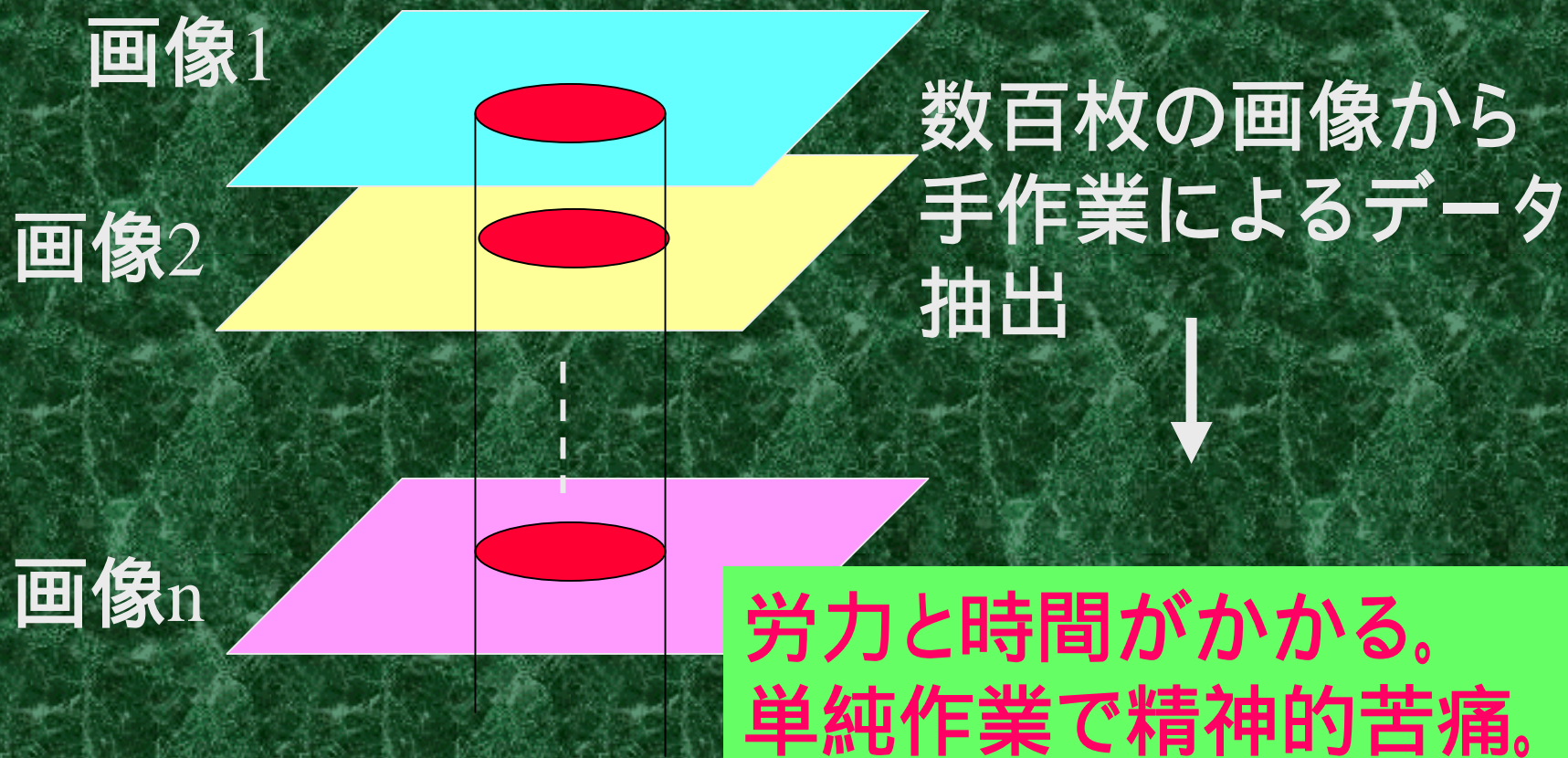


CT画像における腎動脈 まわりの血管領域の自動抽出

岩瀬 英仁、劉 浩、片岡 則之、
姫野 龍太郎

モデル構築の問題点



研究の目的

