

Trường Đại học Khoa học tự nhiên  
Khoa Công nghệ Thông tin

Xử lý ảnh số và video số

# Image Stitching - Dán ảnh

## NHÓM HARAVAN

|         |                     |
|---------|---------------------|
| 1712787 | Nguyễn Văn Thìn     |
| 1712641 | Trần Nguyễn Nhu     |
| 1712713 | Lê Bá Quyền         |
| 1712771 | Bùi Thái Tấn Thành  |
| 1712770 | Trương Thị Lệ Thanh |



## Nội dung trình bày

1. Động lực phát triển (Motivation)
2. Phát biểu bài toán (Problem statement)
3. Công trình liên quan (Related works)
4. Phương pháp (Method)
5. Kết quả thực hiện (Experimental result)



# 1 – Động lực phát triển

**Are you getting the whole picture?**

Compact Camera FOV =  $35^\circ \times 50^\circ$

Human FOV =  $135^\circ \times 200^\circ$

Panoramic Mosaic =  $180^\circ \times 360^\circ$



# 1 – Động lực phát triển

## Ứng dụng trong cuộc sống

- High-resolution photos in digital maps and satellite photos
- <http://sh-meet.bigpixel.cn/?from=groupmessage&isappinstalled=0>
- Medical imaging
- Multiple image super-resolution
- Video Stitching





## 2 – Phát biểu bài toán

### 2.1 – Input Output

- **Input:** Các ảnh cần stitching.
- **Output:** Một phân đoạn ảnh toàn cảnh (*panorama*) được khâu từ các ảnh đầu vào.



## 2 – Phát biểu bài toán

### 2.2 Quy trình xử lý

**Step 1:** Detect keypoints (DoG, Harris, etc.) and extract local invariant descriptors (SIFT, SURF, etc.) from the two input images.

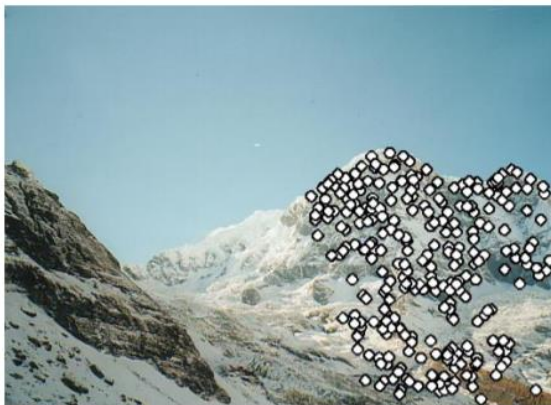
**Step 2:** Match the descriptors between the two images.

**Step 3:** Use the RANSAC algorithm to estimate a homography matrix using our matched feature vectors.

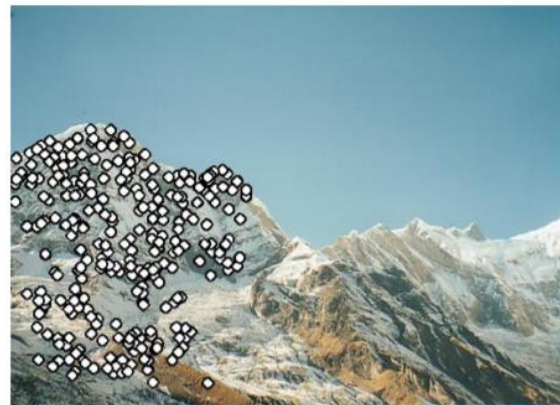
**Step 4:** Apply a warping transformation using the homography matrix obtained from Step 3.



