

090130

SURF : Speeded-Up Robust Features の紹介

SURF とは何か

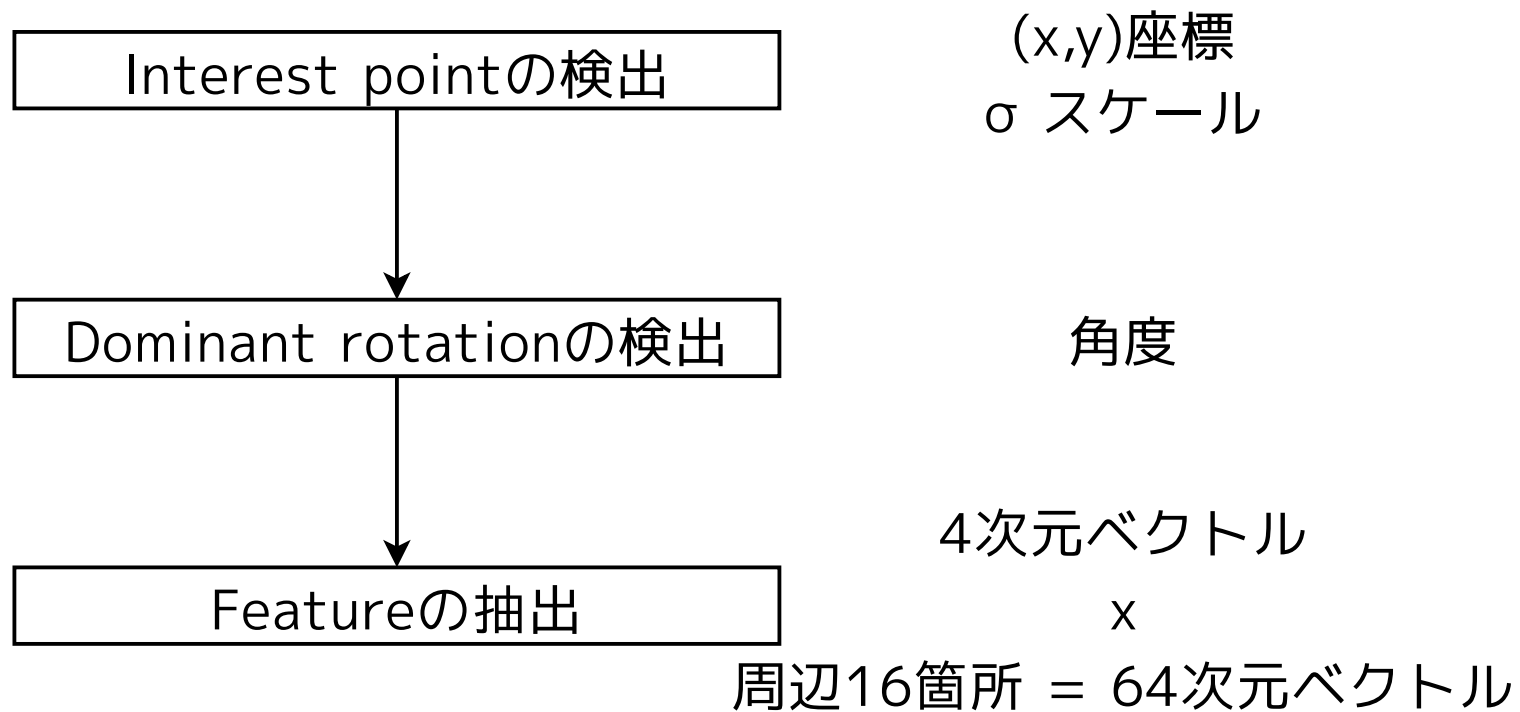
- SIFT のような Interest point + Feature description
- 演算が単純
- Integral image による高速化
- ノイズに強い (?)

SURF と SIFT

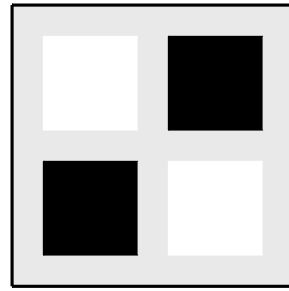
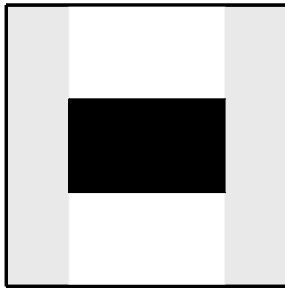
比較

	SIFT	SURF
Featureの次元	128 (4x4)x8	64 (4x4)x4
Featureの表現	勾配のHistgram	Haar waveletの 1次応答の総和
Key point検出	LoG	Hessian行列の 行列値
↑ の近似手法	DoG	矩形フィルタ

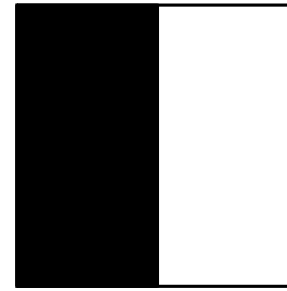
処理フロー



アルゴリズムの構成



Fast-Hessian



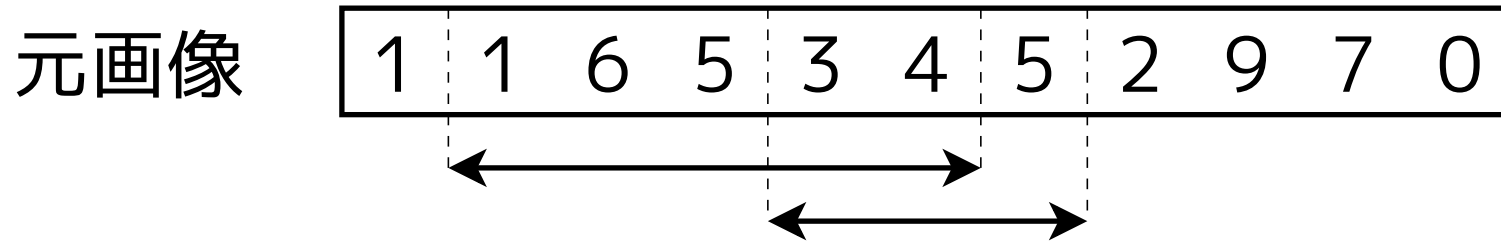
Haar wavelet

Integral Imageによる矩形積分

他にinterest pointの補完等...

