

第9回 2値画像処理

内容

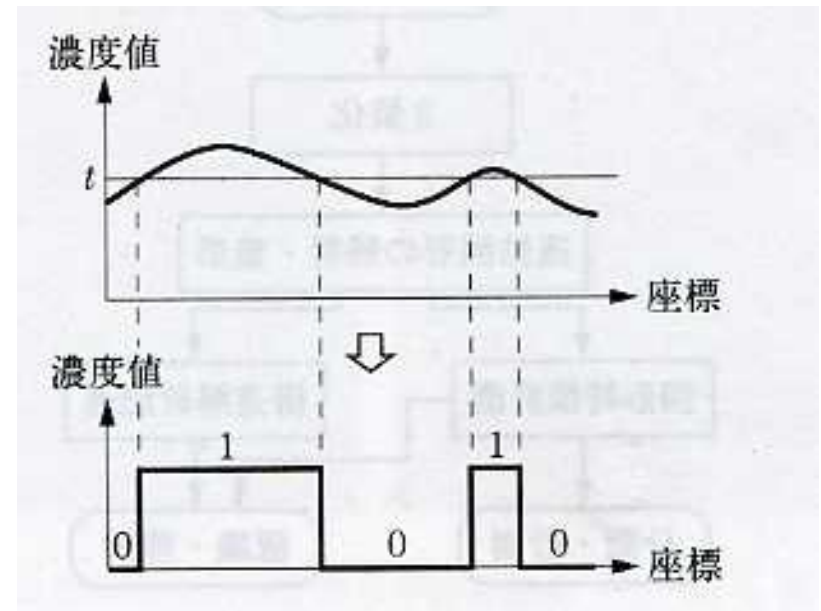
- 2値化法
 - p-タイル法
 - モード法
 - 判別分析法
- 近傍、連結、距離
- ラベリング
- 形状特徴パラメータ
- バナナの抽出例

2値化

- 濃淡がなく、白と黒しかない図形・画像は、画素の値が0,1の2つの値しかとらないので、**2値画像(binary image)**と呼ばれる。
- 画像の特徴を解析するために、画像を2値化し、対象物(画素値:1)と背景(画素値0)を分離することが多い。
- 画像の2値化は、次の閾値処理(thresholding)で行う。

$$f_t(i, j) = \begin{cases} 1; & f(i, j) \geq t \\ 0; & f(i, j) < t \end{cases}$$

問題: 閾値 t の決め方?