2次元医用画像から血管領域の輪郭データを自動的に抽出する。

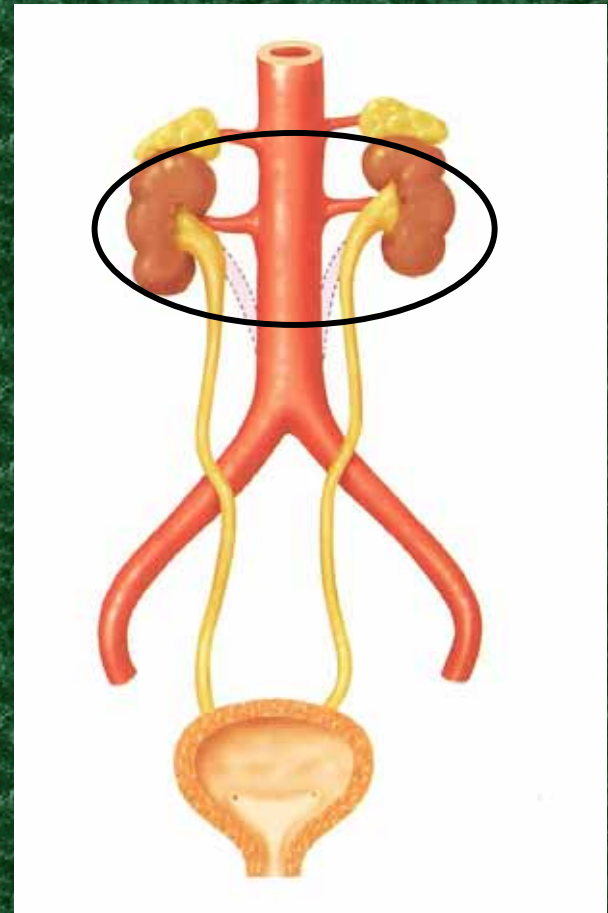
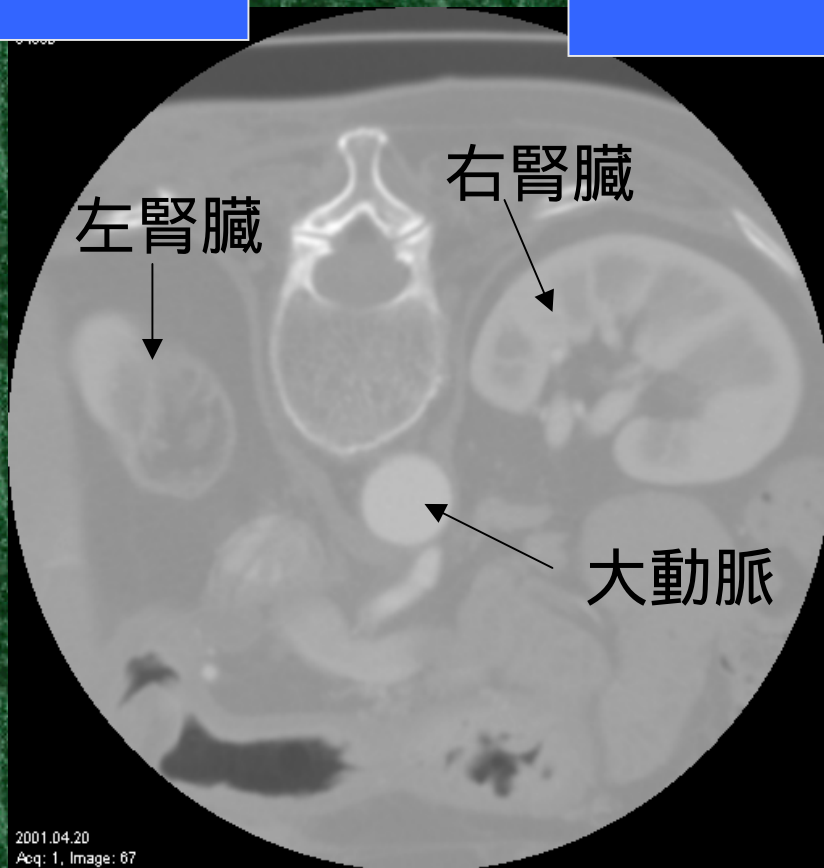
輪郭データ自動抽出の方法

