

情報デザイン専攻

画像情報処理論及び演習II

-フィルタ処理・エッジ強調-
セパレート実装、方向フィルタ、形態作用素

第8回講義
水曜日 1限
教室6218

吉澤 信
shin@riken.jp, 非常勤講師
大妻女子大学 社会情報学部

独立行政法人
理化学研究所

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

今日の授業内容

www.riken.jp/briect/Yoshizawa/Lectures/index.html
www.riken.jp/briect/Yoshizawa/Lectures/Lec20.pdf

- 線形フィルタのセパレート実装、Guassainピラミッド。
- 方向フィルタ、Log-Gaborフィルタと方向ピラミッド。
- 形態作用素。
- 演習: Report05、今日(12/17)×切です。
次回は1/7です。
Report04の採点結果を取りに来てください。

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習: 周波数操作

入力画像 $f(x, y)$ $\xrightarrow{\text{変換}}$ 周波数 $F(u, v)$ $\xrightarrow{\text{処理}}$ 処理後の周波数 $F(u, v)H(u, v)$ $\xrightarrow{\text{逆変換}}$ 出力画像 $g(x, y)$

フーリエ変換 $\xrightarrow{\text{DOG+FDCT実装}}$ フーリエ逆変換

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習: FDCTによる周波数分解

✓ 全ての周波数バンドを足し合わせると入力になる。

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習: DoG+FDCTによる周波数分解

✓ 全ての周波数バンドを足し合わせると入力になる。

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習: 線形フィルタ

✓ 線形フィルタ(畳み込み和、Convolution):

$$I(i, j) = \sum_{m=-h_y}^{h_y} \sum_{n=-h_x}^{h_x} f(i+m, j+n)h(m, n)$$

I 出力画像 f 入力画像 h カーネル画像: フィルタ

カーネル画像(局所Window)サイズ $(2h_y+1) \times (2h_x+1)$

(i, j) フィルタを適用している画素の座標値

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

方向微分

✓ 通常の座標軸に沿った方向の微分(微小変化率)ではなく、任意の方向(ベクトル)に沿った微分。
 ✓ 勾配と方向微分したいベクトルとの内積。

LaplacianとDoG, LoG

$$\frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial \mathbf{t}} = \nabla f \cdot \mathbf{t}$$

✓ LoG: Laplacian of Gaussian. $LoG_{\sigma} = \Delta g_{\sigma}(x, y)$
 ✓ DoG: Difference of Gaussian. $g_{\sigma}(x, y) = \frac{1}{2\sigma^2} \exp(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2})$

$$\frac{\partial L(x, y, \sigma)}{\partial t} = \Delta L(x, y, \sigma) \quad L(x, y, \sigma) = g_{\sigma}(x, y) * I(x, y)$$

$$\sigma \Delta L(x, y, \sigma) = \frac{\partial L(x, y, \sigma)}{\partial \sigma} = \lim_{\sigma \rightarrow 0} \frac{L(x, y, k\sigma) - L(x, y, \sigma)}{k\sigma - \sigma} + \frac{L(x, y, k\sigma) - L(x, y, \sigma)}{k\sigma - \sigma}$$

$$\sigma^2(1-k)LoG_{\sigma} * I(x, y) = \sigma^2(1-k)\Delta L(x, y, \sigma)$$

$$\approx (g_{\sigma}(x, y) - g_{k\sigma}(x, y)) * I(x, y) = DoG_{\sigma} * I(x, y)$$

$$DoG_{\sigma}(x, y) = g_{\sigma}(x, y) - g_{2\sigma}(x, y)$$

✓ 例えば、LoGやDoGを与えられた方向に適用してもOK!