2值化例

原画像



t=52



t=104

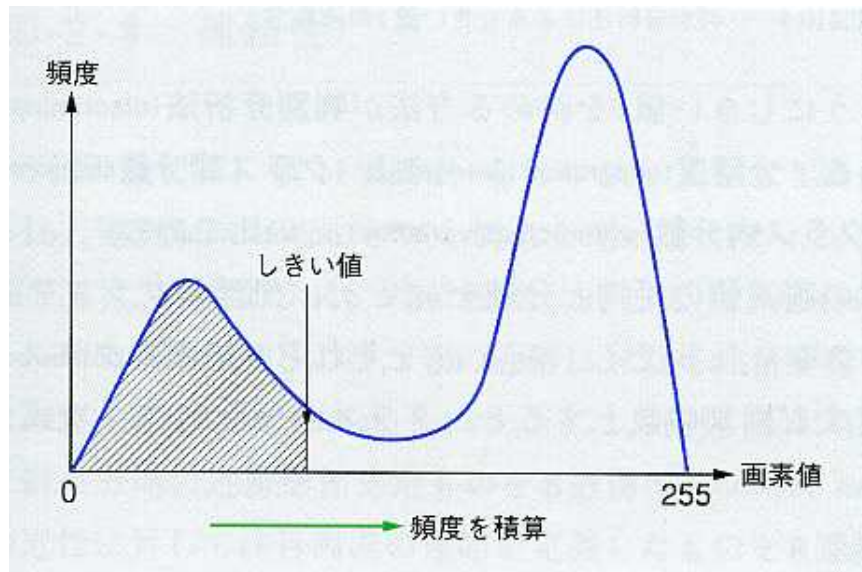


t=156



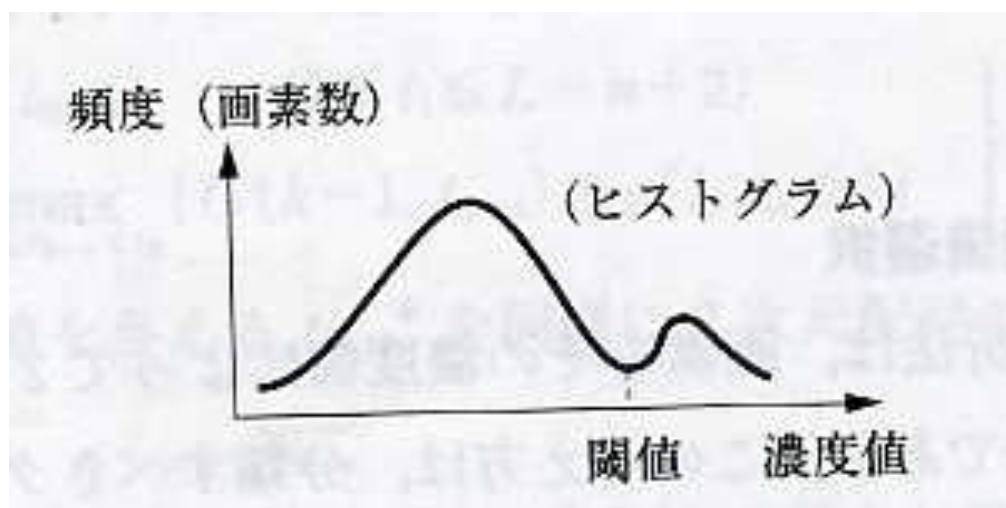
p-タイル法

- 切り出す対象図形の面積を S_0 とし、画像全体の面積 S とすると、濃度値ヒストグラムにおいて、濃度値が t 以上になる画素が全画素に対して $p=S_0/S$ の割合になるように t を決定する。
- 画像の濃度値ヒストグラムから、濃度値が低いほうの(あるいは高いほうからの)累積相対度数分布を求め、累積相対度数が $1-p$ (あるいは p)になる濃度値を求めればよい。
- この方法は、図面や文章画像など、切り出すべき対象の面積がある程度推定できる場合によく用いられる。



モード法

- 画像の濃度値ヒストグラムは、一般に2つのピークを持つ(対象図形と背景)。この2つのピークの間の谷底となる濃度値を閾値 t とすればよい。
- 画像中の対象図形と背景の濃度値の差が大きいときは、ヒストグラムに明確な谷ができるので、この方法は適用できるが、ノイズの多い画像や複雑な画像の場合、明確な谷が生じないので、この方法は適用できない場合もある。



判別分析法

- 画像の濃度値ヒストグラムにおける濃度値の分布を閾値 t で2つのクラス(t 以上と t 未満)に分割したとき、二つのクラスが最もよく分離するように、パラメータ t を決める方法。
- 分離性の尺度として、2つのクラスの平均値の分散(クラス間の分散)と各クラスの分散(クラス内の分散)の比(判別比)がもちいられる。
- 濃度値 t 以上の濃度を持つ画素をクラス1、 t 以下の濃度をもつ画素をクラス2とする。クラス i ($i=1,2$)の画素数を ω_i 、平均濃度値を M_i 、分散を σ_i^2 とおき、全画素の平均濃度値を M_T とおく:

$$\text{クラス内の分散 } \sigma_w^2 = \frac{\omega_1 \sigma_1^2 + \omega_2 \sigma_2^2}{\omega_1 + \omega_2}$$

