

# デジタルメディア処理2

担当: 井尻 敬

## デジタルメディア処理2、2017（前期）

- 4/13 デジタル画像とは : イン트로ダクション
- 4/20 フィルタ処理1 : 画素ごとの濃淡変換、線形フィルタ, 非線形フィルタ
- 4/27 フィルタ処理2 : フーリエ変換, ローパスフィルタ, ハイパスフィルタ
- 5/11 画像の幾何変換1 : アファイン変換
- 5/18 画像の幾何変換2 : 画像の補間, イメージモザイク
- 5/25 画像領域分割 : 領域拡張法, 動的輪郭モデル, グラフカット法,
- 6/01 **前半のまとめ (約30分)と中間試験 (約70分)**
- 6/08 特徴検出1 : テンプレートマッチング、コーナー・エッジ検出
- 6/15 特徴検出2 : DoG特徴量、SIFT特徴量、ハフ変換
- 6/22 画像認識1 : パターン認識概論, サポートベクタマシン
- 6/29 画像認識2 : ニューラルネットワーク、深層学習
- 7/06 画像符号化1 : 圧縮率, エントロピー, ランレングス符号化, MH符号化
- 7/13 画像符号化2 : DCT変換, ウェーブレット変換など
- 7/20 **後半のまとめ (約30分)と期末試験 (約70分)**

## Contents : フィルタ処理 2

- 復習 : 空間フィルタ (線形)
- 空間フィルタ (非線形)
- フーリエ級数展開
- 画像のフーリエ変換
- 周波数フィルタ

空間フィルタ (非線形)

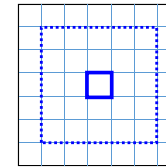
# エッジ保存平滑化フィルタ

## 平均と分散

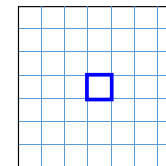
実数値の集合  $\{x_i | i = 1, \dots, N\}$  が与えられたとき、  
その平均は  $\mu = \sum_{i=1}^N x_i$ 、分散は  $\sigma^2 = \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2$  で与えられる

- 以下の集合の平均と分散を求めよ  
 $\{3, 0, 3, 5, 4, 3, 5, 1\}$
- 以下の集合AとBどちらが分散が大きい  
A:  $\{3, 4, 3, 4, 3, 2, 2\}$ , B:  $\{3, 5, 3, 5, 3, 1, 1\}$

# エッジ保存平滑化フィルタ

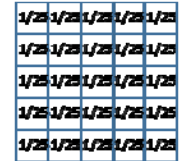


入力画像

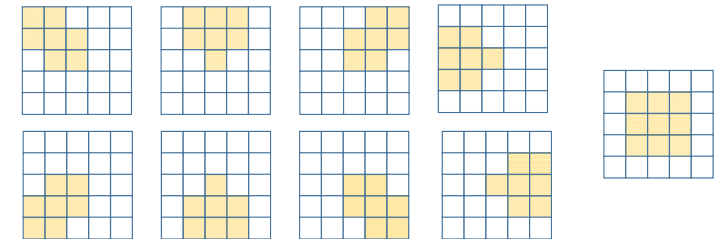


出力画像

- 線形平滑化フィルタでは、画素  $(i, j)$  を計算するため周囲の画素の重み付和を計算した



- エッジ保存平滑化フィルタでは、以下9種の領域を考え、一番分散の小さな領域の平均値を、その画素の値とする



## 中央値フィルタ(Median filter)

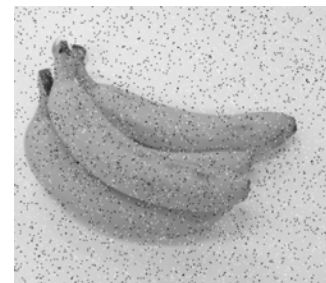
- 中央値 (median) とは…  
数字の集合の代表値  
数字の小さい順に並べ、ちょうど中央に位置する値

