

# Resumen Extendido de Algoritmos: SLAM, SIFT y ORB

## SLAM – Simultaneous Localization and Mapping

SLAM resuelve el problema de que una máquina pueda ubicarse y conocer su entorno simultáneamente. Es esencial cuando no existe un mapa previo del entorno. Su funcionamiento imita a un explorador que avanza mientras va dibujando un mapa del lugar. Se usa en vehículos autónomos, robots y realidad aumentada.

### Pipeline:

1. Captura de imágenes desde un sensor o cámara.
2. Front-End: extracción de características visuales con algoritmos como ORB, estimación de movimiento fotograma a fotograma y correspondencias de puntos.
3. Triangulación: reconstrucción de puntos 3D para formar una nube de puntos inicial.
4. Back-End: detección de cierre de bucles (reconoce lugares visitados previamente) y optimización global mediante Bundle Adjustment para corregir la trayectoria y el mapa.

### Ventajas:

- Funciona en tiempo real.
- No necesita GPS ni mapa previo.
- Produce mapas 3D y trayectorias precisas.
- Base de tecnologías modernas como AR y vehículos autónomos.

SLAM representa la fusión entre percepción visual y geometría espacial, ofreciendo autonomía inteligente.

## **SIFT – Scale Invariant Feature Transform**

SIFT es un algoritmo creado por David Lowe para detectar y describir puntos clave de una imagen, manteniendo invariancia a escala, rotación, iluminación y perspectiva. Fue un avance monumental para visión por computadora.

### **Pipeline:**

1. Detección de extremos en el espacio de escalas usando Diferencia de Gaussianas (DoG).
2. Filtrado y refinamiento de keypoints para eliminar puntos poco útiles o ruidosos.
3. Asignación de orientación basada en gradientes locales para lograr invariancia a rotación.
4. Generación del descriptor visual: un vector de 128 dimensiones que captura patrones de textura locales.

### **Ventajas:**

- Extremadamente robusto.
- Alta precisión en correspondencias.
- Ideal para reconstrucción 3D y reconocimiento de objetos.

### **Desventajas:**

- Computacionalmente costoso.
- No es adecuado para tiempo real.

SIFT estableció el estándar de calidad para la detección de características visuales y fue base para técnicas posteriores como ORB.

## **ORB – Oriented FAST and Rotated BRIEF**

ORB fue desarrollado en 2011 como una alternativa rápida y libre de patentes a SIFT y SURF. Resuelve la necesidad de usar detección de características en tiempo real, crucial para SLAM y realidad aumentada en dispositivos móviles.

### **Pipeline:**

1. FAST: detección rápida de esquinas para encontrar puntos clave.
2. BRIEF: creación de descriptores binarios extremadamente compactos.
3. Modificación clave: orientación del descriptor para lograr invariancia a rotación.
4. Matching mediante distancia de Hamming, lo que permite emparejar características con alta eficiencia.

### **Ventajas:**

- Velocidad muy superior a SIFT.
- Funciona en tiempo real en dispositivos con pocos recursos.
- Libre de patentes y con soporte en OpenCV.

### **Limitaciones:**

- Menos robusto en escenas con poca textura.
- Puede fallar con iluminación extrema.

ORB es el equilibrio ideal entre velocidad y precisión, y es el corazón de algoritmos modernos como ORB-SLAM.





