca *numpy*, a média e o desvio padrão do objeto. Feito isto, itera-se a imagem com preenchimento ao longo das dimensões da imagem original, acessando uma porção da imagem com preenchimento do tamanho do objeto a ser buscado, dessa porção retira-se a média e o desvio padrão e calcula-se a correlação de Pearson com os valores obtidos ao longo da função. Por fim, atribui-se esse resultado a uma imagem a ser retornada pela função.

Abaixo segue o código em Python resultante de tal processo:

```
def pearson_correlation(img, obj):
    num_rows, num_cols = img.shape
    num_rows_obj, num_cols_obj = obj.shape

    half_num_rows_obj = num_rows_obj//2
    half_num_cols_obj = num_cols_obj//2

    img_padded = np.pad(img, ((half_num_rows_obj, half_num_rows_obj),
                               (half_num_cols_obj, half_num_cols_obj)),
                        mode='reflect ')

    img_pc = np.zeros((num_rows, num_cols))

    # calculando a media e o desvio padrao do objeto
    # a ser procurado na imagem
    obj_mean = np.mean(obj)
    obj_std = np.std(obj) ** 2
    coefficient = (obj - obj_mean)
    for row in range(num_rows):
        for col in range(num_cols):
```

```

# patch      a regi o de img de mesmo tamanho que obj
# e centrada em (row, col)
patch = img_padded[row:row+num_rows_obj,
                    col:col+num_cols_obj]

# calculando a m dia e o desvio padr o do patch
patch_std = np.std(patch)
patch_mean = np.mean(patch)

# calculo do coeficiente de pearson
diff_region = (patch - patch_mean) * coefficient
img_pc[row, col] = np.sum(diff_region) /
                    (np.sqrt((patch_std**2)*obj_std))

return img_pc

```

### 3 Resultados

Para a aplicação da correlação de Pearson foram utilizadas as seguintes imagens e objetos a serem buscados:



Figura 1 – Imagem original de um ambiente com um gato em preto e branco

Objeto a ser procurado na imagem preto e branco.



Figura 2 – Imagem de um gato



Figura 3 – Imagem colorida original de um cachorro

Objeto a ser procurado na imagem colorida.

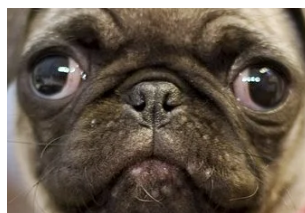


Figura 4 – Face do cachorro

### 3.1 Imagem resultante da aplicação da correlação de Pearson

A seguir a os resultados obtidos após a aplicação da correlação de Pearson em ambas as imagens.