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

方向(Orientation) フィルタ

✓ 方向特徴フィルタ(log Gabor). 角度: 0 45 90 135

Imaginary

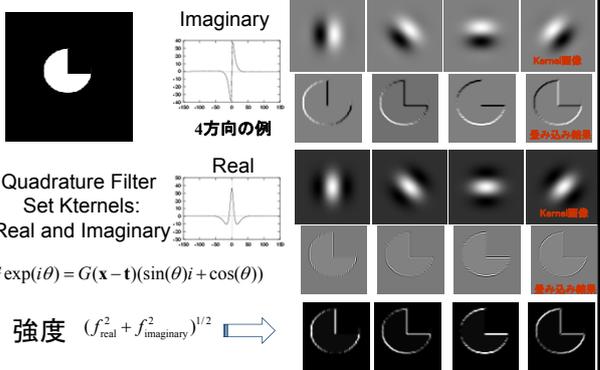
Real

4方向の例

Quadrature Filter Set Kernels: Real and Imaginary

$G \exp(i\theta) = G(x-t)(\sin(\theta)i + \cos(\theta))$

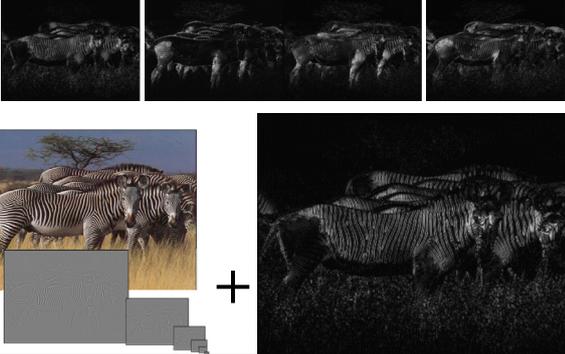
強度 $(f_{real}^2 + f_{imaginary}^2)^{1/2}$



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

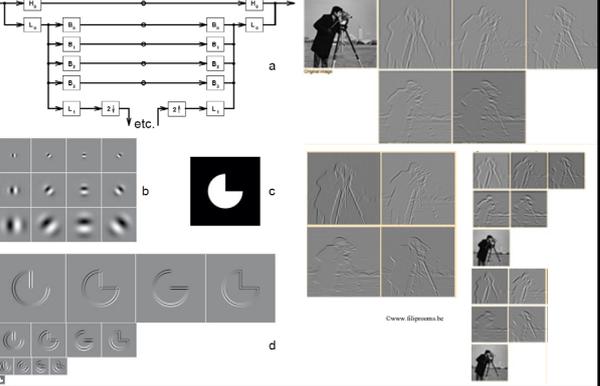
Steerable Pyramid

✓ 方向特徴フィルタ(log Gabor)によるOrientation Pyramid.



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Steerable Pyramid



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

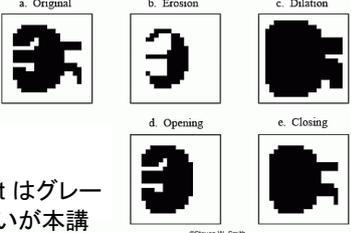
形態作用素(Morphological Operator)

✓ Flat Structuring Element (SE)と呼ばれる二値化画像(Binary Image: b)の内側の輝度値の最小値・最大値等で、評価画素の輝度値を置き換える。

- Erosion(収縮):
- Dilation(膨張):
- Opening(穴あけ):
- Closing(穴埋め):

a. Original b. Erosion c. Dilation
 d. Opening e. Closing

✓ Structuring Element はグレースケール画像でもよいが本講義では取り扱わない。



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

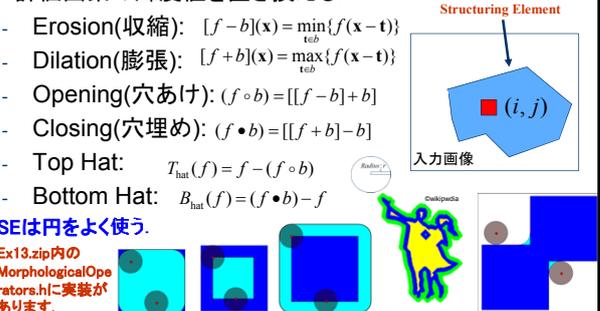
形態作用素(Morphological Operator) 2

✓ Flat Structuring Element (SE)と呼ばれる二値化画像(Binary Image: b)の内側の輝度値の最小値・最大値等で、評価画素の輝度値を置き換える。