遺伝的アルゴリズム(GA)のパターン認識による血管領域の認識

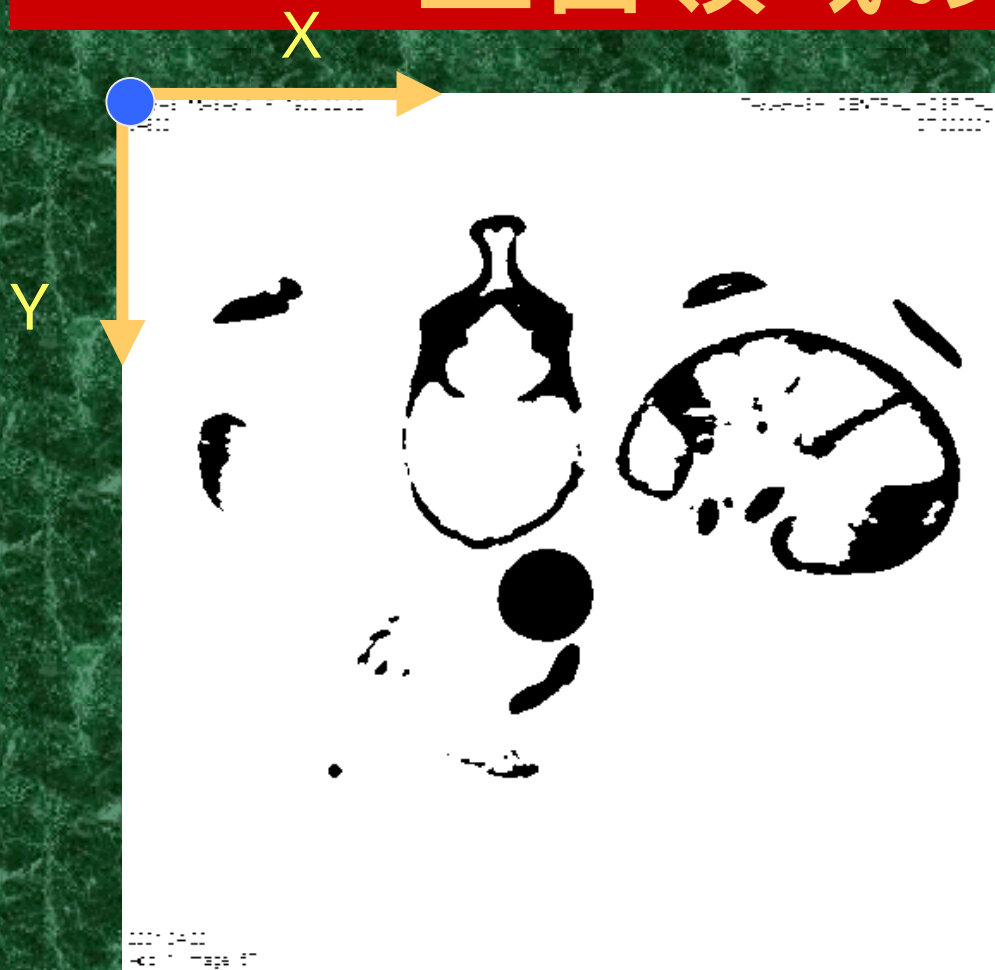


改良Snakeによる輪郭データ抽出

本研究で用いるCT画像



GAのパターン認識による 血管領域の抽出

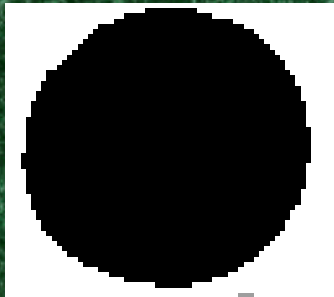


2値化による画像

テンプレート・マッチング法

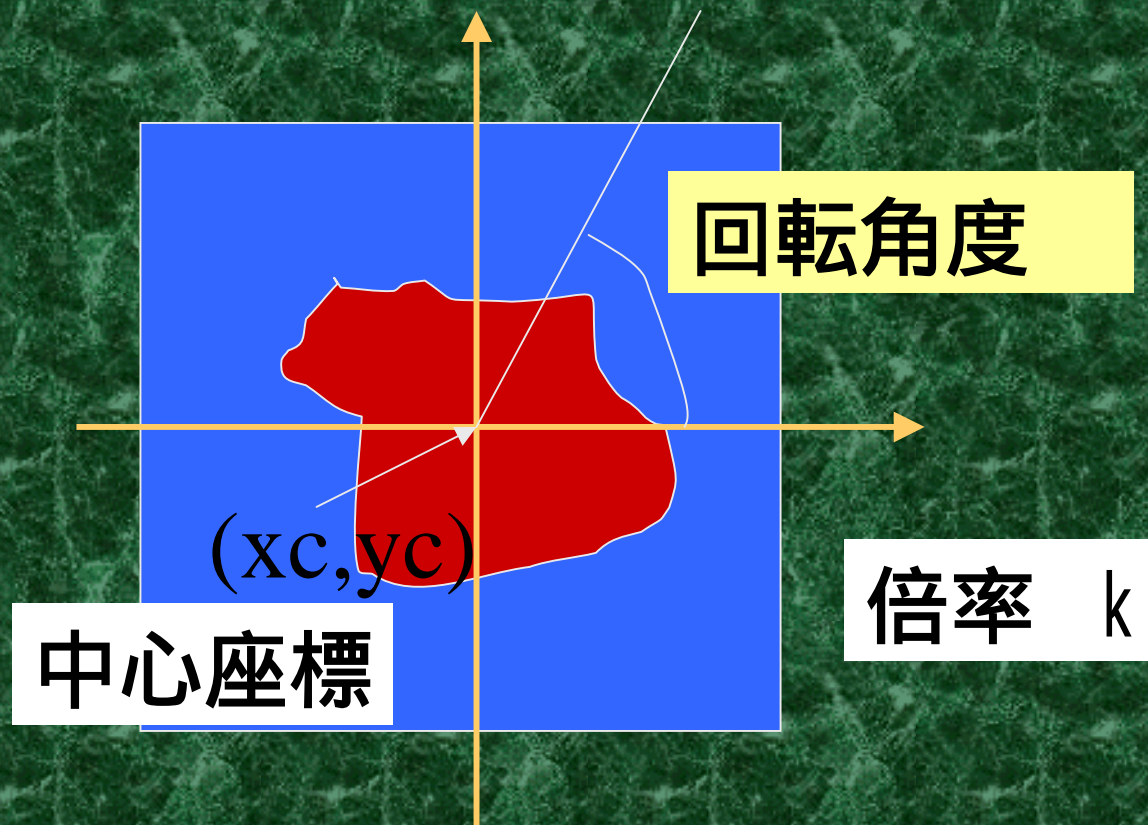
入力画像のどこにテンプレート画像のパターンが存在するか探索する。

血管テンプレート画像



50 × 50 画素

GAによるパターン認識 の理論



遺伝情報を持つ個体集団の発生

中心座標 x_c	中心座標 y_c	回転角度	倍率 k
0 1 1 1 1 0 1 1	1 0 1 0 1 1 1 1	0 1 0 1 1 0 0 1	1 0 1 0 1 0 1 1
1 1 1 0 1 0 1 1	0 0 1 0 1 1 0 0	0 1 0 1 1 0 0 0	1 1 1 0 1 1 1 0
0 1 1 0 1 1 1 1	0 1 1 0 1 1 0 0	0 1 0 1 1 0 1 0	1 0 1 0 1 0 1 1
⋮	⋮	⋮	⋮
0 1 1 1 1 0 1 1	1 0 1 0 1 1 0 0	0 1 1 1 1 0 0 0	1 0 1 0 1 0 1 0

個体集団

1つの個体が32ビットの遺伝情報を持つ

GAのスキーム

初期個体集団を生成(130)

選択(ルーレット戦略)

交叉(2点交叉)

突然変異(0.8)

適応度計算

$$Fitness = 1 - \frac{\sum (temp(i, j) - gazou(i, j)) \times 255}{x_size1 \times y_size1}$$

エリート保存戦略(適応度0.96以上)

OK?