Integral image による積分

1 次元で考える



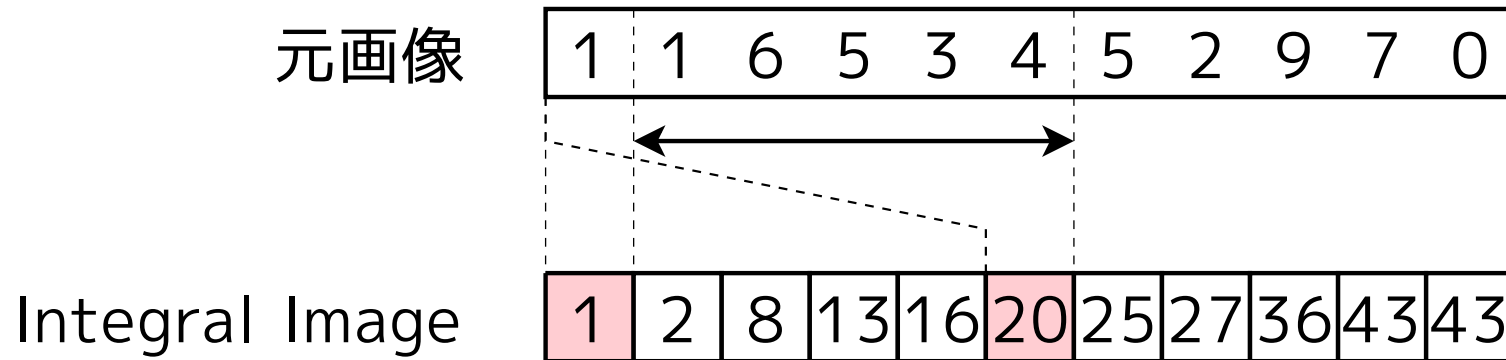
積分その1 $1+6+5+3+4$

積分その2 $3+4+5$

→ $O(n)$ の計算量

Integral image による積分

1 次元で考える



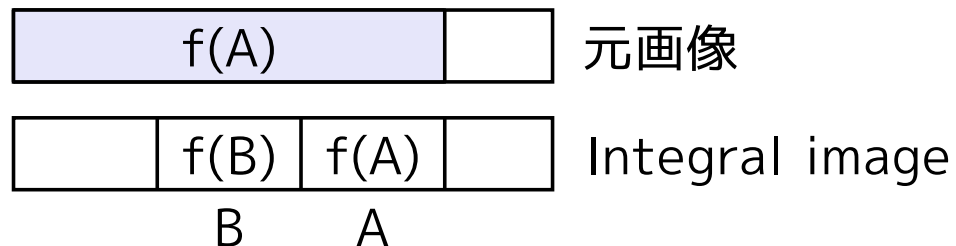
$$\text{積分} \quad 1+6+5+3+4$$

$$= 20 - 1$$

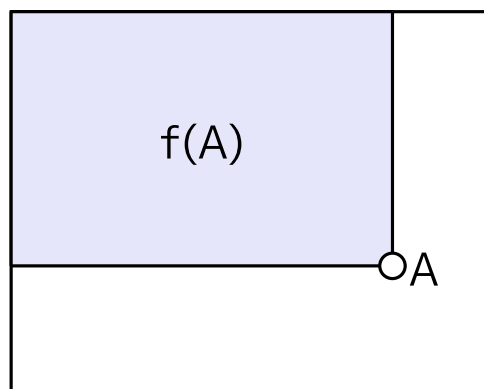
→ $O(1)$ の計算量
(+ $O(n)$ の事前計算)