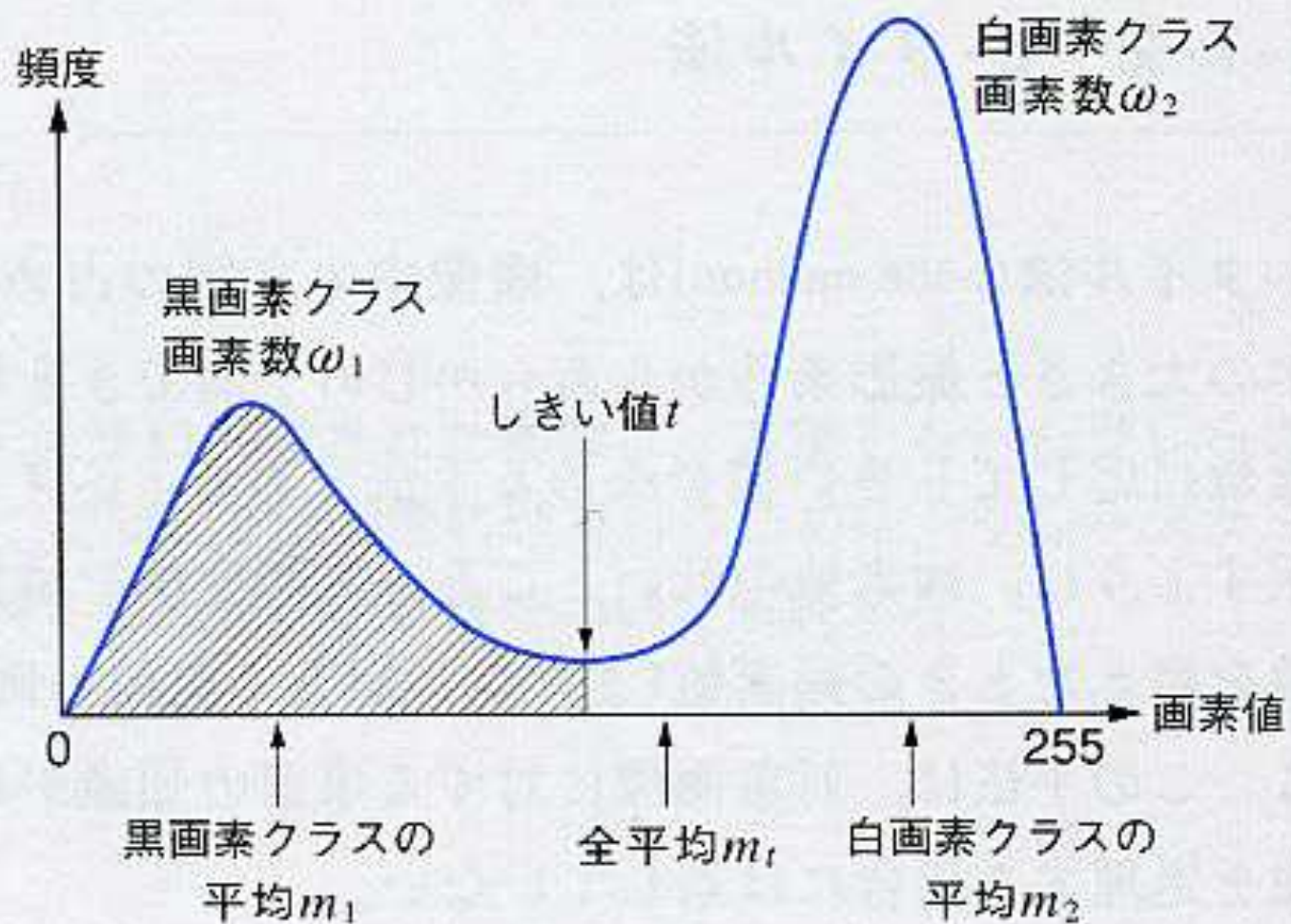
$$\text{クラス間の分散 } \sigma_B^2 = \frac{\omega_1 (M_1 - M_T)^2 + \omega_2 (M_2 - M_T)^2}{\omega_1 + \omega_2} = \frac{\omega_1 \omega_2 (M_1 - M_2)^2}{\omega_1 + \omega_2}$$

$$\text{全画素の濃度分散 } \sigma_T^2 = \sigma_w^2 + \sigma_B^2 \quad (\text{一定、} t \text{に依存しない})$$

$$\text{判別比 } r = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_w^2} = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_T^2 - \sigma_B^2}$$

