
SURF

Andrés Godoy

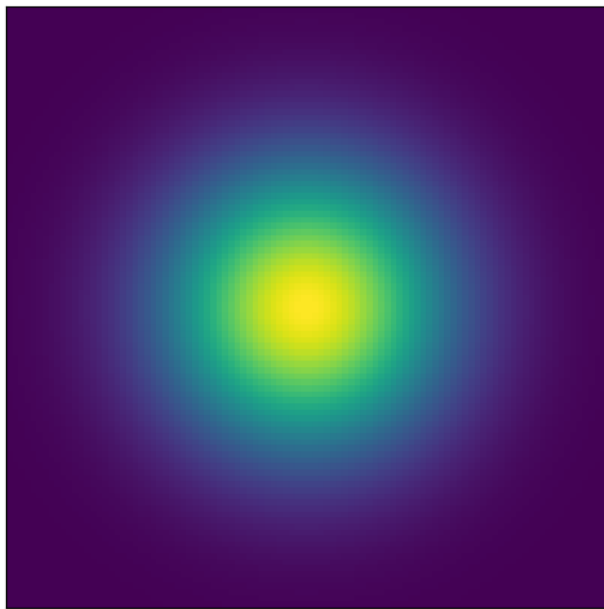
Visión computacional

Pasos SIFT

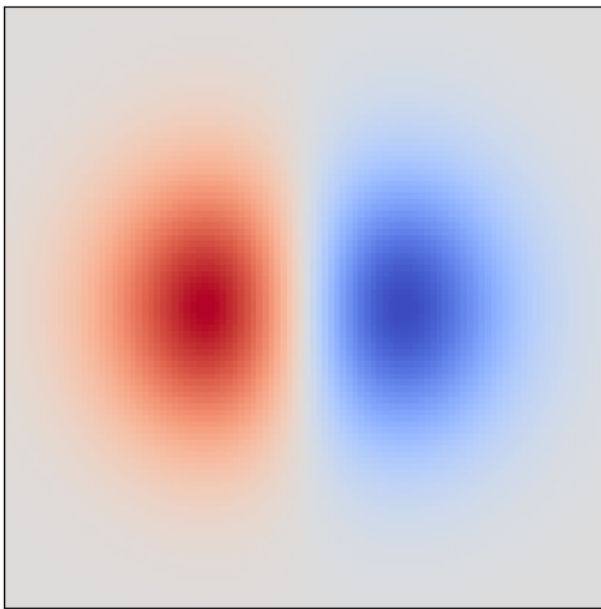
1. Creación de espacios de escala
2. Detección de keypoints (LoG/DoG)
3. Localización de keypoints
4. Orientación de Keypoints
5. Creación del descriptor