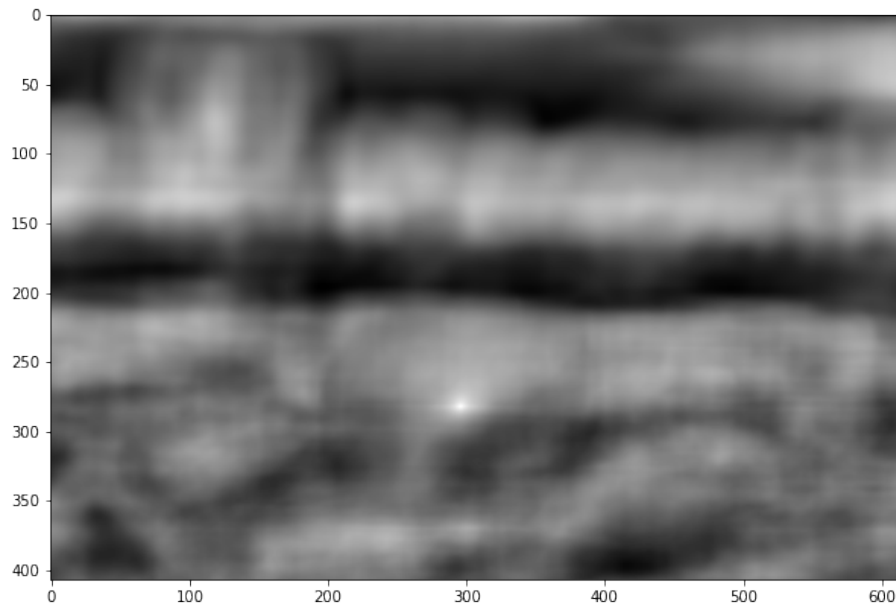


Figura 5 – Imagem resultante da correlação de Person na imagem em preto e branco

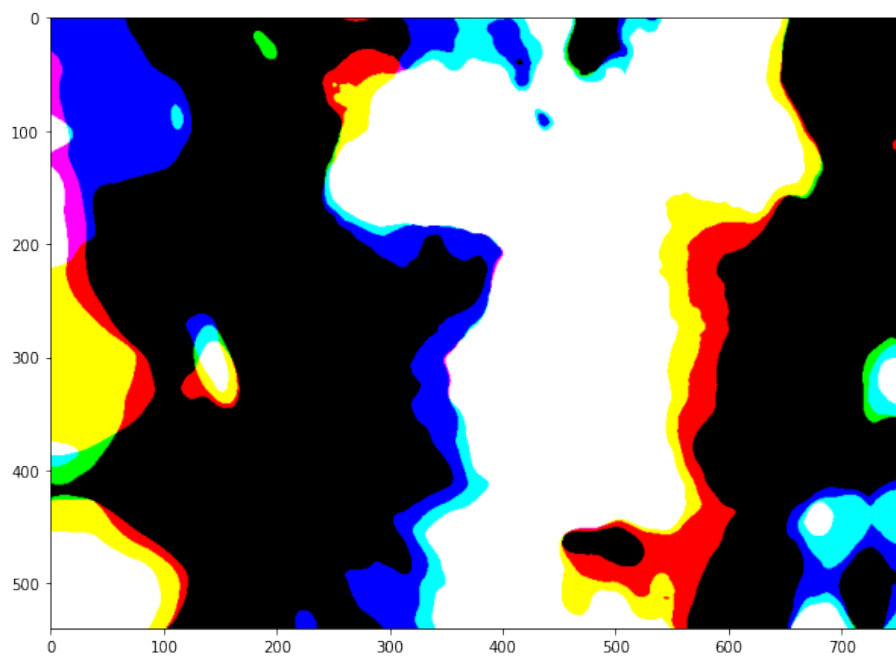


Figura 6 – Imagem resultante da correlação de Person na imagem colorida

### 3.2 Destaque da área do tamanho do objeto com centro onde a correlação de Pearson tem seu maior valor

A seguir as imagens originais com um destaque em forma de retângulo com centro posicionado nos índices que a correlação de Pearson teve seu maior valor, ou seja, obteve uma correlação mais forte.

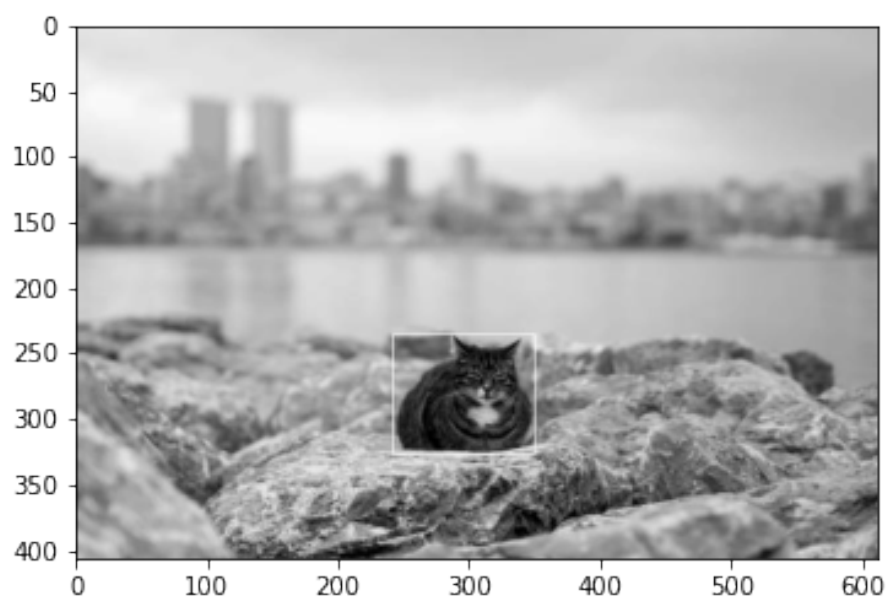


Figura 7 – Destaque da correlação de Pearson na imagem preto e branco.