入力 : 6, 2, 1, 5, 3, 12, 1000  
平均 :  $1/7 \times (6+2+1+5+3+12+1000) = 147$   
中央値 : 1, 2, 3, 5, 6, 12, 1000  $\rightarrow 5$

中央値と平均値は、用途によって使い分ける  
 $\rightarrow$  年収など、外れ値の影響が大きい対象には中央値を

## 中央値フィルタ(Median filter)

ImageJ  
Process>Filters>Gaussian Blur  
Process>Filters>median



Salt & pepper noise image



Gaussian Blur



Median filter

- + 画素  $(i, j)$  を中心とする 幅  $h$  の窓内の中央値を新しい画素値とする
- + 外れ値 (スパイクノイズ) を除去出来る
- + 特徴(エッジ)をある程度保存する

# バイラテラルフィルタ

画像中の領域の境界(強いエッジ)をまたがずに平滑化

単純な平滑化

元画像

特徴保存平滑化



(Gaussian filter)

(bilateral filter)

画像の出典  
[© Shin Yoshizawa]

# バイラテラルフィルタ

ImageJ  
Plug in>Process > Bilateral Filters



Original image



Bi-Lateral Filer  
Spatial radi:3  
Range radi:50



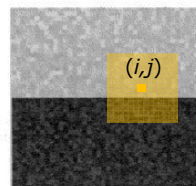
Bi-Lateral Filer  
Spatial radi:5  
Range radi:80

ブラー効果により顔の"あら"が消える  
輪郭が保持されるのでフィルターをかけたことに気づきにくい  
あまり強くかけすぎると不自然な画像になる

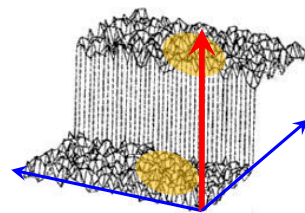
# バイラテラルフィルタ

最も有名な特徴保存フィルタの1つ

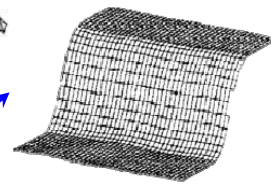
空間的距離だけでなく、画素値の差を利用して重み計算



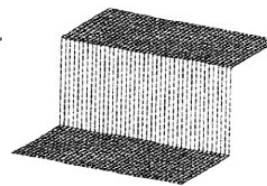
入力画像



Bilateral空間  
+ 位置空間  
+ 値空間



Gaussian filter  
位置空間の距離で重み付け  
(遠いほど重みを小さく)



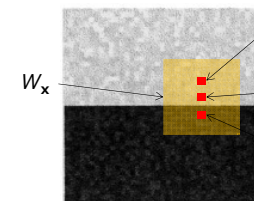
Bilateral filter  
Bilateral空間の距離で重み付け  
(遠いほど重みを小さく)

画像の出典 [CG-Arts協会 デジタル画像処理 図5.37]

# バイラテラルフィルタ

$$I_{new}(x) = \frac{\sum_{y \in W_x} h(x, y) I(y)}{\sum_{y \in W_x} h(x, y)}$$

**x** : 注目画素位置  
**y** : 局所窓内の画素位置  
 $W_x$ : **x**が中心の局所窓



**y** 加算する画素.

**x** : 注目画素 (i,j)

**y** 加算する画素.

※ 『カーネルh』は窓内の画素値に依存するので線形フィルタではない

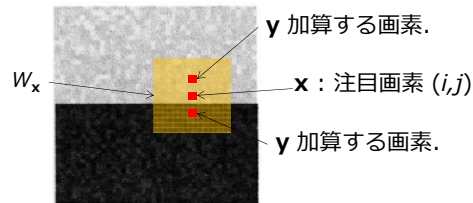
Gaussian filter :  $h(x, y) = G_s(|x - y|)$

Bilateral filter :  $h(x, y) = \underbrace{G_s(|x - y|)}_{\text{Spatial Kernel}} \cdot \underbrace{G_h(|I(x) - I(y)|)}_{\text{Intensity Kernel}}$