**¿Por qué laplaciano y no
hessiano?**

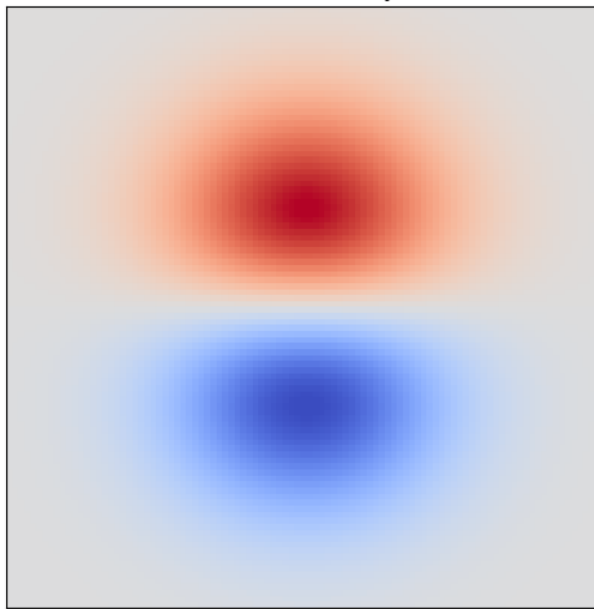
Gaussiana 2D



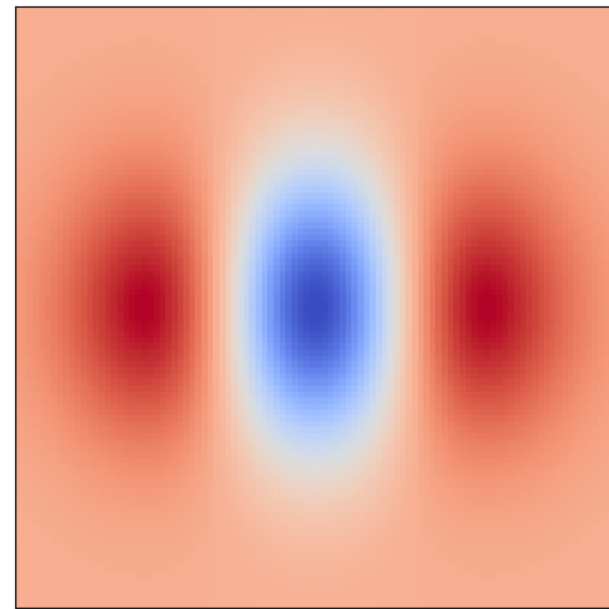
1ª Derivada en x



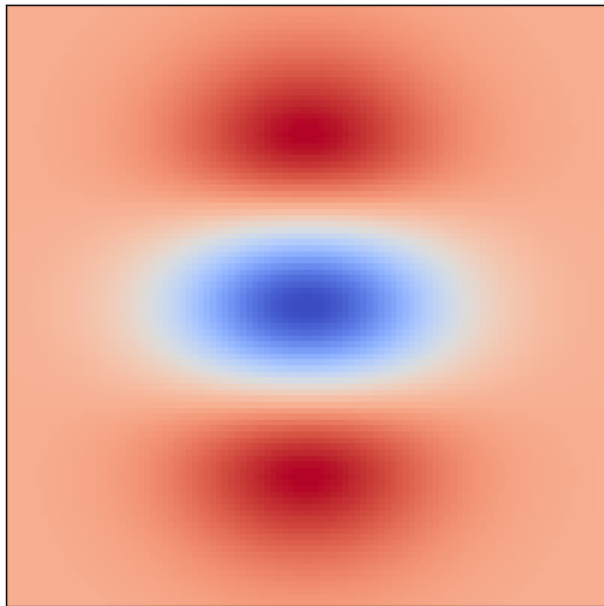
1ª Derivada en y



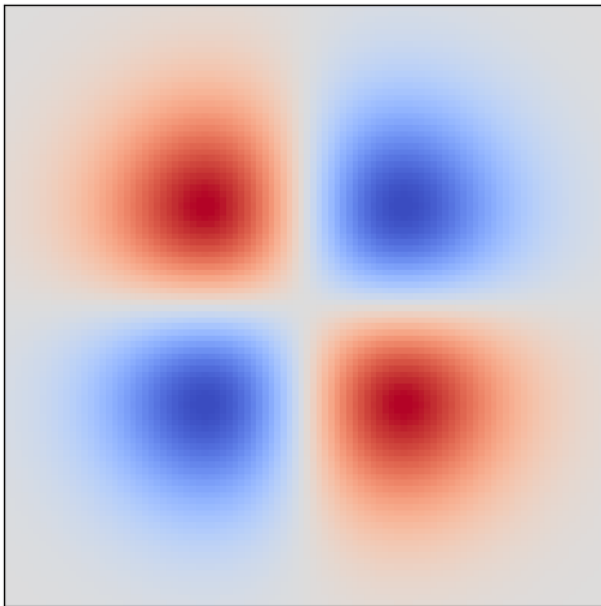
2ª Derivada en x



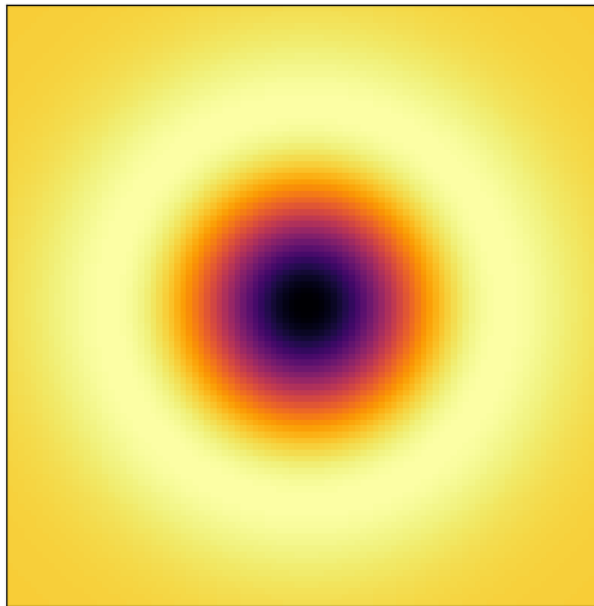
2ª Derivada en y



2ª Derivada Cruzada (xy)



