

# Procesamiento de Imágenes, Audio y Vídeo

## Práctica 5: Estudio del comportamiento del detector de características SIFT

Manuel Alejandro Torrealba Torrealba, Alejandro Alemán Alemán

### 1. Introducción

Los detectores de características permiten identificar zonas relevantes dentro de una imagen que sean estables frente a diferentes transformaciones geométricas o fotométricas. Entre los detectores más utilizados se encuentra **SIFT** (*Scale-Invariant Feature Transform*), que destaca por su robustez ante cambios de escala, rotación, iluminación y perspectiva.

El objetivo de esta práctica es **estudiar experimentalmente el comportamiento de SIFT** cuando una región de interés (ROI) definida en una imagen original se busca dentro de diferentes versiones transformadas o deformadas de esa misma imagen.

Este estudio se ha realizado mediante:

- Traslaciones
- Rotaciones
- Escalados
- Deformaciones radiales
- Comparación entre diferentes ajustes del detector SIFT

En cada caso se analiza:

- Número de keypoints detectados
- Número de matches válidos
- Capacidad de estimar la homografía
- Correcta localización de la ROI

## 2. Imagen original y selección de la ROI

Para el estudio se empleó una imagen médica correspondiente a un **cráneo humano en vista lateral**. Sobre ella, se seleccionó una región de interés rectangular ubicada en la **zona de los dientes y la mandíbula**.

Esta región se escogió por contener:

- bordes muy definidos,
- texturas ricas,
- contrastes nítidos,
- y elementos anatómicos repetitivos pero distinguibles.

Estas características la convierten en una ROI ideal para evaluar SIFT.

En todos los experimentos, la ROI se mantuvo fija y se buscó su localización en versiones transformadas o deformadas de la imagen original.

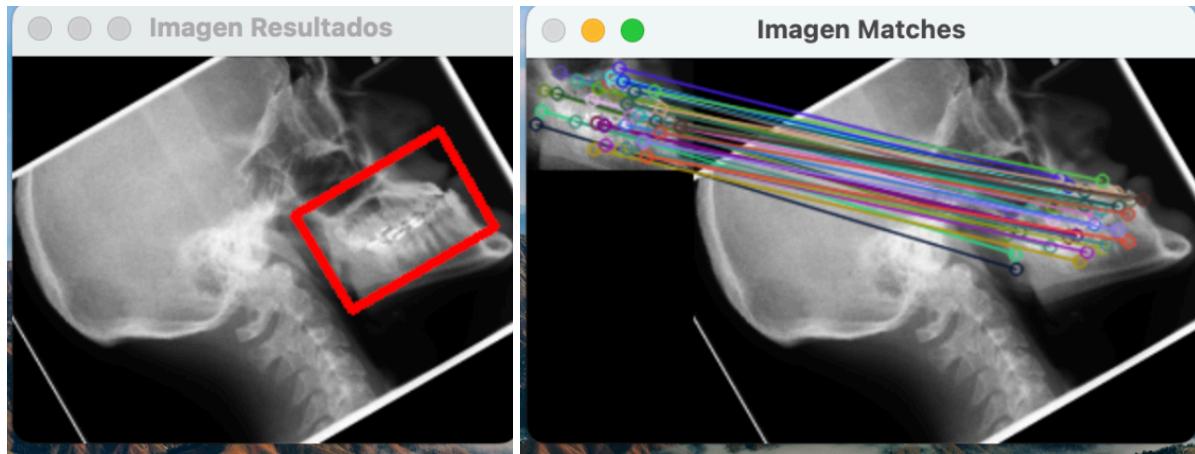
## 3. Transformaciones geométricas simples

Los siguientes experimentos se realizaron con **una configuración fija de parámetros SIFT**, tal como establece la práctica:

