

# Trabalho 5 de Introdução ao Processamento de Imagens

Nome: Miguel Augusto S. Guida - RA: 174847

Julho de 2020

## 1 Introdução

O objetivo deste trabalho é aplicar técnicas de detecção de pontos de interesse para registrar um par de imagens e criar uma imagem panorâmica formada pela ligação entre as imagens após sua correspondência.

Para a geração da imagem panorâmica, encontramos pontos de interesse e descriptores invariantes locais para os pares de imagens utilizando SURF (Speed Up Robust Feature), SIFT (Scale Invariant Feature Transform) e ORB (Oriented FAST, Rotated BRIEF). Computamos a distância entre cada descriptor das duas imagens e selecionamos as melhores correspondências para cada descriptor. Estimamos a matriz de homografia com a técnica RANSAC (RANdom SAmple Consensus), aplicamos uma projeção de perspectiva e finalmente unimos as imagens alinhadas para criar a imagem panorâmica.

## 2 O Programa

O programa foi desenvolvido no Jupyter Notebook, utilizando Python 3.6. As bibliotecas utilizadas foram Numpy 1.18.1, OpenCV 3.4.2.16, Matplotlib 3.1.3. Para executar o programa, basta rodar arquivo "trabalho5\_ra174847\_mc920.ipynb" no programa Jupyter Notebook.

## 3 Entrada e Saída de Dados

As imagens de entrada e saída estão no formato JPG. Todas imagens estarão presentes no diretório do programa implementado.

## 4 Passos do problema

Para o processo de correspondência e geração da imagem panorâmica, seguimos os passos a seguir:

1. Converter as imagens coloridas de entrada em imagens de níveis de cinza.
2. Encontrar pontos de interesse e descritores invariantes locais para o par de imagens.
  - Explorar e comparar diferentes detectores de pontos de interesse e descritores (SURF, SIFT e ORB)
3. Computar distâncias (similaridades) entre cada descritor das duas imagens.
4. Selecionar as melhores correspondências para cada detector de imagem.
5. Executar a técnica RANSAC para estimar a matriz de homografia.
6. Aplicar uma projeção de perspectiva para alinhar as imagens.
7. Unir as imagens alinhadas e criar a imagem panorâmica.
8. Desenhar retas entre pontos correspondentes no par de imagens.

## 5 Tratamentos iniciais

Para juntar duas imagens, primeiro definimos uma imagem de consulta e outra de treinamento. As imagens utilizadas estão exibidas na Figura 1.

Lemos as imagens em escala de cinza para aplicar detectar os descritores e pontos de interesse, e todas operações posteriores, com excessão das operações de perspectiva dos passos 6 e 7, onde utilizamos a imagem colorida para obter o resultado final.

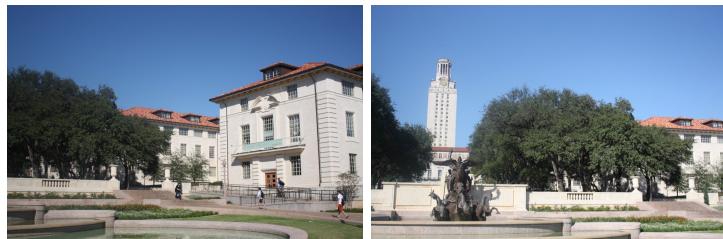


Figure 1: Imagem de consulta e Imagem de treinamento.

## 6 Detectar Pontos de Interesse

Comparamos a detecção de pontos de interesse utilizando 3 algoritmos diferentes: SURF, SIFT e ORB.

Percebemos que os algoritmos SURF e SIFT são capazes de detectar uma quantidade bem maior de pontos de interesse que o ORB, e que o SURF detecta um pouco mais de pontos de interesse que o SIFT.

Podemos comparar o resultado da aplicação dos 3 algoritmos na Figura 2.



Figure 2: Pontos de interesse encontrados pelos algoritmos SURF, SIFT e ORB

## 7 Computar distâncias

Com os descritores e pontos de interesse em mãos, queremos comparar os dois conjuntos obtidos e selecionar os melhores pares (com maior similaridade).