Integral image による積分

1 次元配列



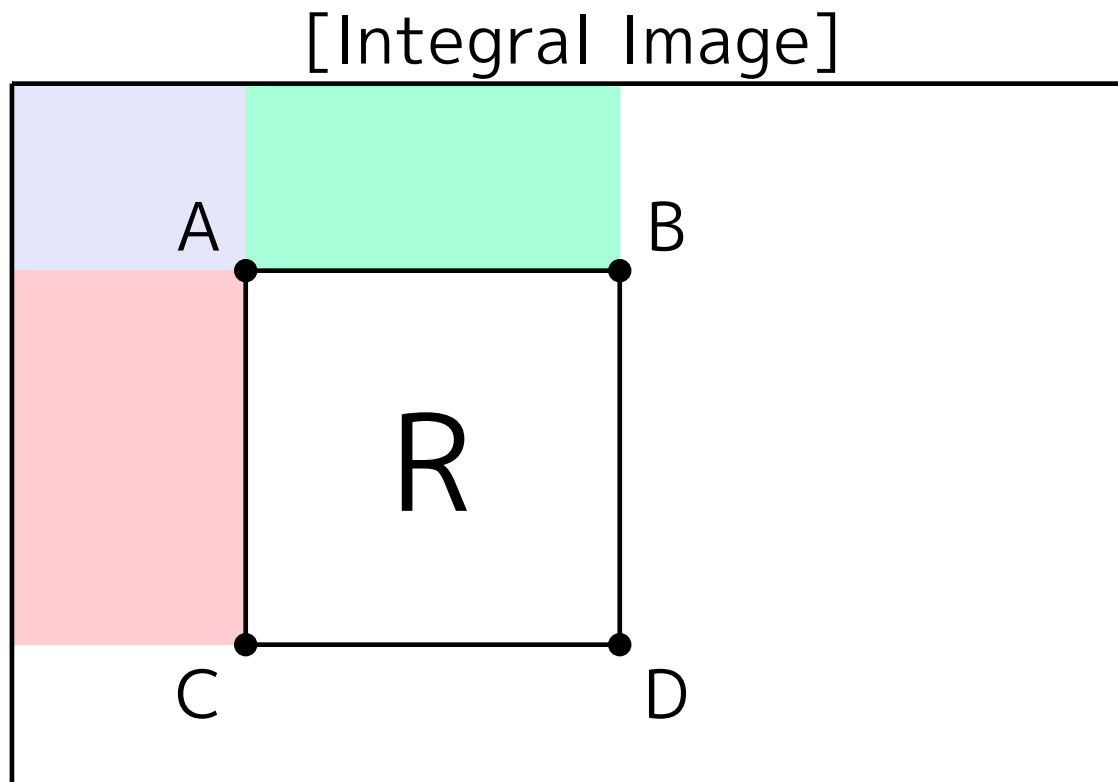
2 次元に拡張する



原点 - 点Aでできる矩形の中の積分を
座標Aに保持するような配列
= Integral Image

Integral image による積分

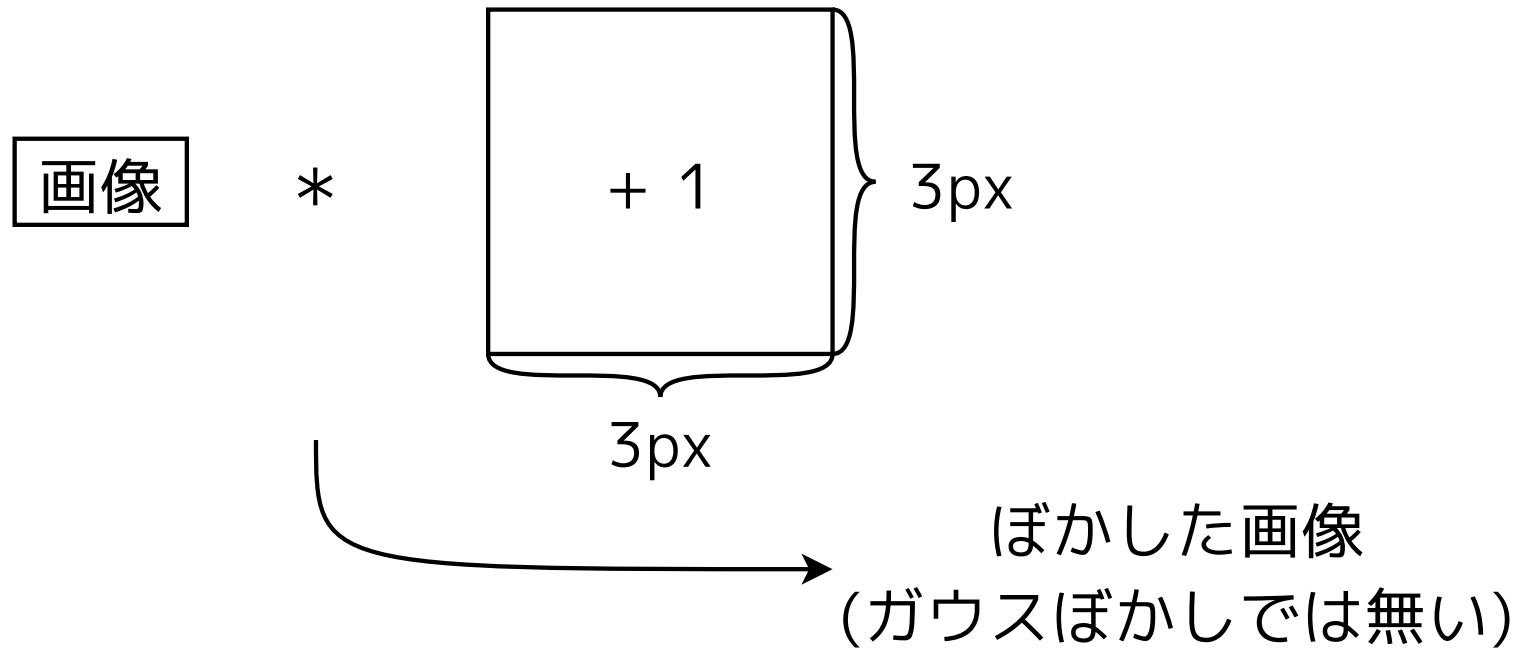
2次元に拡張する



$$\boxed{R} = \begin{array}{c} \text{light blue} \\ \text{light red} \end{array} D - \begin{array}{c} \text{light blue} \\ \text{light green} \end{array} B - \begin{array}{c} \text{light green} \\ \text{light red} \end{array} C + \begin{array}{c} \text{light blue} \\ \text{light purple} \end{array} A$$