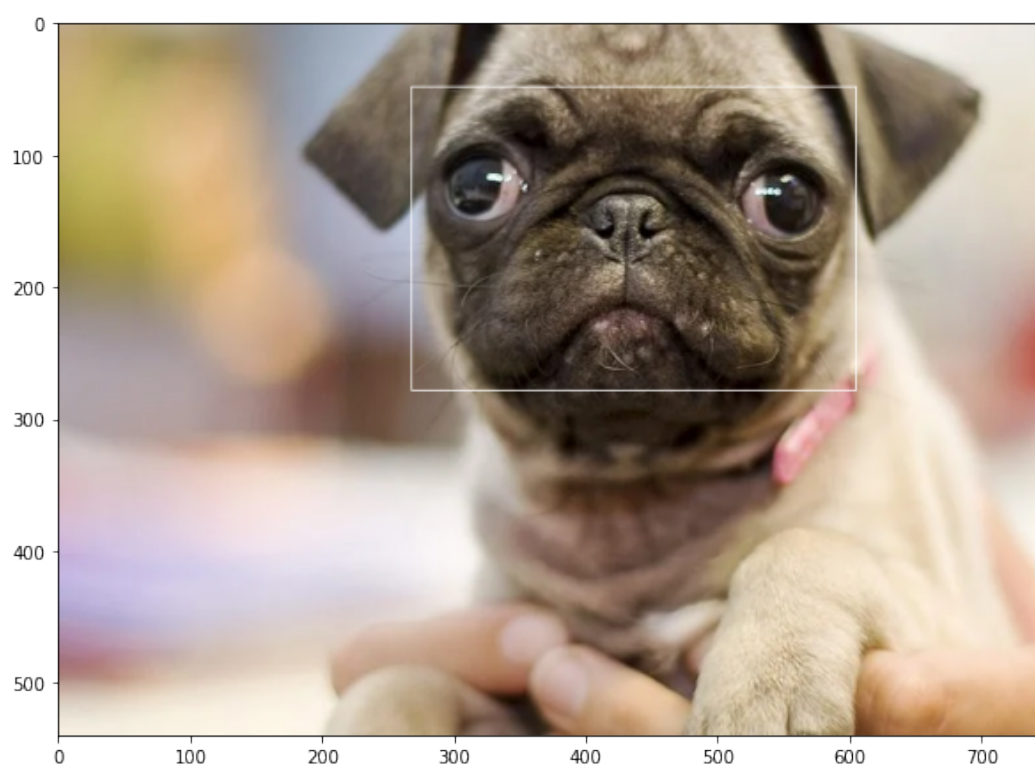


Figura 8 – Destaque da correlação de Pearson na imagem colorida.

## Considerações finais

Para a imagem resultante da correlação aplicada à imagem preto e branco é possível observar apenas uma região pequena branca que fica mais escura conforme o raio dela aumenta, essa região indica onde a correlação obteve seu maior resultado, portanto onde há a maior similitude entre a imagem original e o objeto a ser procurado. É de se esperar uma região branca, pois o valor máximo de uma região numa imagem é justamente a cor branca.

Ademais, ao longo da imagem resultante não é encontrada mais nenhuma região com tal comportamento. Este resultado é esperado, porque o objeto procurado é apenas similar a si mesmo na imagem original, sendo diferente do restante da imagem. Por fim, o traçado do destaque demarcada corretamente o objeto procurado, mostrando que a implementação da correlação funcionou corretamente e reafirmando o resultado obtido.

Para a imagem resultante da correlação aplicada à imagem colorida é possível observar mais de uma região branca, porém em diferentes intensidades. Tal resultado é condizente, porque o objeto a ser procurado é a face do cachorro presente na imagem, logo, a maior similaridade estará apenas na região da face, mas haverá também similaridades entre a face e o restante do cachorro, como por exemplo, a cor dos pelos da face com a cor dos pelos das orelhas.

Por fim, apesar de haver diversas regiões com valores altos, o destaque da imagem original comprova que a região com maior destaque ainda caracteriza o centro do objeto procurado, portanto a implementação da correlação de Pearson funcionou corretamente também para imagens coloridas.