



**UNIVERSIDAD
DE COLIMA**

**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA
UNIVERSIDAD DE COLIMA**

Ingeniería de Software

Regiones de Interés (KeyPoints)

Ulises Gerardo Garcia Rea

Procesamientos de imágenes

Mtro. Navarro Álvarez Ernesto

Detección de Puntos Clave (Keypoints) en Imágenes con OpenCV

I. Introducción

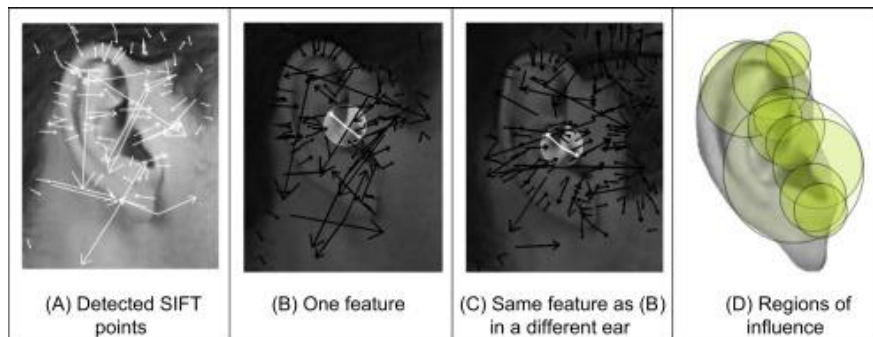
Los puntos clave (keypoints) son características distintivas y salientes encontradas dentro de una imagen. Estos puntos son particularmente útiles en tareas de visión por computadora, como el reconocimiento de objetos, la coincidencia de imágenes, el seguimiento de movimiento, entre otros. Los puntos clave son invariantes a transformaciones como la escala, la rotación y los cambios de iluminación, lo que los hace ideales para el procesamiento de imágenes.

La detección de puntos clave en imágenes es un paso fundamental en muchos algoritmos de visión por computadora. OpenCV (Open Source Computer Vision Library) es una biblioteca de código abierto ampliamente utilizada para el procesamiento de imágenes y visión por computadora, que ofrece diversas técnicas para la detección de puntos clave.

II. Desarrollo

Scale Invariant Feature Transform (SIFT)

SIFT es uno de los algoritmos más populares y ampliamente utilizados para la detección de puntos clave. Este método, propuesto por David Lowe en 1999, es invariante a la escala, la rotación y los cambios de iluminación. SIFT extrae descriptores de características distintivas de la imagen, lo que permite realizar el emparejamiento de puntos clave entre diferentes vistas de un objeto o escena.



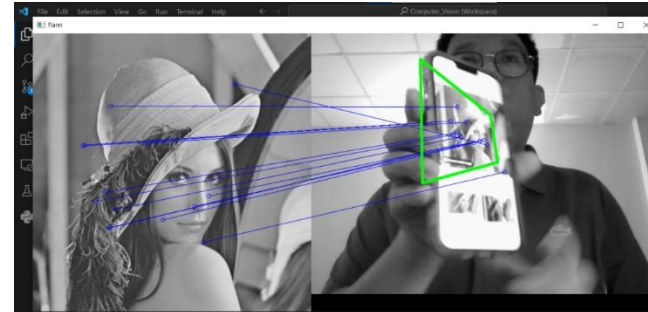
El algoritmo SIFT consta de varios pasos:

- Detección de extremos en el espacio de escala: Se construye una pirámide de imágenes con diferentes niveles de desenfoque (escala) y se buscan los puntos clave como mínimos/máximos locales en el espacio de escalas.
- Localización de puntos clave: Se refinan los puntos clave candidatos mediante la eliminación de aquellos con baja estabilidad y sensibilidad al ruido.
- Asignación de orientación: Se asigna una orientación a cada punto clave basada en las direcciones del gradiente local, lo que proporciona invariancia a la rotación.
- Descriptores de puntos clave: Se calculan los descriptores de características para cada punto clave, que son vectores de alta dimensión que capturan información sobre la vecindad del punto clave.

SIFT es robusto a cambios de iluminación, rotación, escala y pequeños cambios de punto de vista, pero es computacionalmente costoso y no funciona bien con patrones repetitivos o imágenes borrosas.

Speeded Up Robust Features (SURF)

SURF es un detector y descriptor de características inspirado en SIFT, pero más rápido y eficiente en términos de computación. SURF utiliza una aproximación basada en imágenes integrales y filtros de caja para detectar puntos de interés, lo que lo hace más rápido que SIFT.

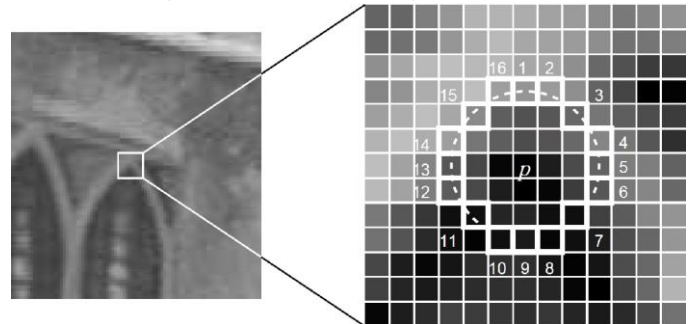


- Detección de puntos de interés: Se aplica un detector de blob basado en la matriz Hessiana para encontrar puntos de interés estables.
- Asignación de orientación: Se calcula la orientación de cada punto de interés utilizando una ventana circular alrededor del punto y las respuestas wavelet de Haar.
- Descriptores de puntos de interés: Se calculan descriptores de 64 dimensiones utilizando las respuestas wavelet de Haar en las direcciones x e y.