矩形積分の意味

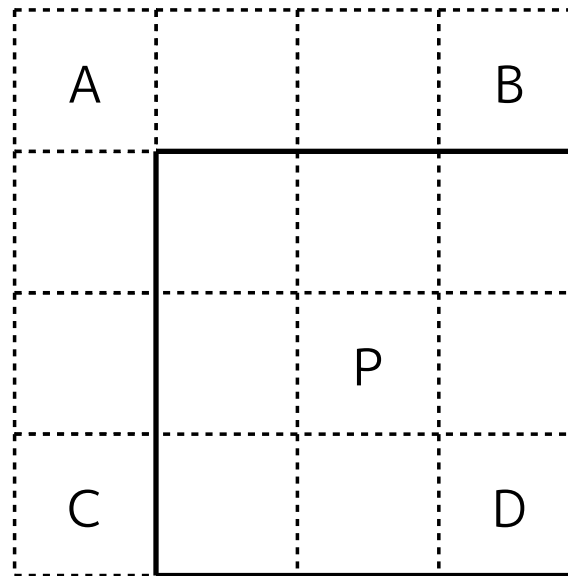
平滑化フィルタ



1pxにつき1回の積分

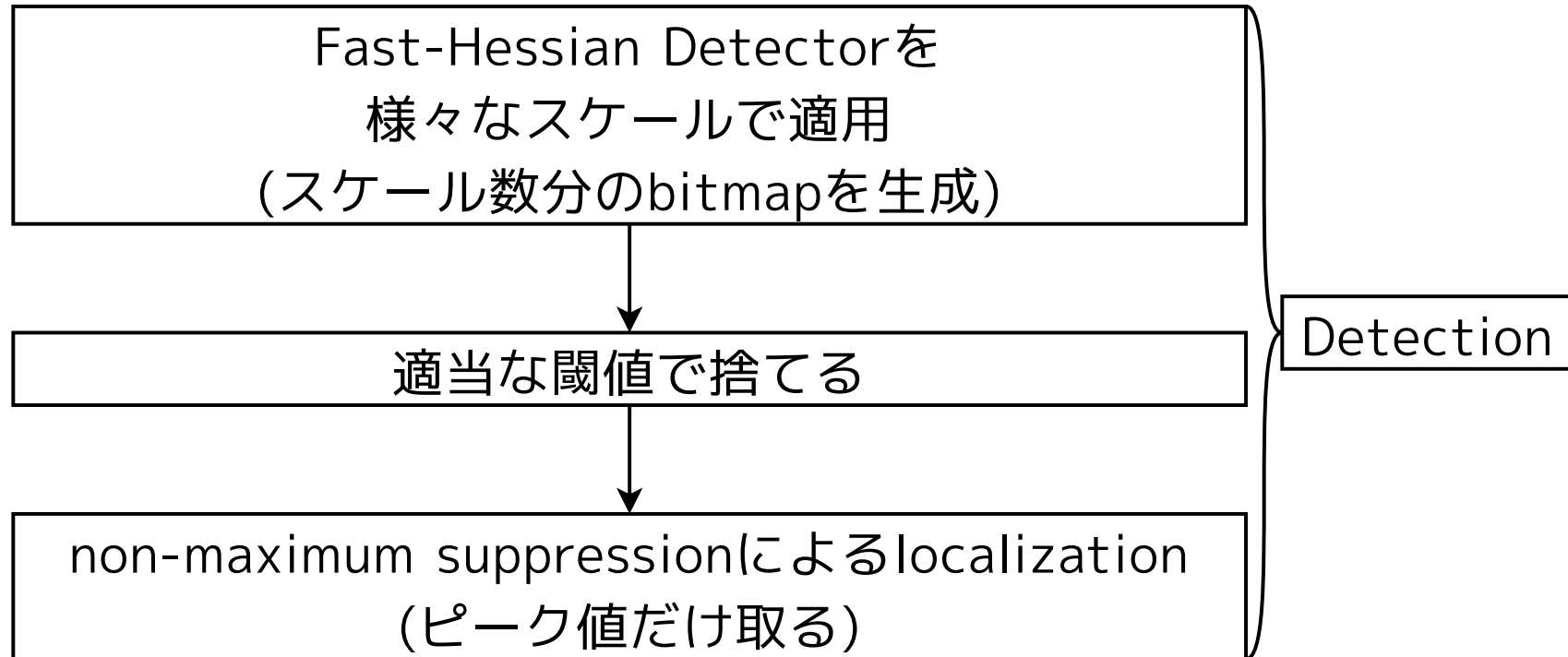
矩形積分の意味

平滑化フィルタ



座標 P について、3x3平滑化フィルタの結果を知りたいければ、
$$P = (A - B - C + D)$$