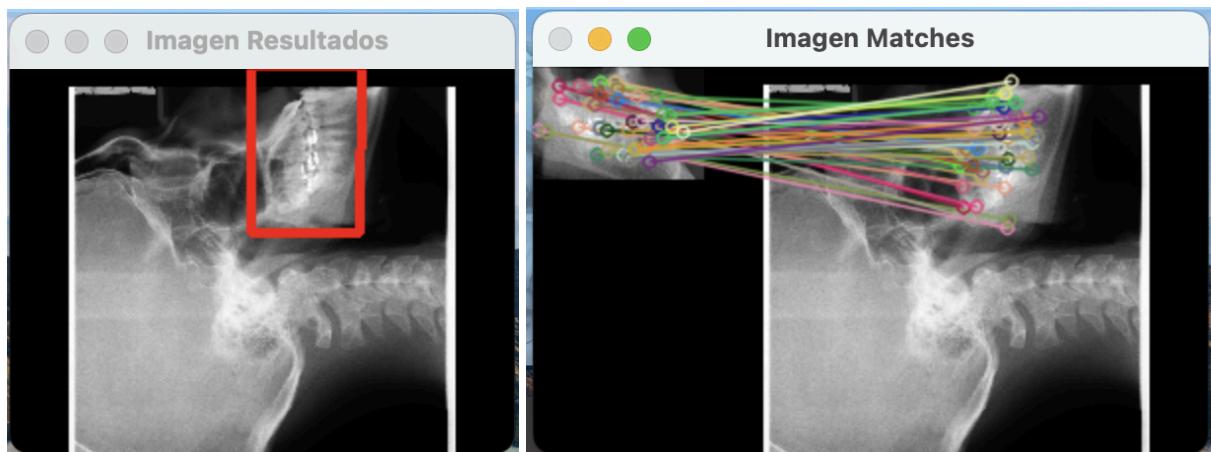
- nfeatures = 500
- nOctaveLayers = 3
- contrastThreshold = 0.04
- edgeThreshold = 10
- sigma = 1.6

Estas transformaciones incluyen: rotación, escalado y traslación.

### 3.1 Rotación



Rotación 30°



Rotación 90°

Se aplicaron dos rotaciones representativas: una moderada (30°) y una fuerte (90°).

Rotación	ROI Keypoints	Transformada Keypoints	Matches buenos	¿ROI detectad a?
30°	56	192	37	Sí
90°	53	185	42	Sí

### Análisis

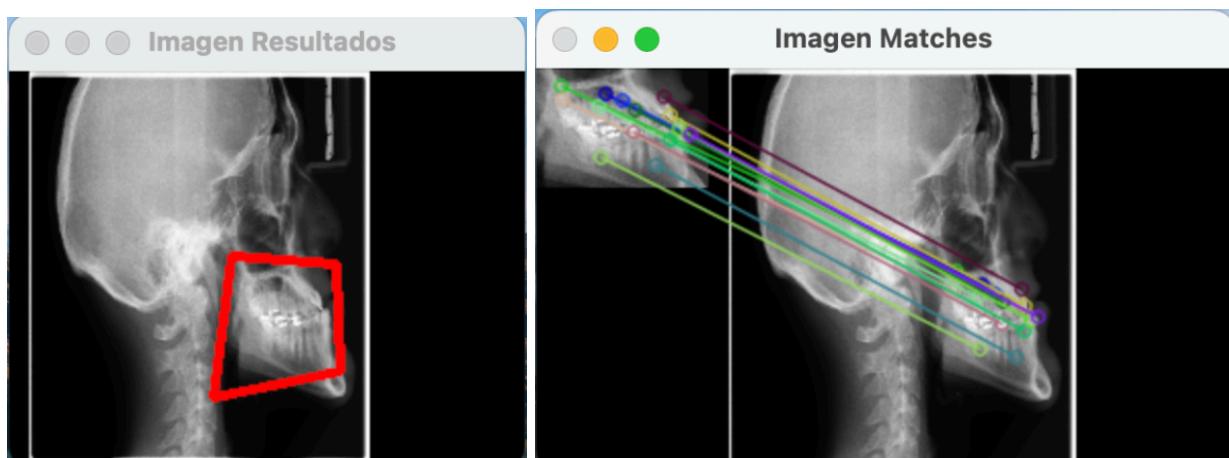
- A  $30^\circ$ , la detección fue claramente satisfactoria, con un número elevado de matches.
- A  $90^\circ$ , pese a ser una rotación fuerte, el detector obtuvo 42 matches, suficientes para estimar homografía y localizar correctamente la ROI.
- En ambas pruebas SIFT mostró **robustez frente a rotación**, siendo capaz de detectar la región sin problemas.

SIFT mantiene una excelente respuesta frente a rotaciones en este caso, incluso para rotaciones tan grandes como  $90^\circ$ .