(g) Images aligned according to a homography



(e) RANSAC inliers 1



(f) RANSAC inliers 2

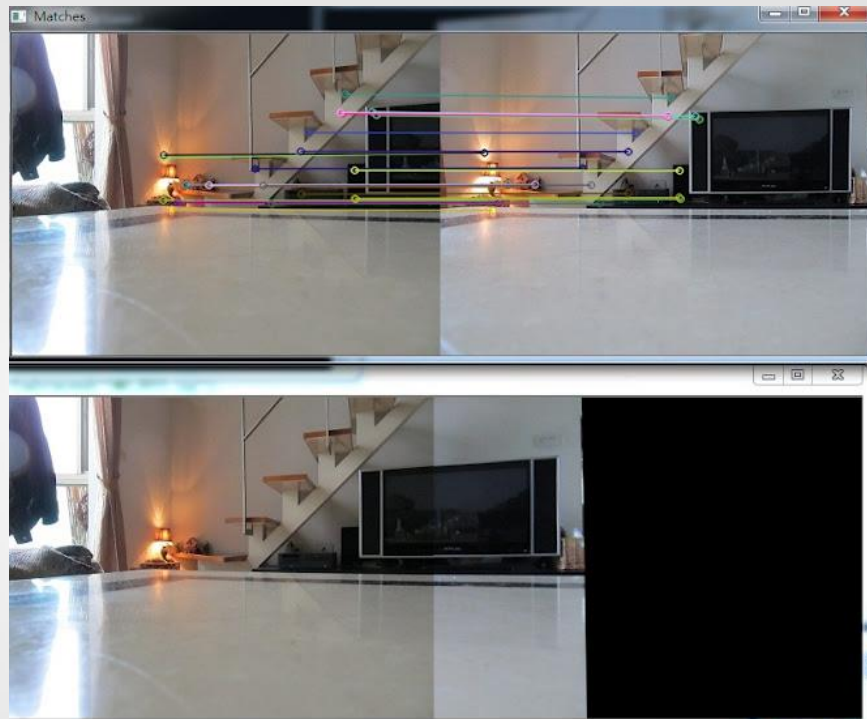
## 2 – Phát biểu bài toán

### 2.3 Thách thức

**Độ sáng:** vì độ sáng ở hai góc chụp khác nhau không thể được đảm bảo giống nhau, nên việc ghép hai hình ảnh có thể tạo ra một đường may rõ ràng.

**Độ giống nhau:** đảm bảo được nội dung ảnh thứ hai phải chứa ít nhất từ 10% đến 15 % so với nội dung của ảnh thứ nhất.

Khoảng cách chụp, chuyển động trong ảnh...



## 3 – Các công trình liên quan (Related Work)

### 3.1 - Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features

*(Matthew Brown and David G. Lowe - 2007 )*

### 3.2 - Image Stitching Algorithm for Drones Based on SURF-GHT

*(2019)*





## 3.1 - Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features

(Matthew Brown and David G. Lowe - 2007)



(e) RANSAC inliers 1



(f) RANSAC inliers 2



(g) Images aligned according to a homography

### Algorithm: Automatic Panorama Stitching

**Input:**  $n$  unordered images

- I. Extract SIFT features from all  $n$  images
- II. Find  $k$  nearest-neighbours for each feature using a  $k$ -d tree
- III. For each image:
  - (i) Select  $m$  candidate matching images that have the most feature matches to this image
  - (ii) Find geometrically consistent feature matches using RANSAC to solve for the homography between pairs of images
  - (iii) Verify image matches using a probabilistic model
- IV. Find connected components of image matches
- V. For each connected component:
  - (i) Perform bundle adjustment to solve for the rotation  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  and focal length  $f$  of all cameras
  - (ii) Render panorama using multi-band blending

**Output:** Panoramic image(s)

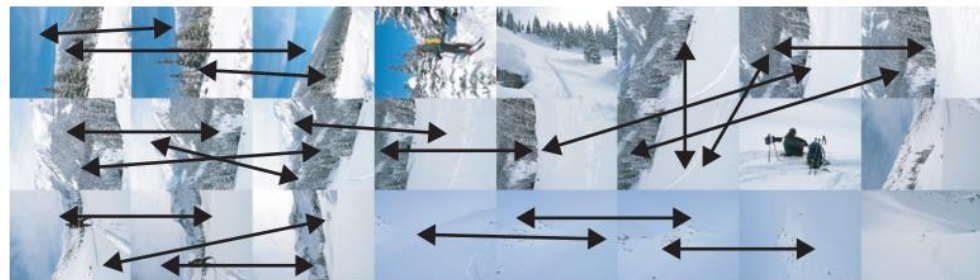
### 3.1 - Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features

(Matthew Brown and David G. Lowe - 2007)