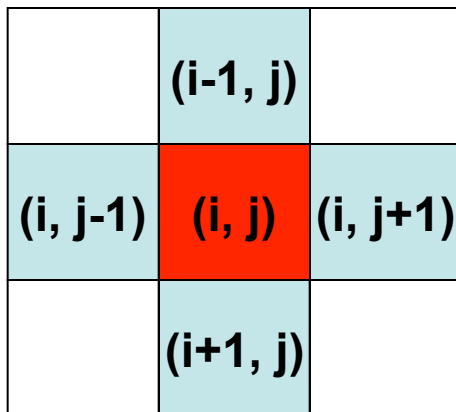
すなわち、 σ_B^2 を最大にする t を求めればいい

この方法は、ヒストグラムに明確な谷がなくても閾値が選択できるので、広く用いられている。

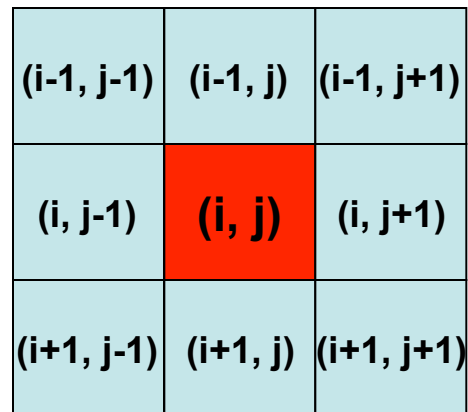


近傍と連結(1)

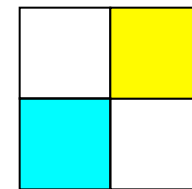
- 注目画素 (i, j) に対して、画素の集合 $\{(i+p, j+q); (p, q) \text{ は適当な整数対}\}$ を画素 (i, j) の **近傍 (neighbor)** と呼ぶ。
- 値 1 (黒画素) をもつひとまとまりの領域を **連結 (connection)** と呼ぶ。
- 注目画素に対して上下左右の画素を **4近傍** とよび、その近傍に対して注目画素の連結を定義したものを **4連結** という。
- 4近傍に斜め方向の近傍を加えたものを **8近傍** とよび、その近傍に対して注目画素の連結を定義したものを **8連結** という。



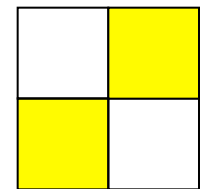
4近傍, 4連結



8近傍, 8連結



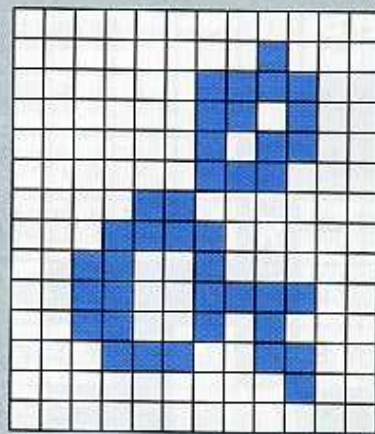
4近傍で
連結して
いない



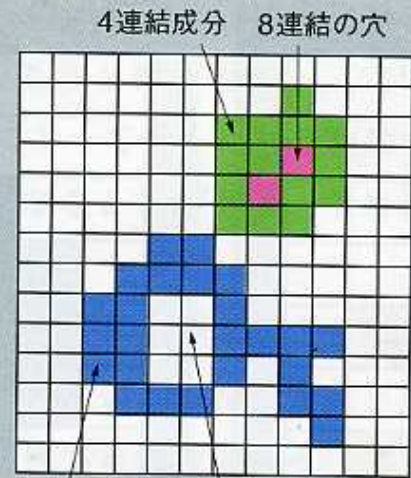
8近傍で
連結して
いる

近傍と連結(2)

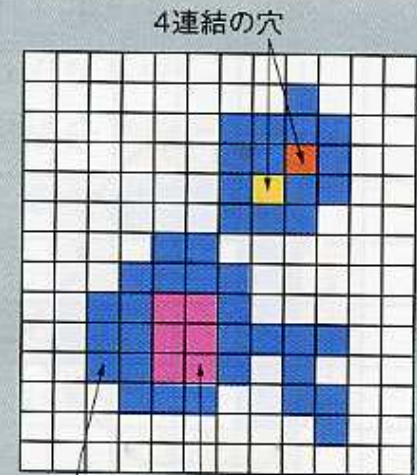
- 連結している画素の集合を**連結成分**という。
- 近傍と連結は同じ意味で使われることが多い。
- 対象の連結成分の中にあり、背景に連結していない白画素の集合を**穴(hole)**と呼ぶ。
- 8連結で対象の連結性を定義した場合、穴と背景は4連結で定義する。
逆に、4連結で対象の連結性を定義した場合、穴と背景は8連結で定義する。