Para calcular a distância entre os descritores das duas imagens (consulta e treinamento), utilizamos o algoritmo BFMatcher() do OpenCV. Ele realiza "matches" entre os descritores, e associa os pares da imagem de consulta e treinamento que têm maior similaridade (menor distância), e realiza uma operação de "cross-check", onde para um par  $(d1, d2)$  ser válido,  $d1$  tem que dar match com  $d2$  e  $d2$  com  $d1$ . Para os algoritmos SURF e SIFT, calculamos a distância euclidiana entre os descritores, e para o ORB calculamos a distância de Hamming.

Depois de realizarmos os matches, ordenamo eles pela distância em ordem crescente, para selecionar as melhores correspondências.

Podemos visualizar os matches computados entre as imagens na Figura 3.

## 8 Estimar a Matriz de Homografia

Para saber quais transformações aplicar à imagem de consulta, de forma que ela "encaixe" com a imagem de treinamento e formem uma imagem panorâmica, calculamos a matriz de homografia.

Para calcular a matriz de homografia, precisamos de pelo menos 4 pares de descritores das imagens. Como já temos os matches ordenados por similaridade, adotamos um número fixo para cada algoritmo, selecionando os 40 melhores matches para o SURF e SIFT e os 30 melhores para o ORB.

Também computamos dois vetores de float (um para a imagem de consulta e outro para a de treinamento), contendo os pontos de interesses referentes aos matches selecionados.

Com os vetores construídos, utilizamos a função findHomography() do OpenCV, com os vetores como parâmetro e adotando a técnica RANSAC para encontrar a matriz de homografia, com um threshold igual a 5.

As matrizes de homografia encontradas estão apresentadas abaixo:

$$SIFT = \begin{bmatrix} 7.53676173e - 01 & 3.20608754e - 02 & 4.49403859e + 02 \\ -1.37243188e - 01 & 9.03515969e - 01 & 7.78782391e + 01 \\ -2.16548891e - 04 & -3.93161066e - 05 & 1.00000000e + 00 \end{bmatrix}$$

$$SURF = \begin{bmatrix} 7.56576750e - 01 & 4.40391571e - 02 & 4.46374446e + 02 \\ -1.39242870e - 01 & 9.13560431e - 01 & 7.64410862e + 01 \\ -2.19170189e - 04 & -2.77753674e - 05 & 1.00000000e + 00 \end{bmatrix}$$

$$ORB = \begin{bmatrix} 8.07211601e - 01 & 8.82750926e - 02 & 4.30902634e + 02 \\ -1.27715852e - 01 & 9.69709736e - 01 & 6.08550934e + 01 \\ -1.98220229e - 04 & 1.89427688e - 05 & 1.00000000e + 00 \end{bmatrix}$$



Figure 3: Matches encontrados entre os pontos de interesse dos algoritmos SURF, SIFT e ORB

## 9 União das imagens

Com a matriz de homografia calculada para cada um dos algoritmos (SURF, SIFT e ORB), utilizamos a função `warpPerspective()` do OpenCV para redimensionar as imagens e unir as mesmas.

sionar a imagem de consulta, passando a matriz como parâmetro. Utilizamos uma combinação das duas imagens para gerar uma nova imagem com as duas imagens unidas.

Podemos observar as imagens obtidas com cada um dos algoritmos na Figura 4.



Figure 4: Imagens unidas utilizando os algoritmos SURF, SIFT e ORB

## 10 Aplicação em outras imagens



Figure 5: Imagem de consulta e Imagem de treinamento.