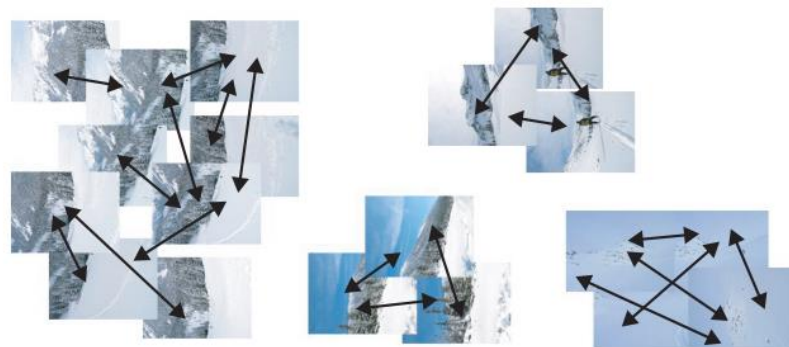
#### Recognising panoramas.

(a). Given a noisy set of feature matches, we use **RANSAC** and a probabilistic verification procedure to find consistent image matches

(b). Each arrow between a pair of images indicates that a consistent set of feature matches was found between that pair. Connected components of image matches are detected



(a) Image matches



(b) Connected components of image matches

### 3.1 - Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features (Matthew Brown and David G. Lowe - 2007)

#### (c). Stitched into panoramas

*Note that the algorithm is insensitive to noise images that do not belong to a panorama (connected components of size 1 image).*



(c) Output panoramas

### 3.1 - Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features (Matthew Brown and David G. Lowe - 2007)

#### Multi-Band Blending



(a) Without automatic straightening



(b) With automatic straightening



### 3.1 - Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features

(Matthew Brown and David G. Lowe - 2007)

#### Gain compensation

Note that large changes in brightness between the images are visible if gain compensation is not applied (a)-(b).

After gain compensation, some image edges are still visible due to unmodelled effects such as vignetting (c).

These can be effectively smoothed out using multi-band blending (d)



(c) With gain compensation

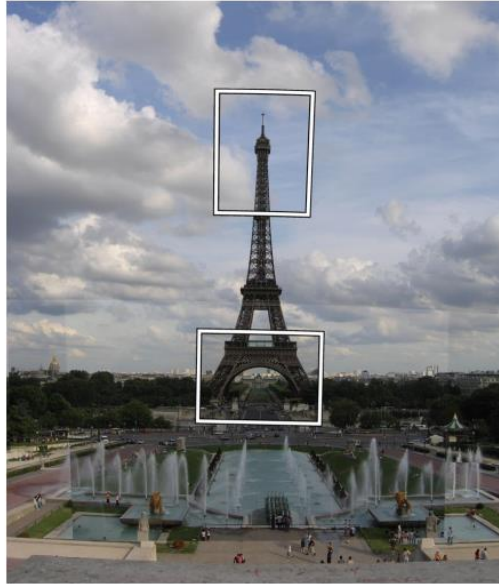


(d) With gain compensation and multi-band blending



### 3.1 - Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features (Matthew Brown and David G. Lowe - 2007)

Stitching with rotation and zoom



(a)



(b)