SURF es más rápido que SIFT y tiene un buen desempeño en escenas similares, pero puede ser menos robusto en casos de cambios de iluminación y puntos de vista más amplios.

Features from Accelerated Segment Test (FAST)

FAST es un detector de esquinas rápido y eficiente desarrollado por Edward Rosten y Trevor Drummond. Es un método basado en el concepto de una esquina como un píxel más brillante que sus vecinos. FAST utiliza un círculo de 16 píxeles alrededor del píxel candidato a esquina y compara la intensidad de cada píxel del círculo con la intensidad del píxel candidato. Si un número suficiente de píxeles del círculo son más brillantes u oscuros que el píxel candidato, se considera una esquina.

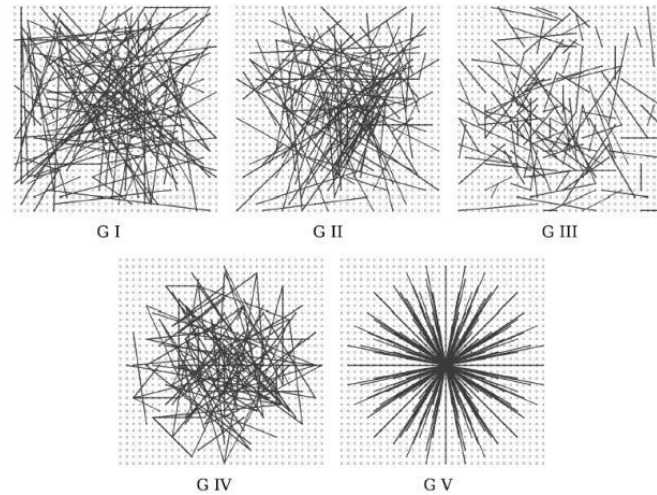


FAST es altamente eficiente y robusto a los cambios de iluminación, pero no proporciona descriptores de características. Por lo tanto, a menudo se combina con otros descriptores como BRIEF o ORB.

Binary Robust Independent Elementary Features (BRIEF)

BRIEF es un descriptor binario de características rápido y liviano que se utiliza junto con un detector de puntos clave como FAST. BRIEF utiliza un conjunto de pares de píxeles suavizados (x, y) y compara sus intensidades para generar un descriptor binario compacto. El descriptor BRIEF se construye de la siguiente manera:

- Se define un patrón de pares de píxeles suavizados (x, y) en un parche de vecindad alrededor del punto clave.
- Para cada par de píxeles, se compara la intensidad de los píxeles correspondientes.
- Se crea un vector binario de longitud n , donde cada bit se establece en 1 si el primer píxel del par es más brillante que el segundo, y 0 en caso contrario.



BRIEF es muy rápido y eficiente en términos de memoria, pero puede ser sensible al ruido y los cambios de iluminación.

Oriented FAST and Rotated BRIEF (ORB)

ORB es una combinación del detector de esquinas FAST y el descriptor BRIEF, con algunas mejoras para hacerlo más robusto a la rotación. ORB utiliza el detector FAST para encontrar puntos clave y luego calcula el ángulo de orientación de cada punto clave utilizando una técnica basada en la intensidad del centro de masa.



Después de calcular la orientación, ORB genera un descriptor BRIEF rotado según la orientación calculada. Esto proporciona invariancia a la rotación y mejora el rendimiento del descriptor BRIEF original.

ORB es eficiente, robusto a la rotación y tiene un buen equilibrio entre velocidad y rendimiento. Es ampliamente utilizado en aplicaciones de visión por computadora en tiempo real, como el seguimiento de objetos y la odometría visual.

III. Conclusiones

La detección de puntos clave es un paso fundamental en muchos algoritmos de visión por computadora, como el reconocimiento de objetos, el emparejamiento de imágenes y el seguimiento de movimiento. OpenCV ofrece varias técnicas para la detección de puntos clave, cada una con sus fortalezas y debilidades.

SIFT es uno de los algoritmos más robustos y ampliamente utilizados, pero es computacionalmente costoso. SURF es una alternativa más rápida a SIFT, pero puede ser menos robusto en ciertos casos. FAST es un detector de esquinas rápido y eficiente, pero no proporciona descriptores de características. BRIEF y ORB son descriptores binarios rápidos y ligeros que se pueden combinar con detectores como FAST.

La elección del algoritmo adecuado depende de los requisitos específicos de la aplicación, como la velocidad, la precisión y la robustez a ciertos factores (como cambios de iluminación, rotación, escala, etc.). En general, ORB ofrece un buen equilibrio entre velocidad y rendimiento, haciéndolo adecuado para muchas aplicaciones de visión por computadora en tiempo real.