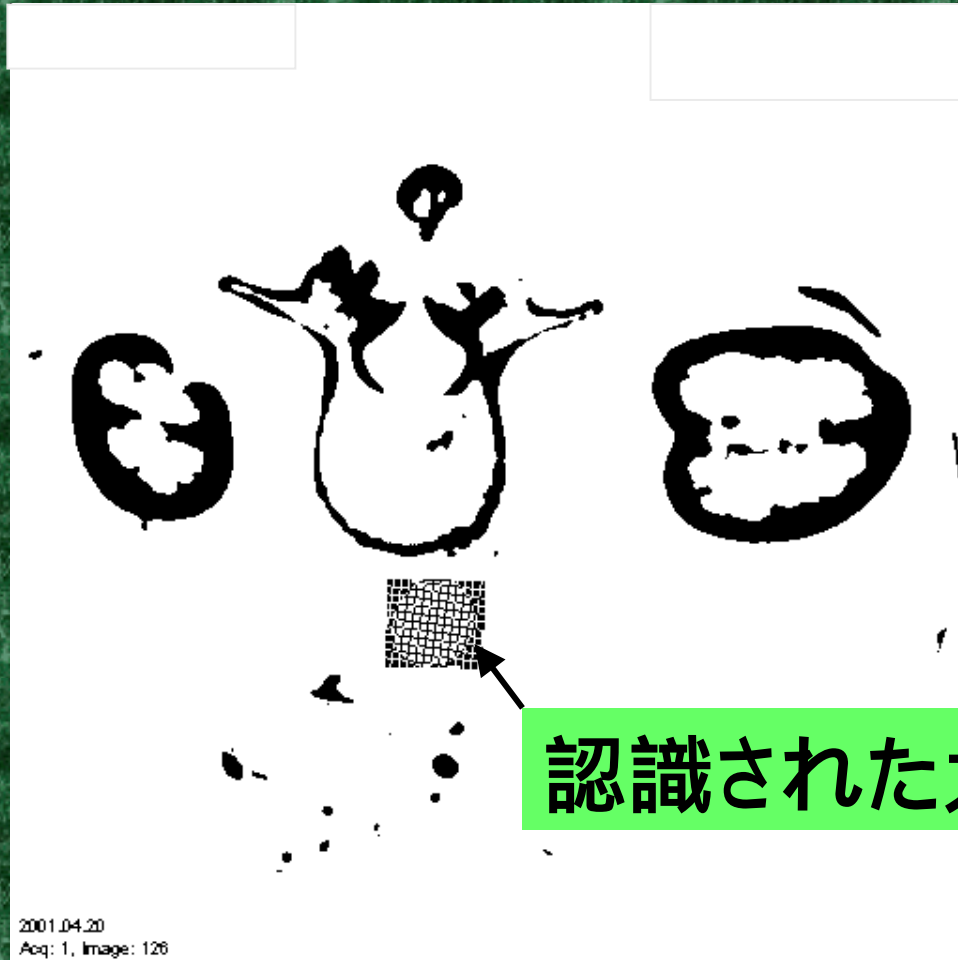


血管領域の認識



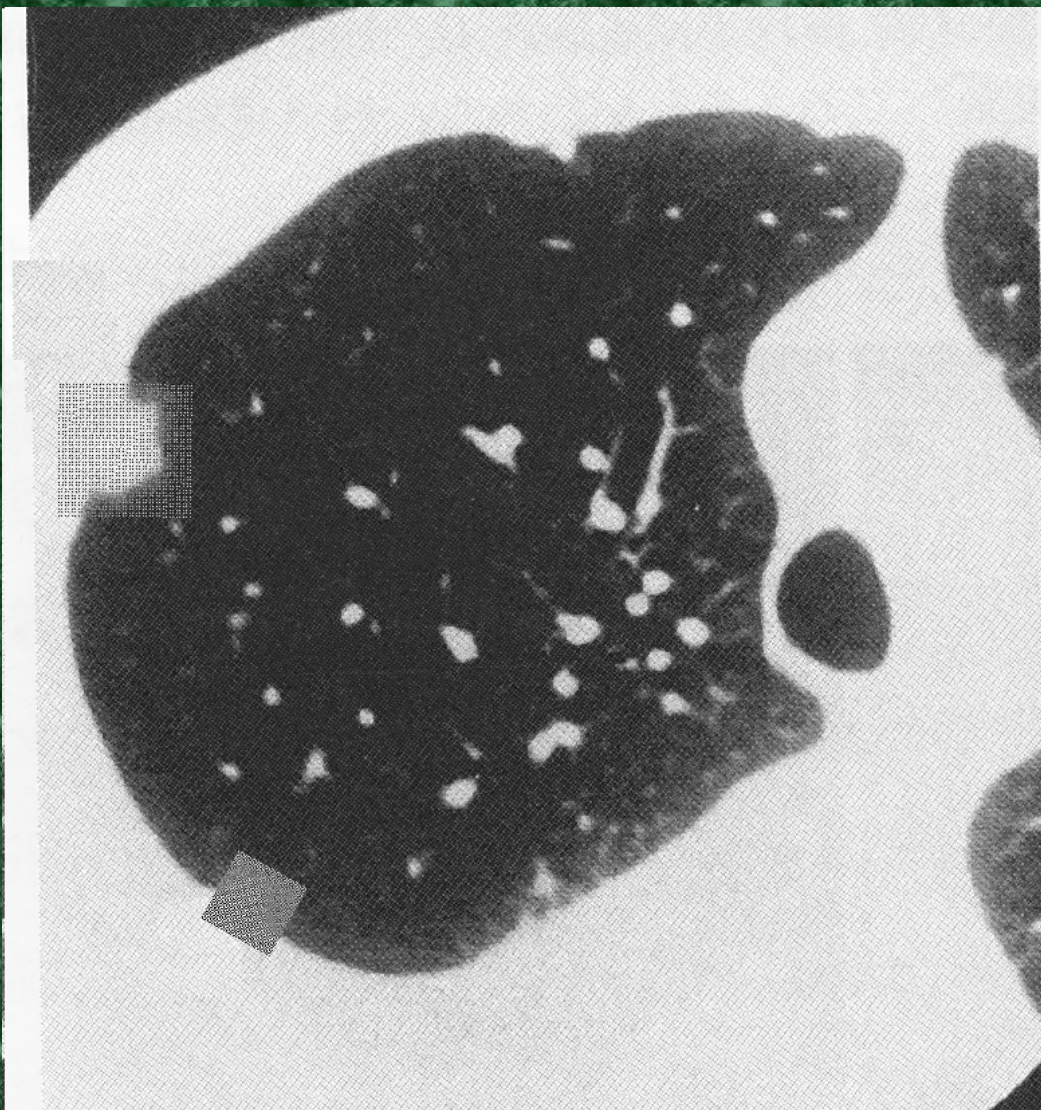
認識された大動脈血管

血管領域の認識



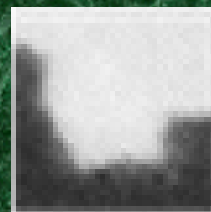
認識率 100%

認識された大動脈血管



回転に強い

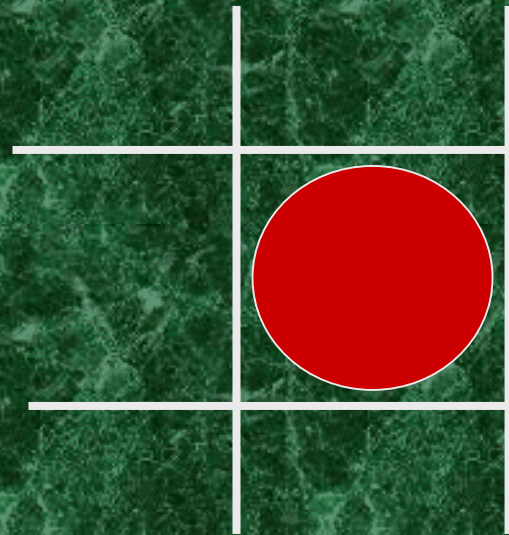
テンプレート画像



血管領域以外の領域の削除(1)

$$X_lower = xc - 25 * k$$

$$X_upper = xc + 25 * k$$



$$Y_lower = yc - 25 * k$$

$$Y_upper = yc + 25 * k$$

血管領域以外の領域の削除(2)