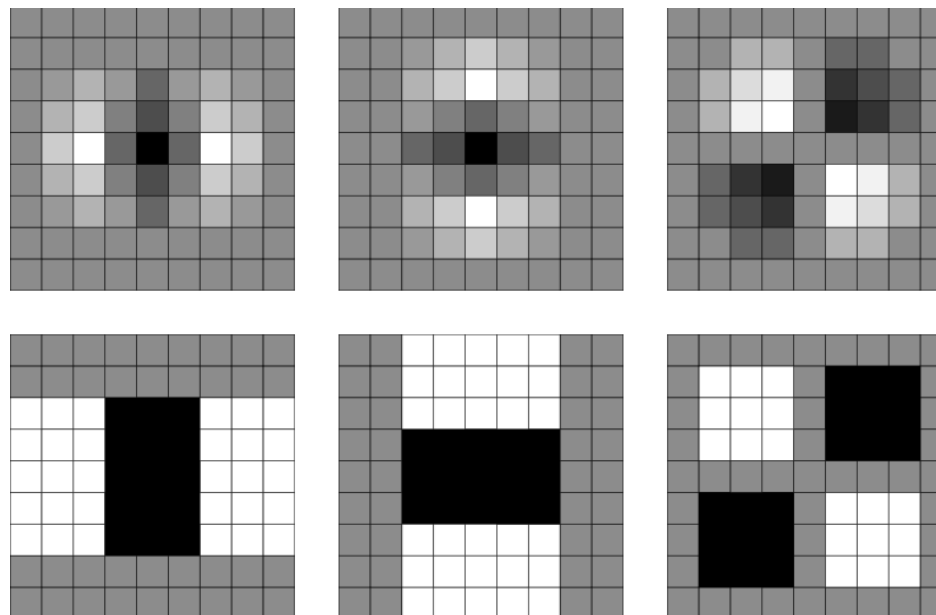
Fast-Hessian Detector の構成



Fast-Hessian Detector の構成

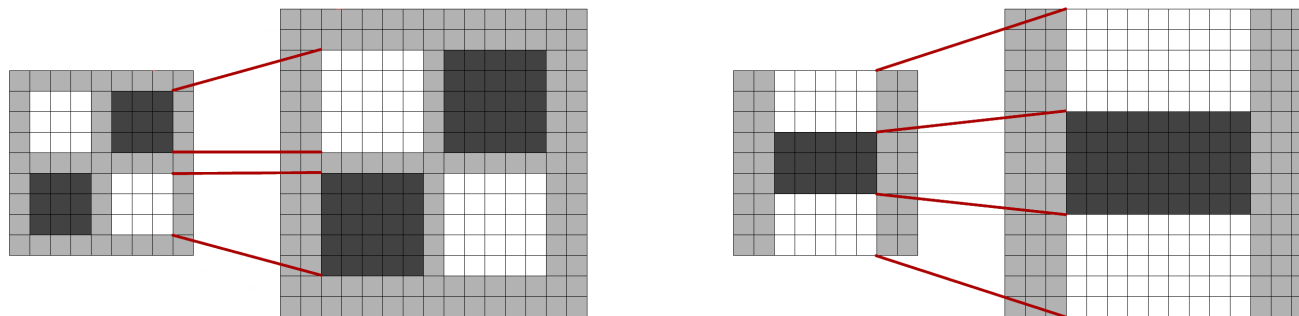
本来の Hessian 応答 (?) $\det(\mathcal{H})$ を以下のように近似