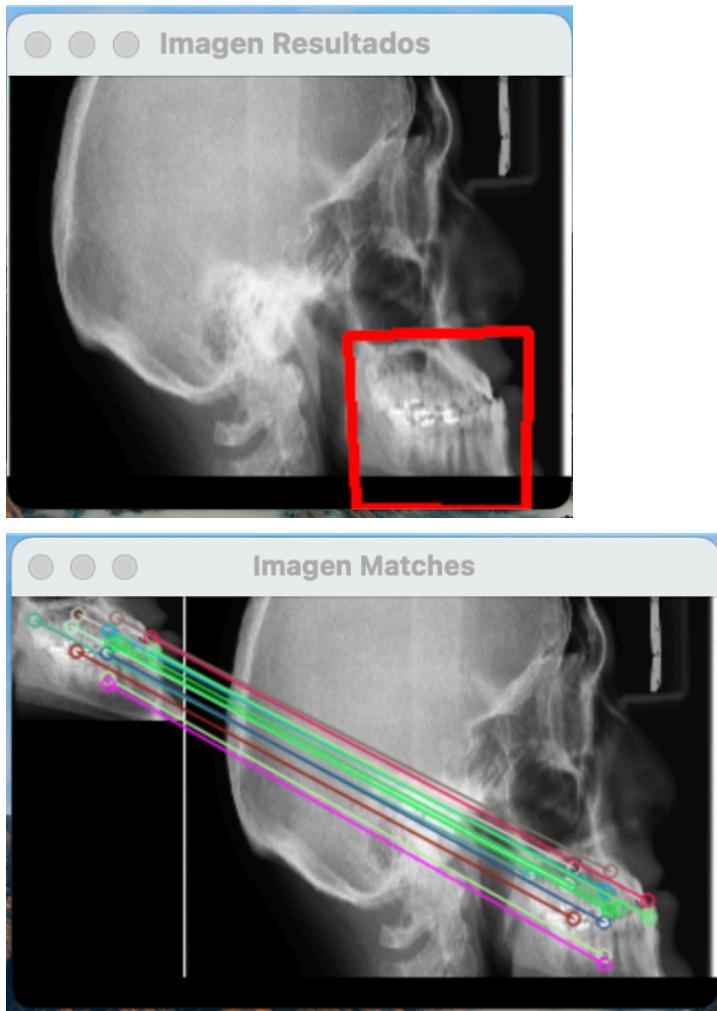
### 3.2 Escalado

Se aplicaron dos tipos de escalado independientes:

- Escalado horizontal
- Escalado vertical



Escalado horizontal.



Escalado vertical.

Escalado	ROI Keypoi nts	Transformada Keypoints	Matches buenos	¿ROI detectad a?
Horizontal	55	171	13	Sí
Vertical	51	156	14	Sí

## Análisis

- Los matches disminuyen respecto a las rotaciones, lo cual es normal en escalados no uniformes.

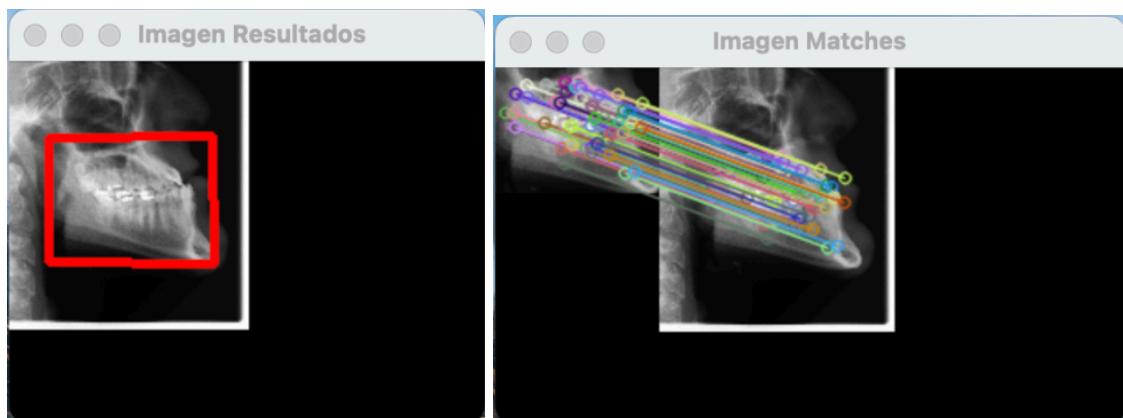
A pesar de ello, en ambos casos se obtuvieron suficientes matches para localizar la ROI.

- El descenso de coincidencias es coherente con la pérdida de proporcionalidad en la geometría.

El escalado no uniforme afecta ligeramente el rendimiento de SIFT, pero no compromete la detección en este caso.

### 3.3 Traslación

Se aplicó una translación significativa (desplazamiento de la imagen hacia la izquierda y arriba).