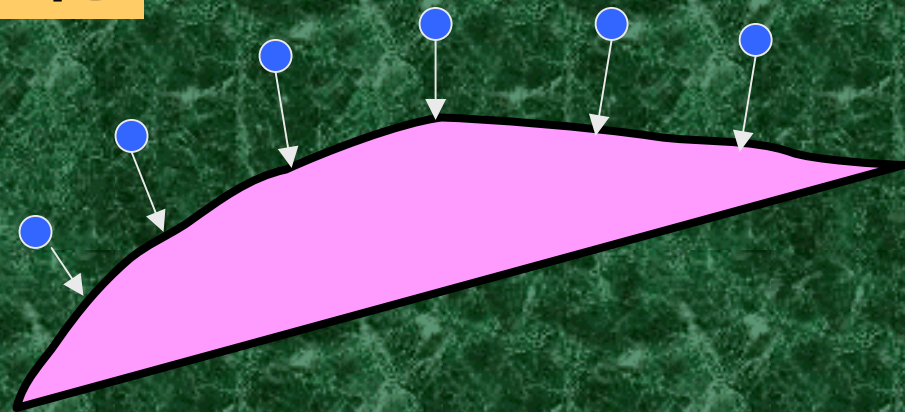


改良Snakeによる 輪郭データ抽出

Kassらによって提案された動的輪郭抽出法

画像エネルギーと
内部エネルギーの最小化

制御点



Snakeの理論(1)

$$E_{Snake} = \int_0^1 E_{int}(v(s)) + E_{image}(v(s)) ds$$

エネルギー
最小化

内部エネルギー(スプラインエネルギー)

$$E_{int} = \frac{1}{2} (\alpha |v_s(s)|^2 + \beta |v_{ss}(s)|^2)$$

画像エネルギー

$$E_{image} = w_{\text{line}} E_{\text{line}} + w_{\text{edge}} E_{\text{edge}} + w_{\text{term}} E_{\text{term}}$$

Snakeの理論(2)

$$\frac{\partial \mathbf{E}_{\text{Snake}}}{\partial \mathbf{x}} = \mathbf{0}$$

$$\frac{\partial \mathbf{E}_{\text{Snake}}}{\partial \mathbf{y}} = \mathbf{0}$$

変分法

$$\mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{f}_x(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \mathbf{0}$$