$$\det(\mathcal{H}_{approx}) = D_{xx}D_{yy} - (0.9D_{xy})^2$$



Fast-Hessian Detector の構成

近似フィルタの構成

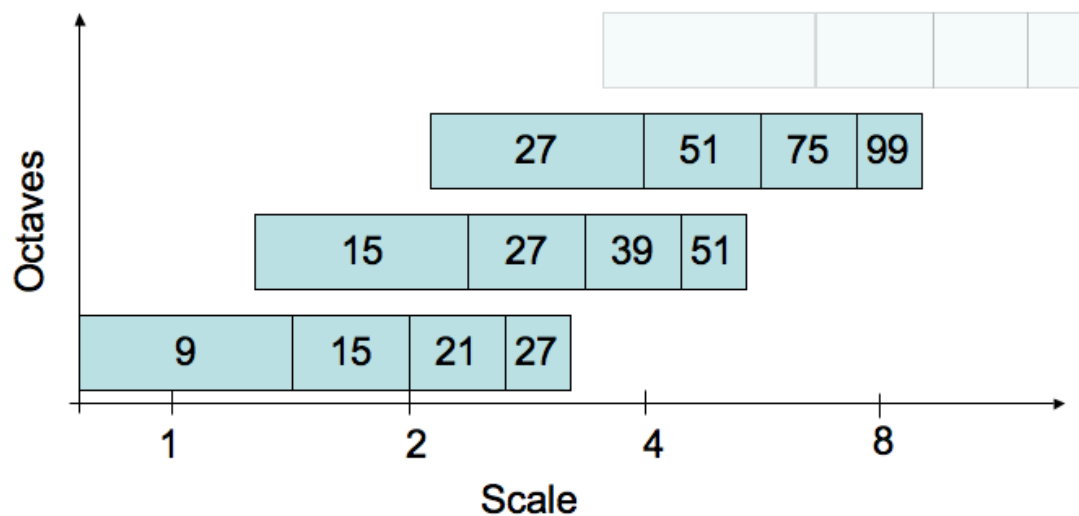


- 最小単位は $N = 9, s = 1.2$
- 2 づつ大きくできる
- $N = 9$ が $\sigma = 1.2$ を近似している

Fast-Hessian Detector の構成

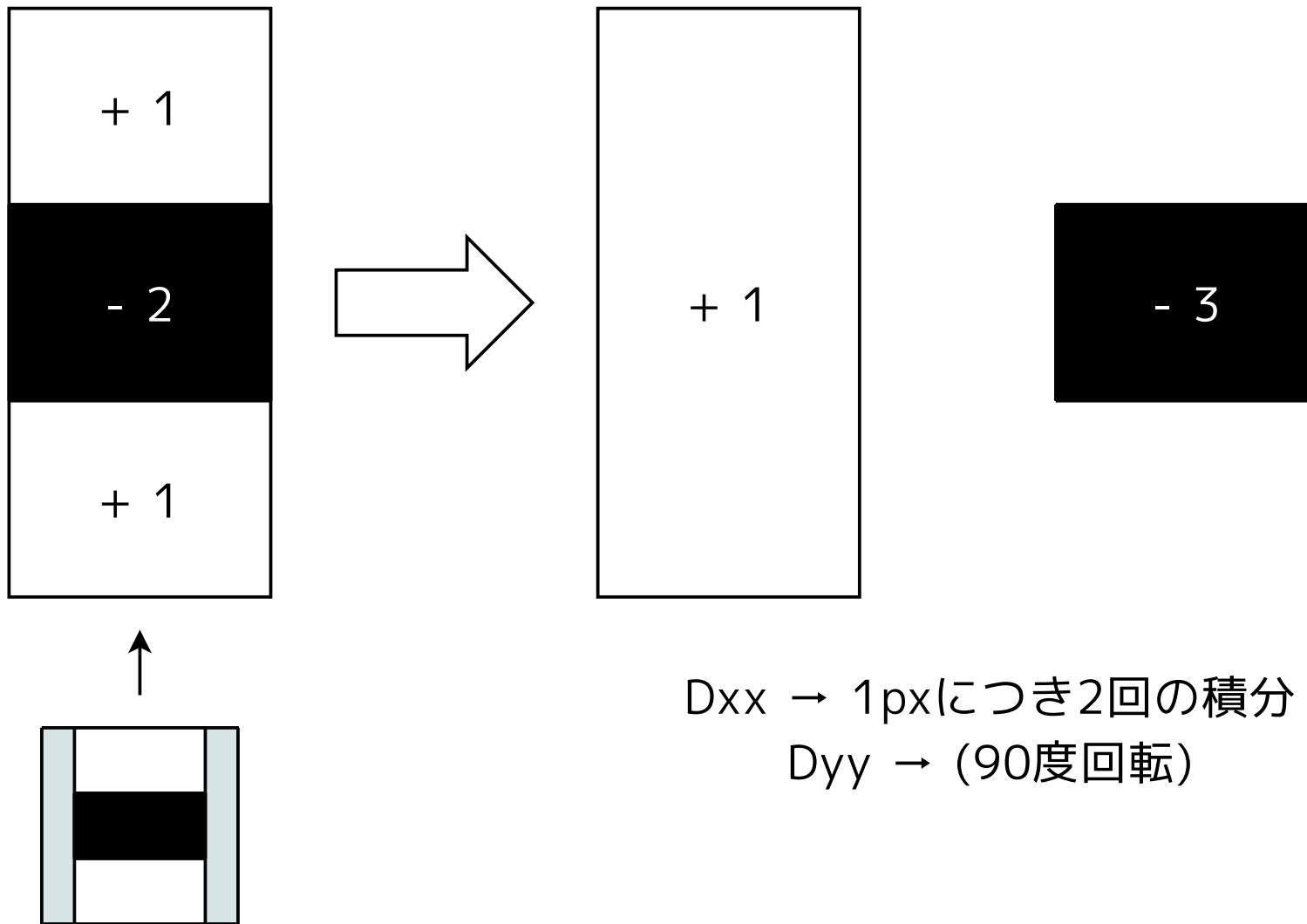
スケールスペースの構成

- SIFT では画像ピラミッド
 - フィルタサイズが大きくなるにつれて計算時間がかかる
- SURF のフィルタは大きさによらず定数時間で完了するため、単にフィルタを大きくすれば良い