# 3 – Các công trình liên quan (Related Work)

## 3.2 - Image Stitching Algorithm for Drones Based on SURF-GHT

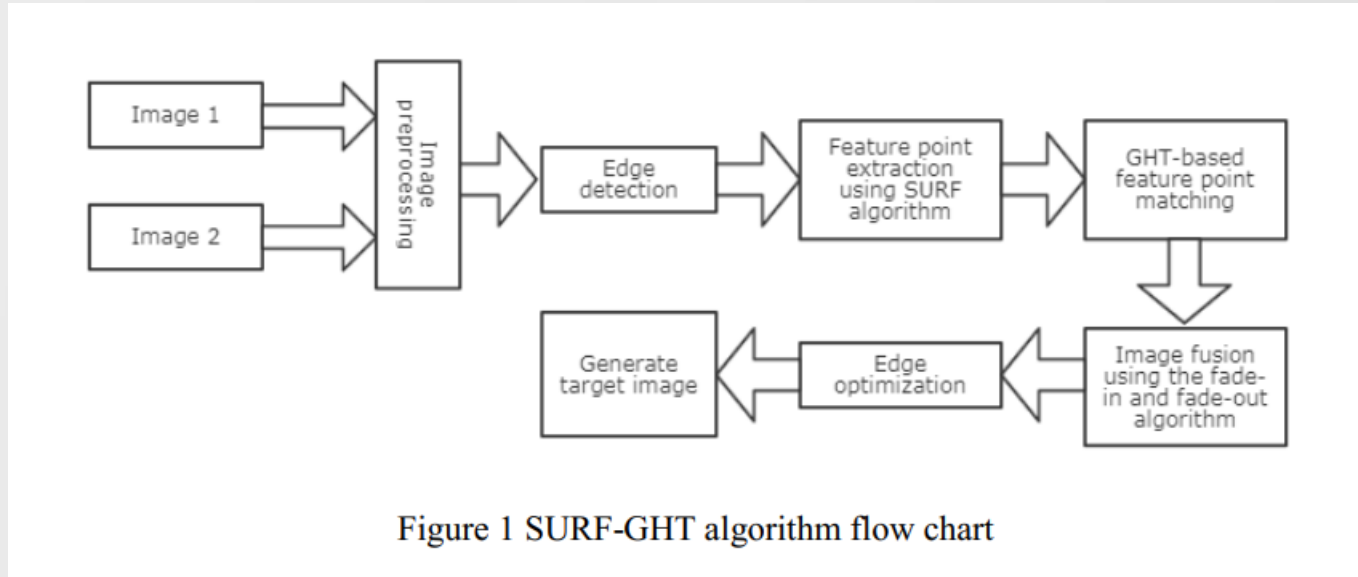


Figure 1 SURF-GHT algorithm flow chart

### 3.2 - Image Stitching Algorithm for Drones Based on SURF-GHT



Figure 2 SIFT matching result

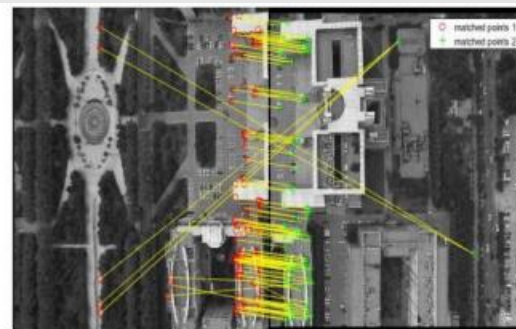


Figure 3 SURF matching results

Table 1 Comparison of Matching Effect

| Algorithm type | Number of Characteristic Points in Left Graph | Number of Characteristic Points in Right Graph | Matching point pair | Matching time /s |
|----------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------|------------------|
| SIFT           | 566                                           | 1921                                           | 157                 | 103.840          |
| SURF           | 688                                           | 808                                            | 115                 | 2.233            |
| SURF-GHT       | 688                                           | 808                                            | 132                 | 2.304            |

## 4 – Phương pháp (Method)

### 4.1 - Trích chọn đặc trưng bất biến của ảnh

- a. Tìm điểm đặc trưng
- b. Định hướng cho điểm đặc trưng

### 4.2 - Đối sánh các đặc trưng bất biến

- a. Độ đo khoảng cách
- b. Đối sánh đặc trưng cục bộ bất biến

### 4.3 - Tính toán ma trận Homography

- a. Tính toán Homography
- b. Thuật toán RANSAC

### 4.4 - Ghép ảnh dựa trên ma trận Homography



## 4.1 - Trích chọn đặc trưng bất biến của ảnh

### a. Tìm điểm đặc trưng

Điểm đặc trưng trong ảnh là một điểm ảnh có chứa nhiều thông tin hơn các điểm ảnh lân cận. Biểu diễn ảnh theo điểm đặc trưng sẽ cô đọng hơn, giảm được không gian tìm kiếm trong các bài toán ứng dụng.

Ta sử dụng thuật toán tìm điểm đặc trưng bất biến **SIFT** (The Scale Invariant Feature Transform).