[a] 2値画像の例



[b] 4連結で定義した場合の連結成分



[c] 8連結で定義した場合の連結成分

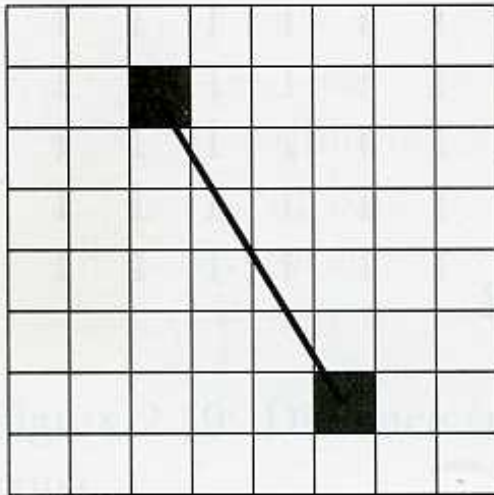
距離

- 画素(i, j)と(h, k)との距離は、次の三つがよく用いられる:

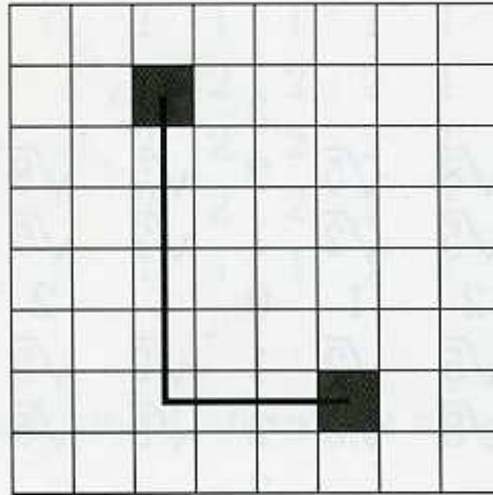
ユークリッド距離 (Euclidean distance): $d_e((i, j), (h, k)) = \sqrt{(i - h)^2 + (j - k)^2}$

4-近傍距離 (city - block distance): $d_4((i, j), (h, k)) = |i - h| + |j - k|$

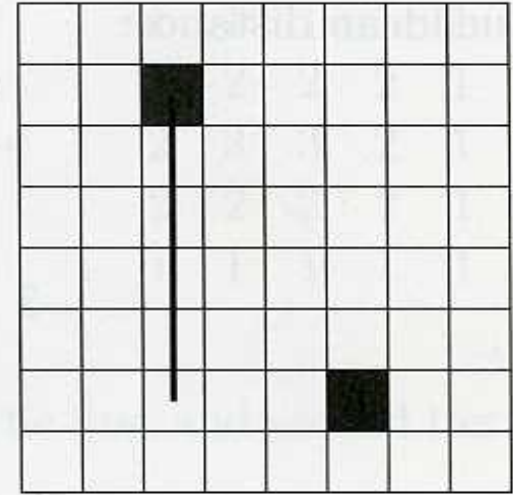
8-近傍距離 (chess - board distance): $d_8((i, j), (h, k)) = \max\{|i - h|, |j - k|\}$



Euclidean



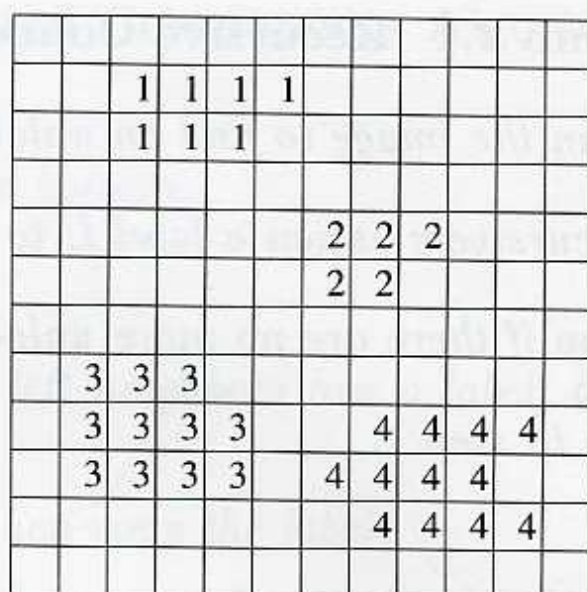
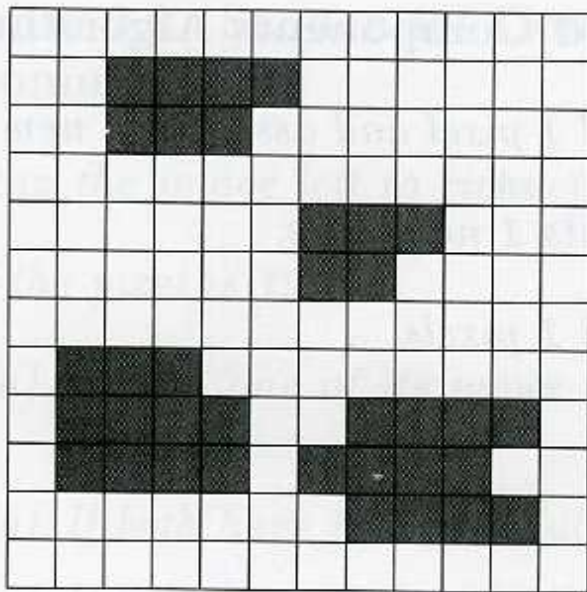
City-block