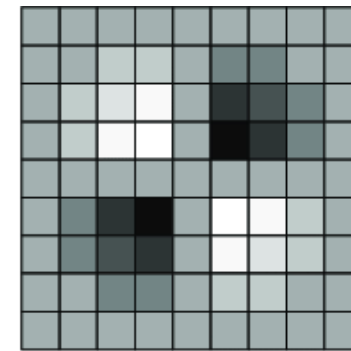
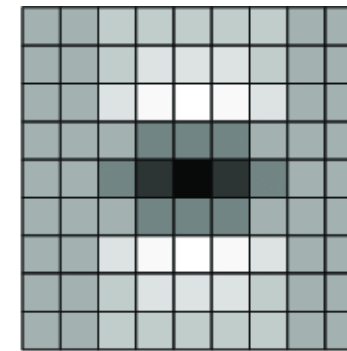
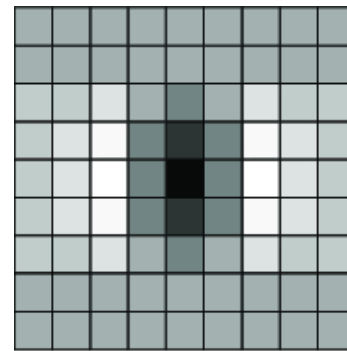
Laplaciano



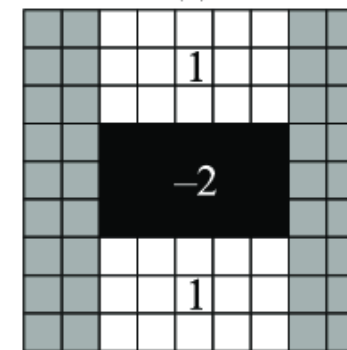
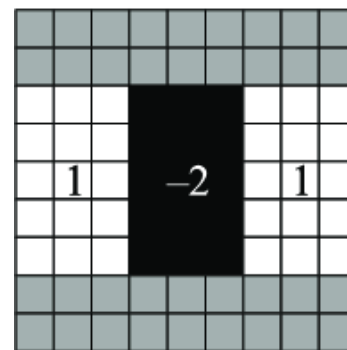
→

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

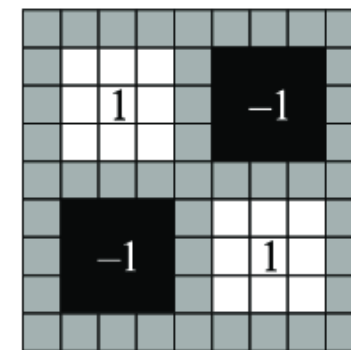
**Surf utilizará el
hessiano
aproximado
por Filtros de
Caja**



(a)



(b)



**Las imágenes
integrales
ayudan a
acelerar el
cálculo**

$$I_{\text{int}}(x, y) = \sum_{i=0}^x \sum_{j=0}^y I(i, j)$$

1	1	1
1	1	1
1	1	1



1	2	3
2	4	6
3	6	9

Permite sumar los valores dentro de cualquier rectángulo arbitrario

98	110	121	125	122	129
99	110	120	116	116	129
97	109	124	111	123	134
98	112	132	108	123	133
97	113	147	108	125	142
95	111	168	122	130	137
96	104	172	130	126	130

98	208	329	454	576	705
197	417	658	899	1137	1395
294	623	988	1340	1701	2093
392	833	1330	1790	2274	2799
489	1043	1687	2255	2864	3531
584	1249	2061	2751	3490	4294
680	1449	2433	3253	4118	5052