Những điểm đặc trưng này không thay đổi khi xoay ảnh, co giãn ảnh hay thay đổi cường độ sáng của ảnh. Trong bước này chúng ta thực hiện các bước nhỏ sau:





## 4.1 - Trích chọn đặc trưng bất biến của ảnh

### a. Tìm điểm đặc trưng

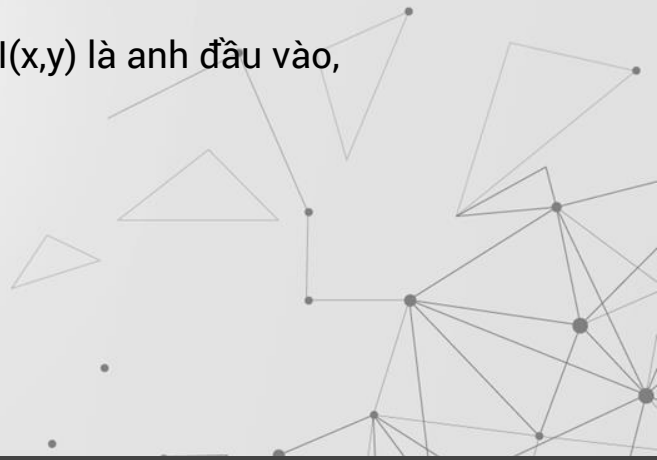
#### Phát hiện điểm cực trị Scale-space

Các điểm hấp dẫn với đặc trưng SIFT tương thích với các cực trị địa phương của bộ lọc difference of Gaussian (DoG) [3, 4], ở các tỉ lệ khác nhau. Không gian tỉ lệ của một hình ảnh là hàm  $L(x,y,k\sigma)$  được mô tả như sau:

$$L(x,y,k\sigma) = G(x,y,k\sigma) * I(x,y),$$

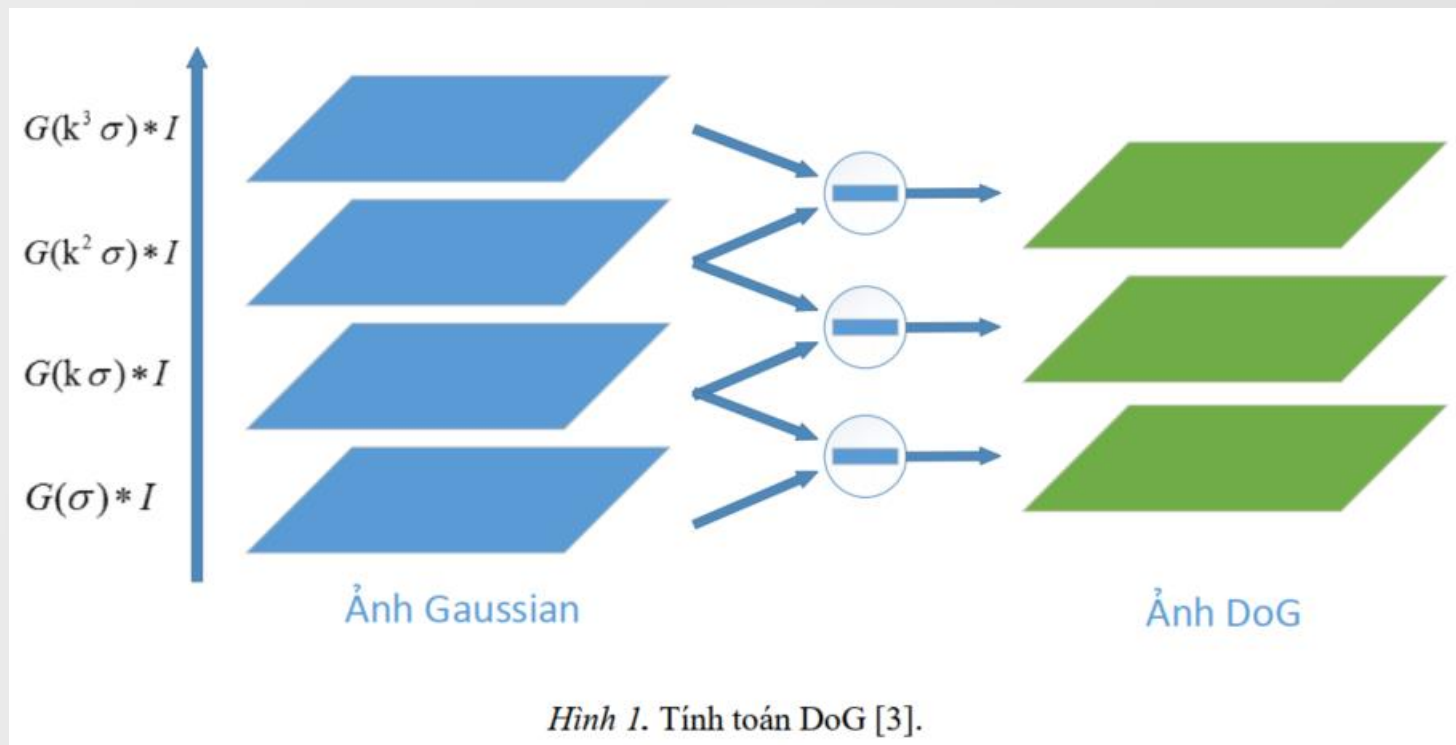
Với  $G(x,y,k\sigma)$  là biến tỉ lệ Gaussian (variable scale Gaussian),  $I(x,y)$  là ảnh đầu vào,  $*$  là phép nhân chập, và