Chess-board

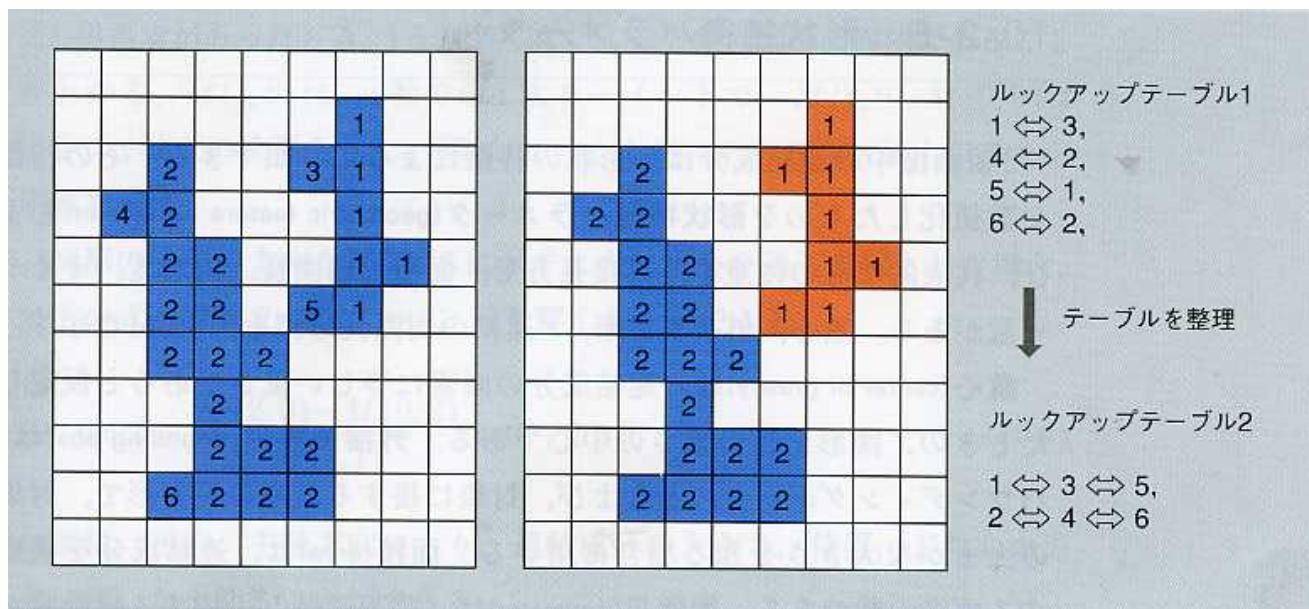
ラベリング (Labeling)

- 同じ連結成分に属するすべての画素に同じラベル(番号)を割り当て、異なった連結成分には異なったラベルを割り当てる操作を**ラベリング**という。
- 画像中に孤立した領域が何個あるのかを数えたり, ある番号のついた領域がどんな形をしているのかを調べるのに有効な処理です。