# バイラテラルフィルタ

$$I_{new}(\mathbf{x}) = \frac{\sum_{\mathbf{y} \in W_{\mathbf{x}}} h(\mathbf{x}, \mathbf{y}) I(\mathbf{y})}{\sum_{\mathbf{y} \in W_{\mathbf{x}}} h(\mathbf{x}, \mathbf{y})}$$

$\mathbf{x}$  : 注目画素位置  
 $\mathbf{y}$  : 局所窓内の画素位置  
 $W_{\mathbf{x}}$ :  $\mathbf{x}$ が中心の局所窓



※ 『カーネル $h$ 』は窓内の画素値に依存するので線形フィルタではない

Gaussian filter :

$$h(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = G_s(|\mathbf{x} - \mathbf{y}|)$$

Bilateral filter :

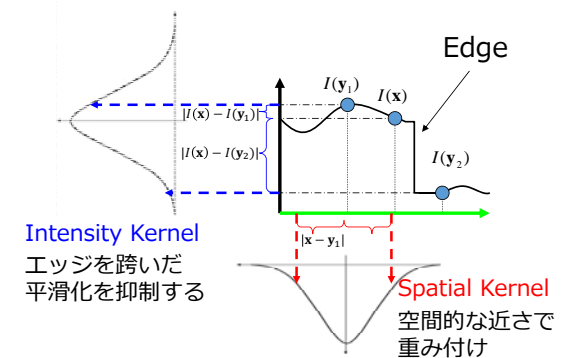
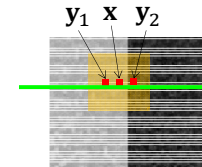
$$h(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \underbrace{G_s(|\mathbf{x} - \mathbf{y}|)}_{\text{Spatial Kernel}} \cdot \underbrace{G_h(|I(\mathbf{x}) - I(\mathbf{y})|)}_{\text{Intensity Kernel}}$$

$G_{\sigma}$ は標準偏差 $\sigma$ のガウス関数

# バイラテラルフィルタ

注目画素位置  $\mathbf{x} = (i, j)$   
 窓内の画素位置  $\mathbf{y} = (i + m, j + n)$

$$h(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = G_s(|\mathbf{x} - \mathbf{y}|) \cdot G_h(|I(\mathbf{x}) - I(\mathbf{y})|)$$



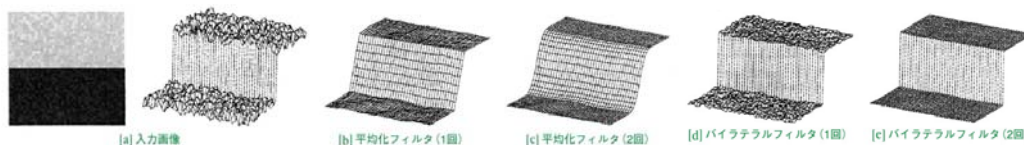
# バイラテラルフィルタ (パラメタ)

$$h(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = G_s(|\mathbf{x} - \mathbf{y}|) \cdot G_h(|I(\mathbf{x}) - I(\mathbf{y})|)$$

パラメタ $h$  : 平滑化したい領域の輝度値の標準偏差の 0.5-2.0倍程度をよく用いる  
 複数回適用すると良い結果が出やすい

カラー画像はチャンネル毎でなく、以下を用いて同じ重みを利用するとよい

$$|I(\mathbf{x}) - I(\mathbf{y})| = \left| \begin{pmatrix} R(\mathbf{x}) - R(\mathbf{y}) \\ G(\mathbf{x}) - G(\mathbf{y}) \\ B(\mathbf{x}) - B(\mathbf{y}) \end{pmatrix} \right|$$



画像の出典 [CG-Arts協会 デジタル画像処理 図5.37]

# まとめ：空間フィルタ（非線形）

- エッジ保存効果のあるフィルタを紹介した
  - エッジ保存平滑化
  - メディアンフィルタ
  - バイラテラルフィルタ
- 線形フィルタと比べ計算量は大きい、特殊な効果が得られる



画像の出典[©Shin Yoshizawa]