$$G(x,y,\sigma) = 1 / (2\pi\sigma^2) e^{-(x^2+y^2) / 2\sigma^2},$$



## 4.1 - Trích chọn đặc trưng bất biến của ảnh

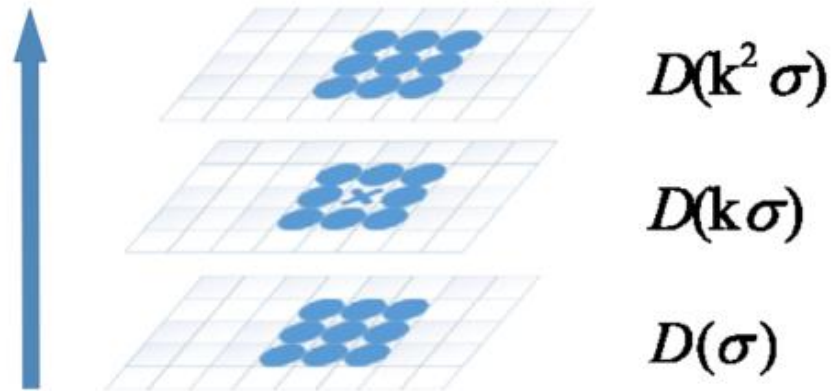
### a. Tìm điểm đặc trưng



## 4.1 - Trích chọn đặc trưng bất biến của ảnh

### a. Tìm điểm đặc trưng

$$D(x, y, \sigma) = (G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma)) * I(x, y) \quad (3)$$



Hình 2. Điểm X sẽ được so sánh với 26 láng giềng của nó [3].

## 4.1 - Trích chọn đặc trưng bất biến của ảnh

### a. Tìm điểm đặc trưng

*Loại bỏ các điểm hấp dẫn có độ tương phản thấp*

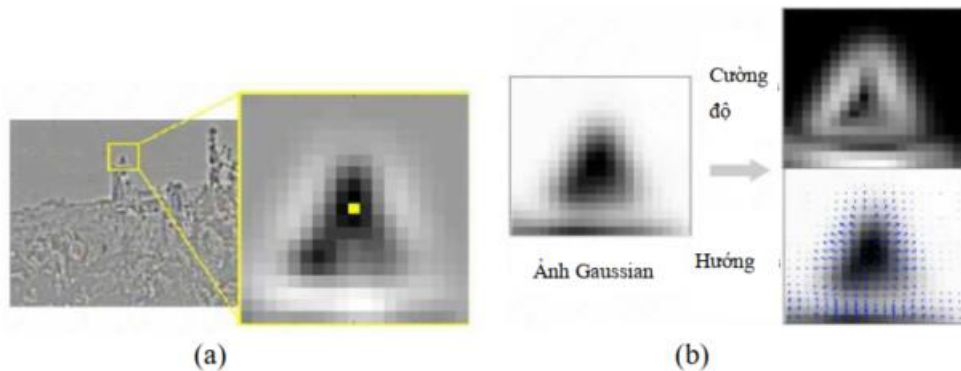
Sử dụng khai triển Taylor

$$D(x) = D + \frac{\partial D^T}{\partial x} x + \frac{1}{2} x^T \frac{\partial^2 D}{\partial x^2} x,$$
$$\hat{x} = -\frac{\partial^2 D^{-1}}{\partial x^2} \frac{\partial D}{\partial x}.$$