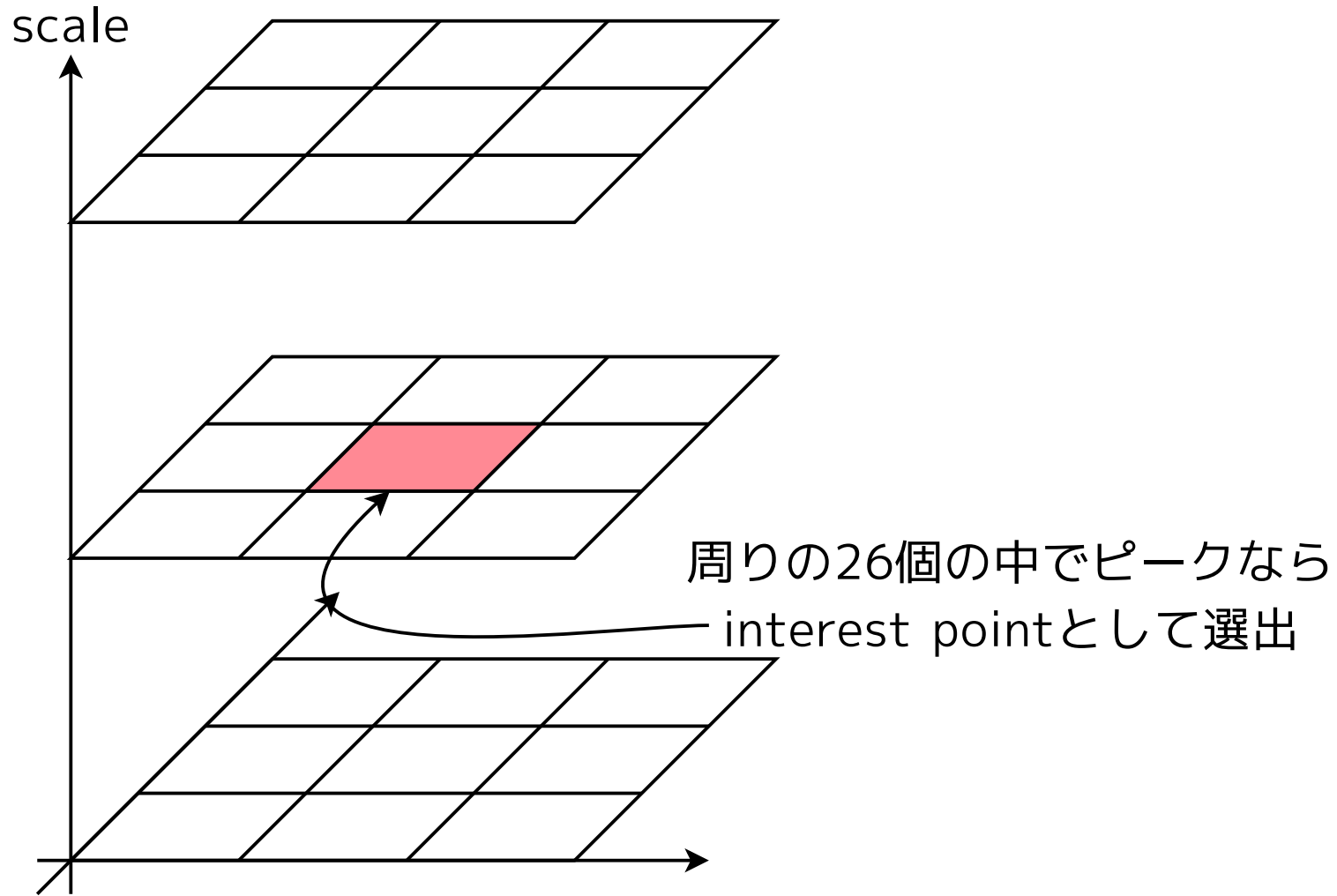
Fast-Hessian 応答の算出

D_{xx}, D_{yy} の演算



Localisation

non-maximum suppression



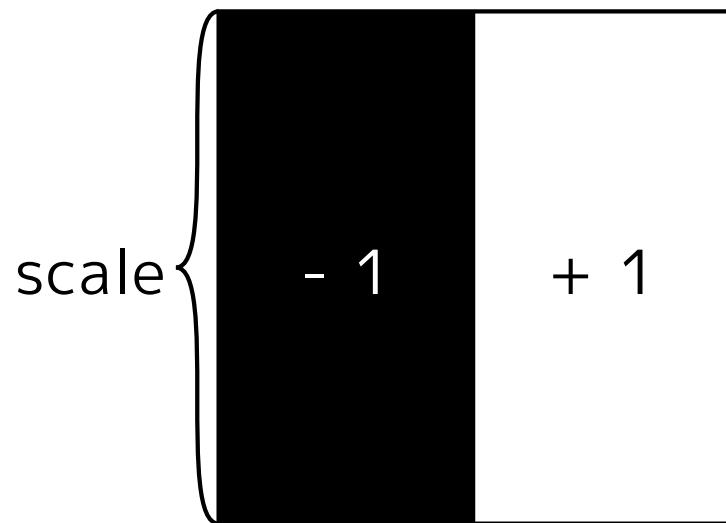
Haar wavelet 応答

一つの interest point (x, y, s) について、点のかたむき (dx, dy) を Haar wavelet フィルタの応答を用いて定義する。

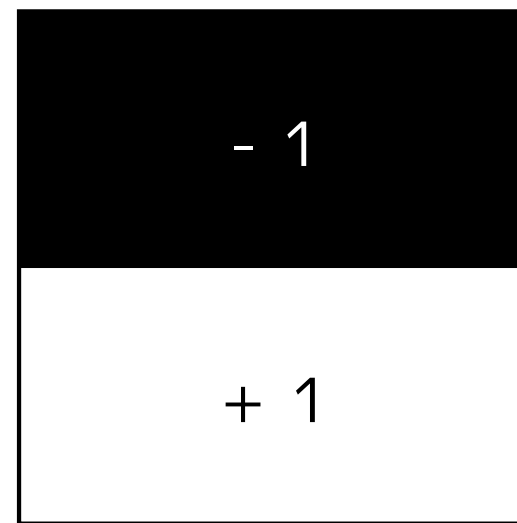
用途

- Dominant rotation の決定
- Feature の抽出

Haar wavelet 応答の算出

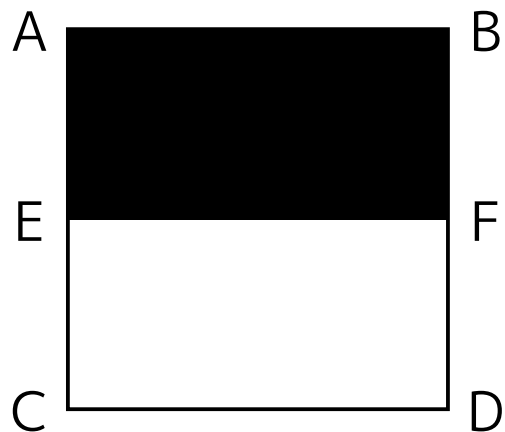


dx
(横方向のかたむき)