- Erosion(収縮): $[f - b](x) = \min_{t \in b} \{f(x-t)\}$
- Dilation(膨張): $[f + b](x) = \max_{t \in b} \{f(x-t)\}$
- Opening(穴あけ): $(f \circ b) = [(f - b) + b]$
- Closing(穴埋め): $(f \bullet b) = [(f + b) - b]$
- Top Hat: $T_{hat}(f) = f - (f \circ b)$
- Bottom Hat: $B_{hat}(f) = (f \bullet b) - f$

SEは円をよく使う。

Ex13.zip内のMorphological Operators.hに実装があります。



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Erosion

Erosion(収縮): 白い部分がSE分だけ収縮する。
Minフィルタと同じ。 $[f - b](x) = \min_{t \in b} \{f(x - t)\}$

Structured Elementは円でその半径rが

r=1 r=2 r=3 r=4 r=5 r=10

The diagram shows the erosion of a binary image using circular structuring elements of increasing radius (r=1 to r=10). The white regions shrink as the radius increases. Below, two grayscale images (Lena and a house) are shown with their eroded versions for r=1, 2, 3, 4, 5, and 10.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Dilation

Dilation(膨張): 白い部分がSE分だけ膨張する。
Maxフィルタと同じ。 $[f + b](x) = \max_{t \in b} \{f(x - t)\}$

Structured Elementは円でその半径rが

r=1 r=2 r=3 r=4 r=5 r=10

The diagram shows the dilation of a binary image using circular structuring elements of increasing radius (r=1 to r=10). The white regions expand as the radius increases. Below, two grayscale images (Lena and a house) are shown with their dilated versions for r=1, 2, 3, 4, 5, and 10.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Opening

Opening(穴あけ): 白に黒い穴がSE分だけあく。
Erosion後にDilation。 $(f \circ b) = [[f - b] + b]$

Structured Elementは円でその半径rが

r=4 r=8 r=16 r=20 r=32

r=1 r=2 r=3 r=4 r=5 r=10

The diagram shows the opening operation on a binary image using circular structuring elements of increasing radius (r=1 to r=10). Small white holes are removed. Below, two grayscale images (Lena and a house) are shown with their opened versions for r=1, 2, 3, 4, 5, and 10.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Closing

Closing(穴埋め): 白に黒い穴がSE分だけ埋まる。
Dilation後にErosion。 $(f \bullet b) = [[f + b] - b]$

Structured Elementは円でその半径rが

r=4 r=8 r=16 r=20 r=32

r=1 r=2 r=3 r=4 r=5 r=10

The diagram shows the closing operation on a binary image using circular structuring elements of increasing radius (r=1 to r=10). Small black holes are filled. Below, two grayscale images (Lena and a house) are shown with their closed versions for r=1, 2, 3, 4, 5, and 10.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Top Hat

TopHat: 穴あけで消えた部分を強調:
入力からOpeningを引く。 $T_{\text{hat}}(f) = f - (f \circ b)$

Structured Elementは円でその半径rが

r=3 r=4 r=5 r=10 r=20 r=30

The diagram shows the Top Hat operation on a binary image using circular structuring elements of increasing radius (r=3 to r=30). The result highlights the small white features. Below, two grayscale images (Lena and a house) are shown with their Top Hat results for r=3, 4, 5, 10, 20, and 30.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Top Hat2

Shading Correctionに非常によい。 r=5

The diagram shows the Top Hat2 operation on a binary image using circular structuring elements of increasing radius (r=5 to r=20). The result shows shading correction. Below, two grayscale images (Lena and a house) are shown with their Top Hat2 results for r=5 and r=20.

入力画像 大津の二値化 TopHat画像 大津の二値化

r=20