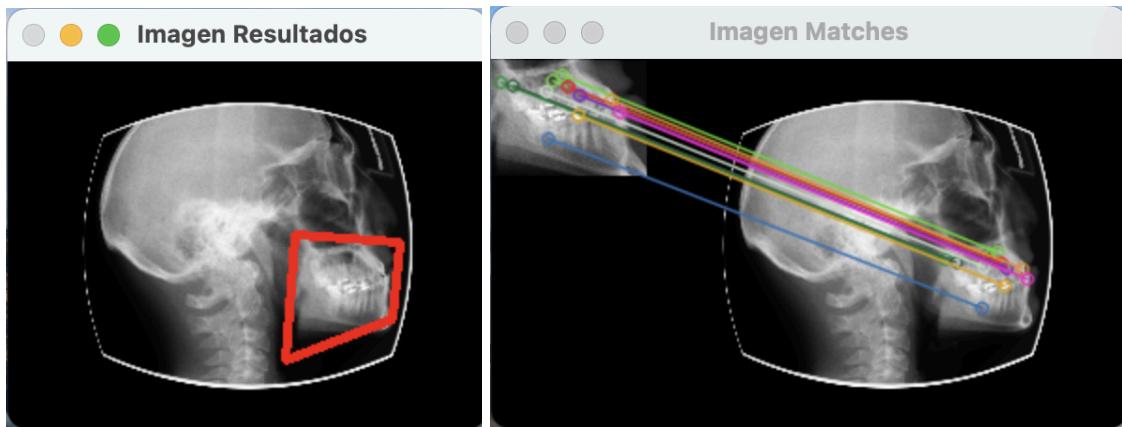
Traslación horizontal hacia la izquierda y vertical hacia arriba.

Transformación	ROI Keypoints	Transformada Keypoints	Matches buenos	¿ROI detectada?
Traslación	59	111	51	Sí

La translación no afecta la descripción local de SIFT. Como era esperable, el detector funcionó perfectamente y produjo una localización muy precisa de la ROI.

## 4. Deformaciones

Ahora se estudia el comportamiento de SIFT frente a **deformaciones no geométricas**, en concreto distorsiones de tipo barril/almohadilla aplicadas mediante parámetros K1 y K2.



Transformación	ROI Keypoints	Transformada Keypoints	Matches buenos	¿ROI detectada?
Distorsión	55	125	11	Sí

### Análisis

- En presencia de distorsión, el número de matches se reduce.
- Aun así, se mantuvieron suficientes matches para estimar homografía.
- Este resultado indica que SIFT es robusto incluso ante deformaciones moderadas.

SIFT tolera adecuadamente deformaciones suaves, preservando la capacidad de localización de la ROI.

## 5. Comparación entre diferentes configuraciones de SIFT

Se probó el comportamiento del detector frente a la misma transformación (distorsión), usando dos configuraciones alternativas:

Configuración B (más sensible)

- nfeatures = 1500
- contrastThreshold = 0.02
- edgeThreshold = 5

Configuración	ROI Keypoints	Transformada Keypoints	Matches buenos	¿ROI detectada?
SIFT B	52	88	8	Sí

Aunque aumenta la sensibilidad del detector, esta configuración no mejoró el número de matches; incluso disminuyó.

#### Configuración C (más estricta)

- nfeatures = 300
- contrastThreshold = 0.08
- edgeThreshold = 12

Configuración	ROI Keypoints	Transformada Keypoints	Matches buenos	¿ROI detectada?
SIFT C	62	113	11	Sí

SIFT más estricto generó más keypoints en la ROI y la transformada, manteniendo detección correcta con 11 matches.

## 6. Conclusiones generales del estudio

Tras analizar distintas transformaciones geométricas y deformaciones de la imagen original, se observa que:

1. SIFT es altamente robusto a rotaciones, incluso intensas ( $90^\circ$ ).
2. El escalado no uniforme reduce los matches, pero la detección sigue siendo correcta.

3. Las traslaciones no afectan al detector en absoluto.
4. Las deformaciones (barril/almohadilla) afectan más que las transformaciones geométricas, pero la ROI se detecta igualmente.
5. Cambiar los parámetros de SIFT puede reducir o aumentar los matches, pero en este caso, las tres configuraciones estudiadas permitieron localizar la ROI.
6. Todas las pruebas fueron satisfactorias, pudiendo calcular la homografía y dibujar correctamente el contorno de la región buscada.