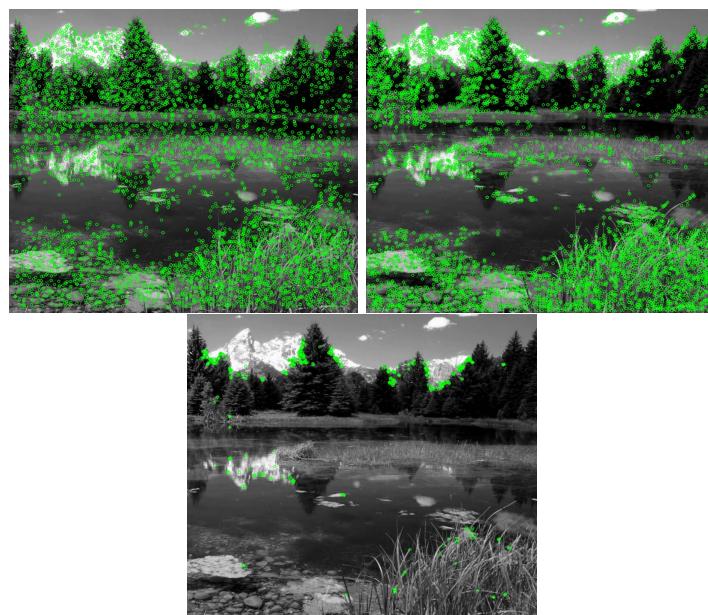


Figure 6: Pontos de interesse encontrados pelos algoritmos SURF, SIFT e ORB

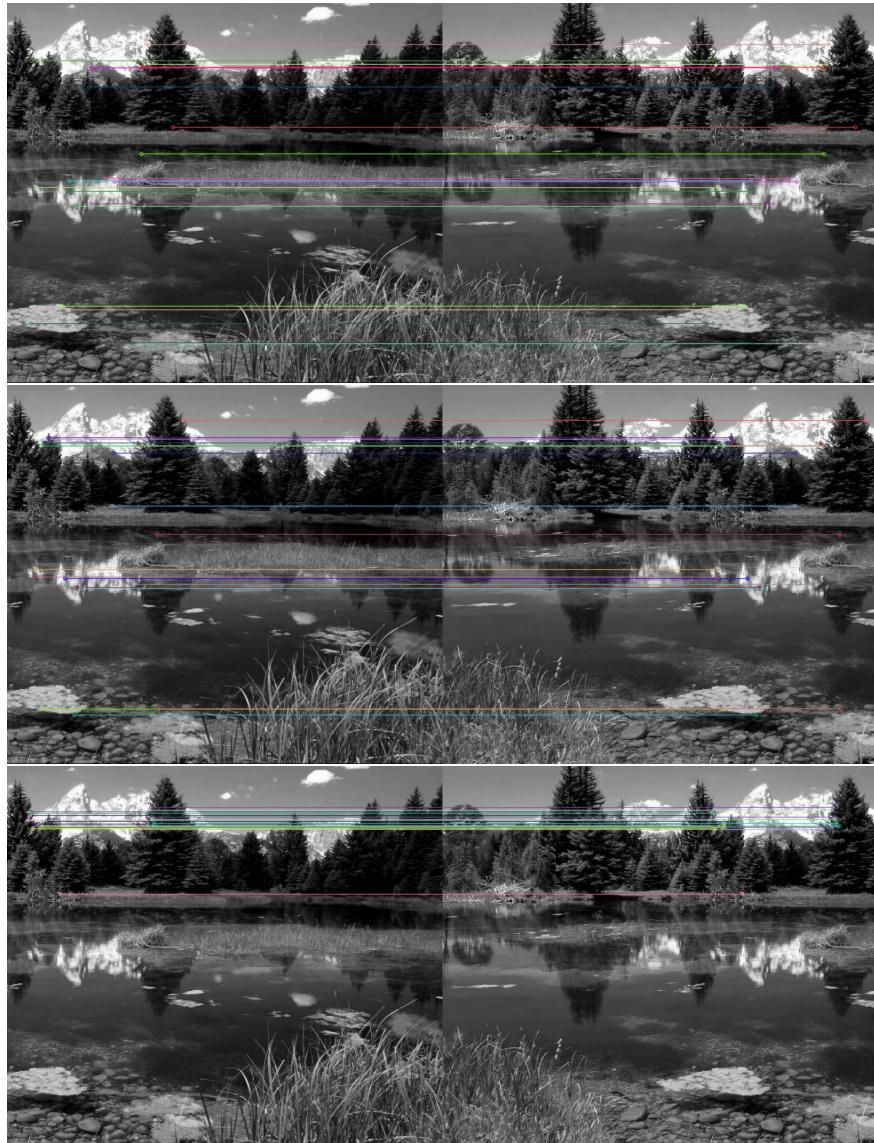


Figure 7: Matches encontrados entre os pontos de interesse dos algoritmos SURF, SIFT e ORB



Figure 8: Imagens unidas utilizando os algoritmos SURF, SIFT e ORB



Figure 9: Imagem de consulta e Imagem de treinamento.