98	110	121	125	122	129
99	110	120	116	116	129
97	109	124	111	123	134
98	112	132	108	123	133
97	113	147	108	125	142
95	111	168	122	130	137
96	104	172	130	126	130

98	208	329	454	576	705
197	417	658	899	1137	1395
294	623	988	1340	1701	2093
392	833	1330	1790	2274	2799
489	1043	1687	2255	2864	3531
584	1249	2061	2751	3490	4294
680	1449	2433	3253	4118	5052

P

98	110	121	125	122	129
99	110	120	116	116	129
97	109	124	111	123	134
98	112	132	108	123	133
97	113	147	108	125	142
95	111	168	122	130	137
96	104	172	130	126	130

Image I

98	208	329	454	576	705
R → 197	417	658	899	1137	1395 ← Q
294	623	988	1340	1701	2093
392	833	1330	1790	2274	2799
489	1043	1687	2255	2864	3531
584 → S	1249	2061	2751	3490	4294 ← P
680	1449	2433	3253	4118	5052

Integral Image II

$$\begin{aligned}
 Sum &= II_P - II_Q - II_S + II_R \\
 &= 3490 - 1137 - 1249 + 417 = 1521
 \end{aligned}$$

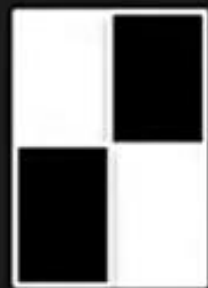
98	110	121	125	122	129
99	110	120	116	116	129
97	109	124	111	123	134
98	112	132	108	123	133
97	113	147	108	125	142
95	111	168	122	130	137
96	104	172	130	126	130

Image *I*


98	208	329	454	576	705
197	417	658	899	1137	1395
294	623	988	1340	1701	2093
392	833	1330	1790	2274	2799
489	1043	1687	2255	2864	3531
584	1249	2061	2751	3490	4294
680	1449	2433	3253	4118	5052

Integral Image *II*

$$\begin{aligned}
 V_A &= \sum(\text{pixel intensities in white}) - \sum(\text{pixel intensities in black}) \\
 &= (II_O - II_T + II_R - II_S) - (II_P - II_Q + II_T - II_O) \\
 &= (2061 - 329 + 98 - 584) - (3490 - 576 + 329 - 2061) = 64
 \end{aligned}$$

 H_A  H_B  H_C  H_D

•


$$\det(H) = \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \right) \left(\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \right) - \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \right)^2$$

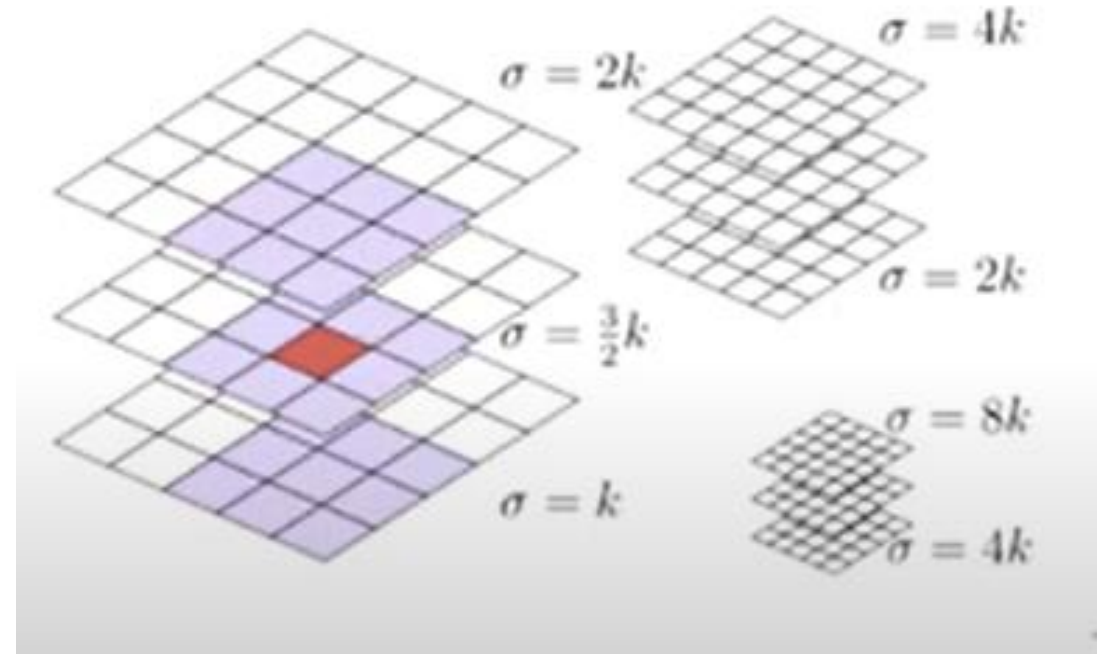
Este determinante nos da información sobre la curvatura local de la función:

- Si $\det(H) > 0 \rightarrow$ La región es un **mínimo o un máximo local** (interesante para detección de características).
- Si $\det(H) < 0 \rightarrow$ La región es un **punto de silla** (no se considera un punto clave).
- Si $\det(H) = 0 \rightarrow$ La curvatura es degenerada (no aporta información útil).

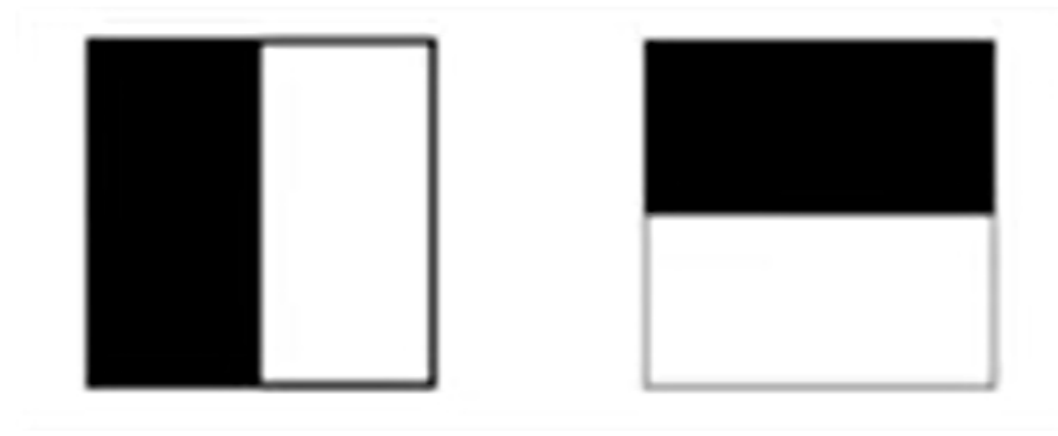
Escalabilidad y pirámide de escalas (Scale-Space)

En lugar de generar una pirámide de Gaussianas a diferentes escalas (como hace SIFT), SURF aumenta el tamaño del filtro caja (las máscaras de convolución) de manera discreta para simular diferentes escalas.

**Igual a SIFT se
aplica supresión
de no-máximos
en la vecindad
3x3**



**Orientación de
Keypoint con
Haar Wavelets
en vez del
inverso de la
tangente**





Se construye un conjunto de vectores de gradiente en una región circular alrededor de la característica

- Cada punto dentro de esta región aporta un vector de gradiente (dx,dy)
- Estos gradientes se obtienen de las respuestas de Haar wavelets.

Se usa una ventana deslizante sobre un histograma angular

- En lugar de calcular directamente el **máximo global**, SURF implementa una **ventana deslizante de orientación** para encontrar la dirección más estable.
- Se usa una ventana de **60°** que se mueve en incrementos alrededor del círculo.
- En cada posición de la ventana, se suman las **magnitudes de los gradientes** dentro de ese rango angular.

Descriptor

En cada una de las 16 subregiones, se calculan **cuatro valores** que capturan información sobre la intensidad y dirección de los gradientes:

- $\sum dx \rightarrow$ Suma de todas las respuestas en x.
 - $\sum dy \rightarrow$ Suma de todas las respuestas en y.
 - $\sum |dx| \rightarrow$ Suma de los valores absolutos de dx , que representa la intensidad de las variaciones en x.
 - $\sum |dy| \rightarrow$ Suma de los valores absolutos de dy , que representa la intensidad de las variaciones en y.
-