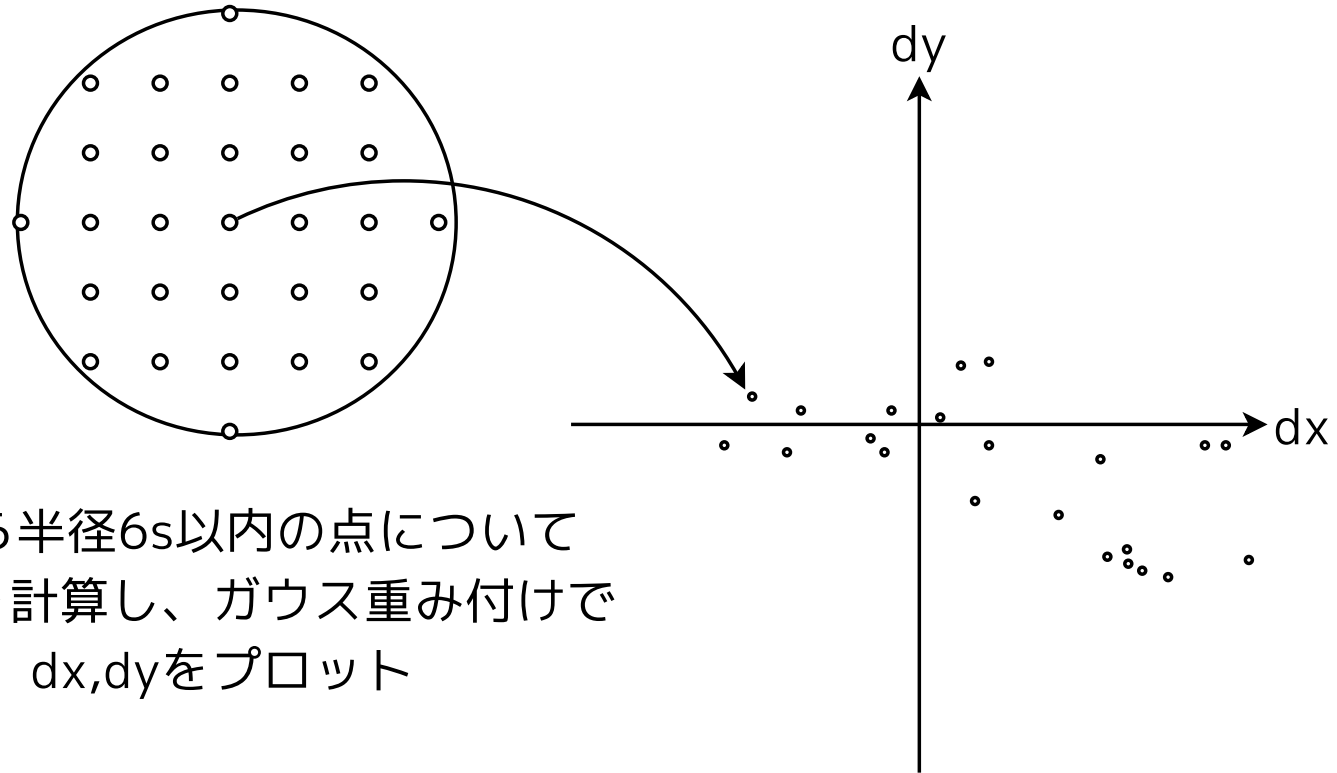
dy
(縦方向のかたむき)

Haar wavelet 応答の算出



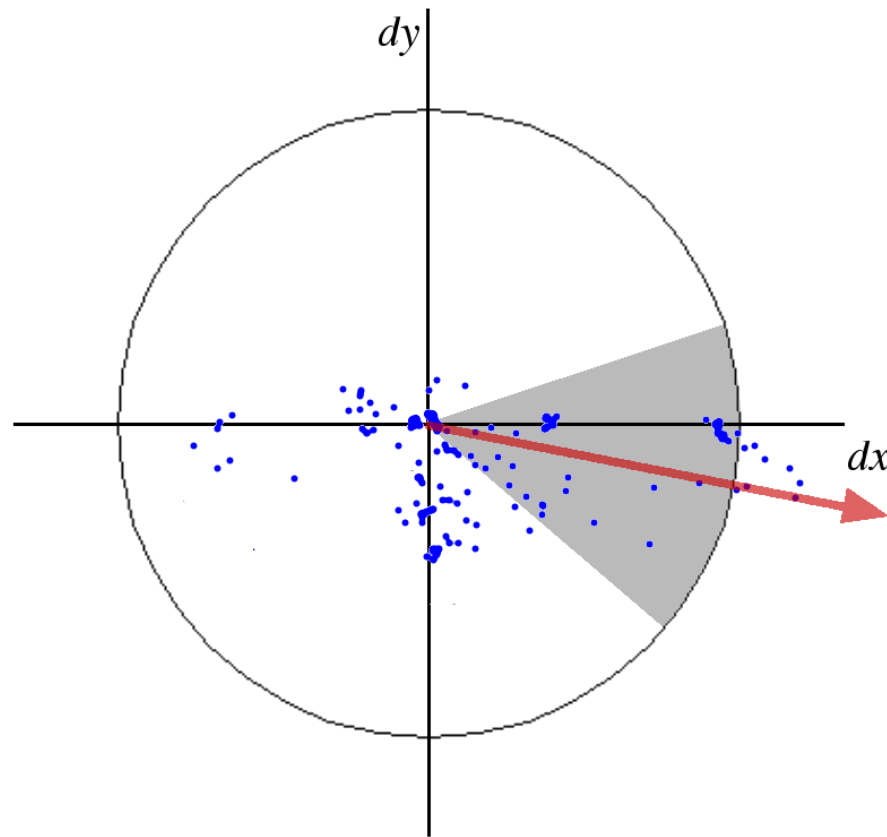
$$\begin{aligned} dy &= \\ & (E - F - C + D) \\ & - (A - B - E + F) \\ &= 2(E - F) - C + D - A + B \\ & \underbrace{\hspace{10em}} \\ & \text{six operations} \\ & (+ \text{正規化}) \end{aligned}$$

Dominant rotation の導出



点から半径 $6s$ 以内の点について
 dx, dy を計算し、ガウス重み付けで
 dx, dy をプロット

Dominant rotation の導出



窓 (着色部分) から見えるベクトルを加算していき、最も長くなった時のベクトルを Dominant rotation とする。

Feature の導出