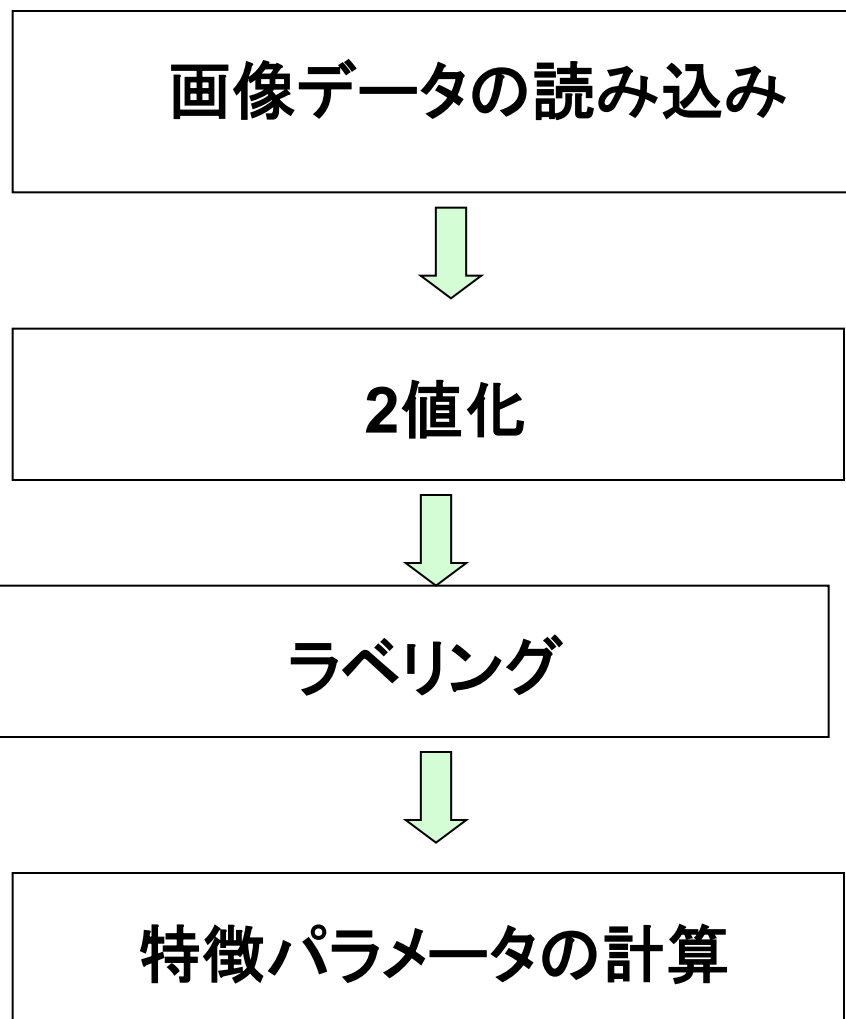


近傍処理によるラベリング(4近傍)

- (1) 画像を走査し、ラベルがついていない画素を調べ、見つけたら注目画素とする。
- (2) 注目画素の上の画素がラベルをもつとき、上の画素のラベルを注目画素につける。
左の画素がラベルをもち、注目画素のラベルと異なるとき、ルックアップテーブルに2つのラベルが同一連結成分に属することを記録する。
- (3) 注目画素の上の画素が白画素(0)で、左の画素がラベルをもつとき、そのラベルを注目画素につける。
- (4) 注目画素の上も左も白画素(0)のとき、新しいラベルを注目画素につける。
- (5) この操作を、ラベルを付ける画素がなくなるまで(1)からの操作を繰り返す。



2値画像処理による物体の特徴抽出



形状特徴パラメータ

- 面積 (S): 2値画像の場合、その領域の画素数と同じ

$$S = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} f(i, j)$$

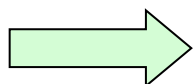
- 周囲長 (L): 輪郭追跡し、一周する移動量 (画素数) である
- 円形度: 図形がどれだけ円に近いかを表す尺度である。

$$4\pi S/L^2$$

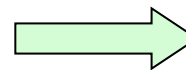
- 重心:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} j \cdot f(i, j)}{S}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} i \cdot f(i, j)}{S}$$

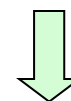
例：下記の果物からバナナだけを抽出する



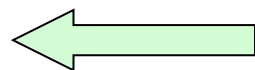
2値化



ラベリング
(5つの連結
領域が得ら
れる)



特徴抽出



円形度0.5以下
の領域を抜き出
す

物体の番号	面積	周囲長	円形度	
0	3145	221.62	0.8046	
1	2069	169.78	0.8627	
2	4293	459.40	0.2556	
3	1868	165.44	0.8577	
4	5917	508.36	0.2877	