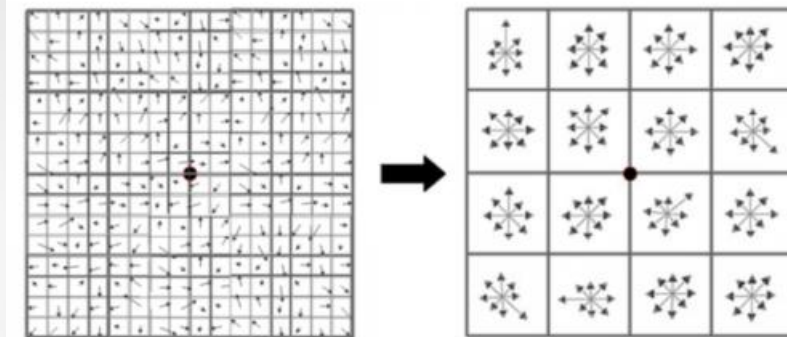


## 4.1 - Trích chọn đặc trưng bất biến của ảnh

- Tìm điểm đặc trưng
- Định hướng cho điểm đặc trưng



Hình 3. Định hướng cho điểm đặc trưng [3].  
a) Vùng cực trị và b) Xác định cường độ và hướng.



Hình 4. Biểu diễn các vector đặc trưng [3].



## 4.2 - Đối sánh các đặc trưng bất biến

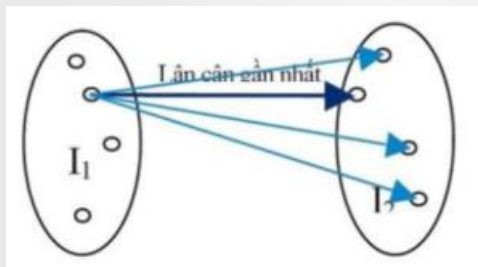
### a. Độ đo khoảng cách

Trong bước này chúng ta so sánh descriptor của keypoint trong ảnh này với descriptor của keypoint trong ảnh kia

Khoảng cách Euclide được tính bằng công thức sau [6]:

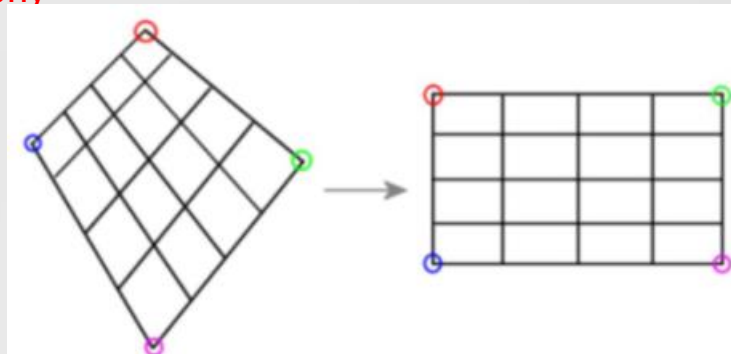
$$d(p, q) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2}$$
$$= \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}$$