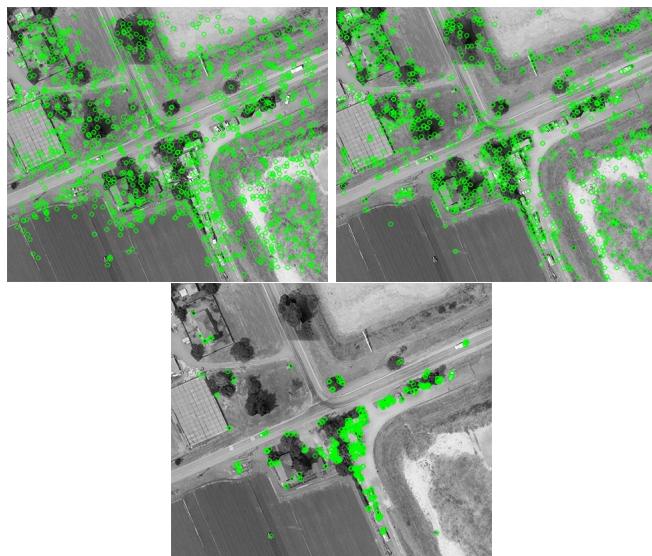


Figure 10: Pontos de interesse encontrados pelos algoritmos SURF, SIFT e ORB

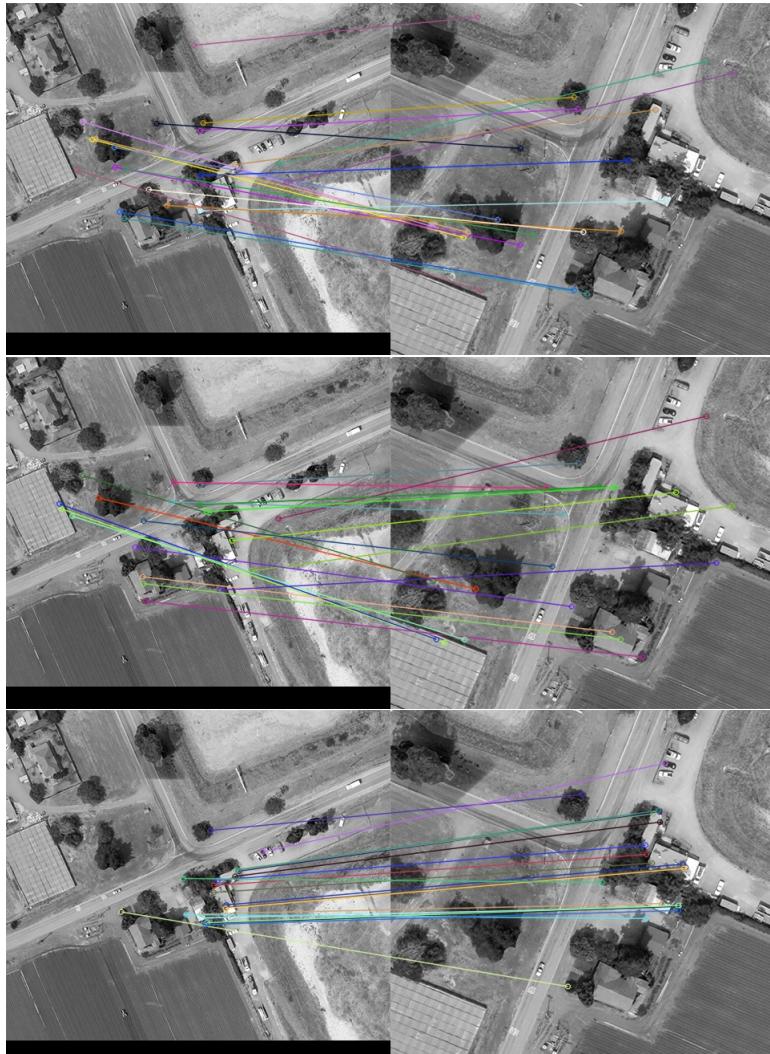


Figure 11: Matches encontrados entre os pontos de interesse dos algoritmos SURF, SIFT e ORB



Figure 12: Imagens unidas utilizando os algoritmos SURF, SIFT e ORB