### b. Đối sánh đặc trưng cục bộ bất biến



## 4.3 - Tính toán ma trận Homography

### a. Tính toán ma trận Homography



### b. Thuật toán RANSAC

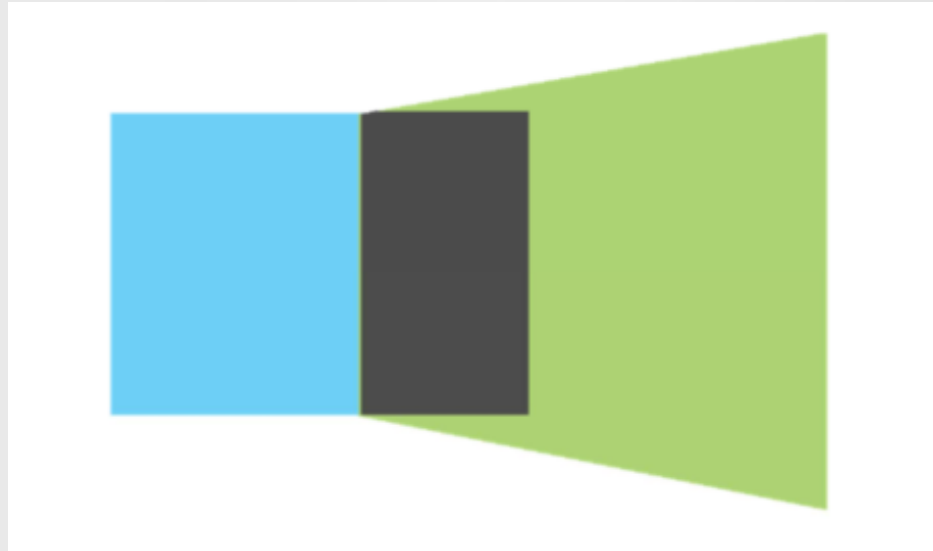
**RANSAC (RANDOM Sample Consensus)** được công bố bởi Fischler và Boller vào năm 1981.

Ý tưởng chính của RANSAC như sau:

*Từ tập dữ liệu ban đầu, ta sẽ có hai loại dữ liệu nhiễu và không nhiễu (outlier và inlier), vì thế ta phải đi tính toán để tìm ra mô hình tốt nhất cho tập dữ liệu.*

## 4.4 - Ghép ảnh dựa trên ma trận Homography

Sau khi ma trận Homography được tính toán, bước cuối cùng trong việc tạo ảnh Panorama là hòa trộn hai bức ảnh lại với nhau. Ý tưởng của bước này là sử dụng một ảnh làm trung tâm, sau đó sử dụng ma trận Homography để chiếu ảnh còn lại tới mặt phẳng ảnh trung tâm.



## 5 - Kết quả thực hiện (Experimental result)

\* Ta chạy thực nghiệm ghép 3 ảnh đầu vào (1), (2), (3):



(1)



(2)



(3)

## 5 - Kết quả thực hiện (Experimental result)

- Đầu tiên sẽ tìm kiếm các góc ở trong hai bức ảnh dựa vào thuật toán Harris.



(4)



(5)



(6)

*Kết quả tìm kiếm góc cho ảnh đầu vào (1), (2), (3).*



## 5 - Kết quả thực hiện (Experimental result)

- Dựa vào mô tả của tập điểm đặc trưng của ảnh (1) – (2) và (2) – (3). Ta tiến hành đối sánh tập điểm dựa vào 2 điểm đặc trưng. Ta thu được (7), (8).



(7)



(8)

## 5 - Kết quả thực hiện (Experimental result)

- Sau bước đối sánh 2 ảnh ta có tập điểm tương đồng, tiếp theo là tính toán ma trận Homography dựa vào các tập điểm tương đồng trên thuật toán RANSAC.
- Chương trình sẽ chọn tấm thứ hai làm “tâm” và biến đổi tấm thứ nhất và thứ ba theo ảnh thứ hai dựa vào ma trận Homography vừa tìm được.



## 5 - Kết quả thực hiện (Experimental result)

- Sau đó ta tiến hành chồng 3 ảnh lên nhau để tạo thành ảnh panorama.



*Ảnh panorama kết quả*

# Reference

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Image\\_stitching](https://en.wikipedia.org/wiki/Image_stitching)
- Gao J, Kim S J, Brown M S  
**Constructing image panoramas using dual-homography warping**  
Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Colorado Springs, CO, USA (2011), pp. 49-56.
- Herrmann C, Wang C, Bowen R S, Keyder E, Krainin M, Liu C, Zabih R  
**Robust Image Stitching with Multiple Registrations**  
Computer Vision – ECCV 2018, Springer International Publishing, Munich, Germany: Cham (2018), pp. 53-69.
- Chen Y S, Chuang Y Y  
**Natural Image Stitching with the Global Similarity Prior**  
Computer Vision – ECCV 2016, Springer International Publishing, Cham (2016), pp. 186-201
- Zhang G, He Y, Chen W, Jia J, Bao H  
**Multi-Viewpoint Panorama Construction With Wide-Baseline Images**  
IEEE Transactions on Image Processing, 25 (7) (2016), pp. 3099-3111



**THANK YOU**