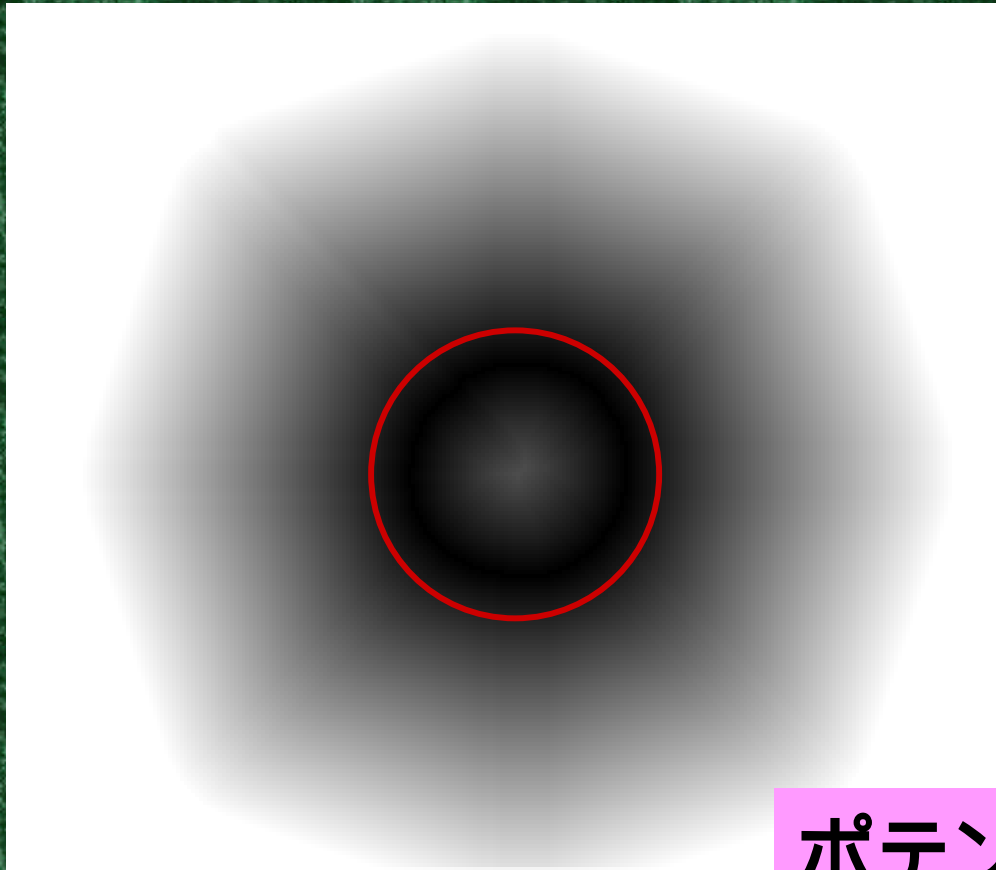
$$\mathbf{A}\mathbf{y} + \mathbf{f}_y(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \mathbf{0}$$

オイラー反復法で解く

$$(\mathbf{A} + \gamma \mathbf{I})\mathbf{x}_t = \mathbf{x}_{t-1} - \mathbf{f}_x(\mathbf{x}_{t-1}, \mathbf{y}_{t-1})$$

$$(\mathbf{A} + \gamma \mathbf{I})\mathbf{y}_t = \mathbf{y}_{t-1} - \mathbf{f}_y(\mathbf{x}_{t-1}, \mathbf{y}_{t-1})$$

画像エネルギー (E_{edge} エネルギー) の生成



一次微分(Roberts)によりエッジを求める

擬似ユークリッド
距離変換

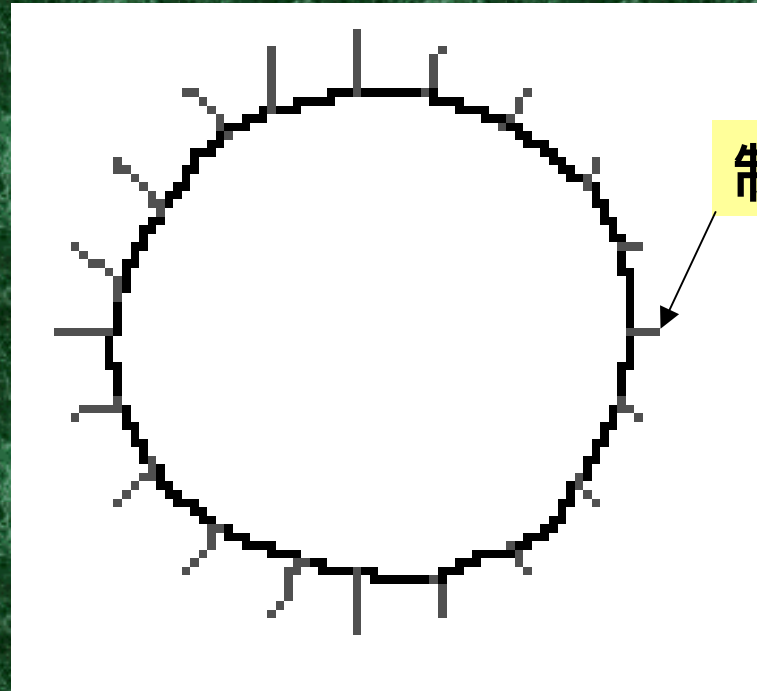
ポテンシャル場の分布

改良Snakeにおけるパラメータの値

w_{edge}

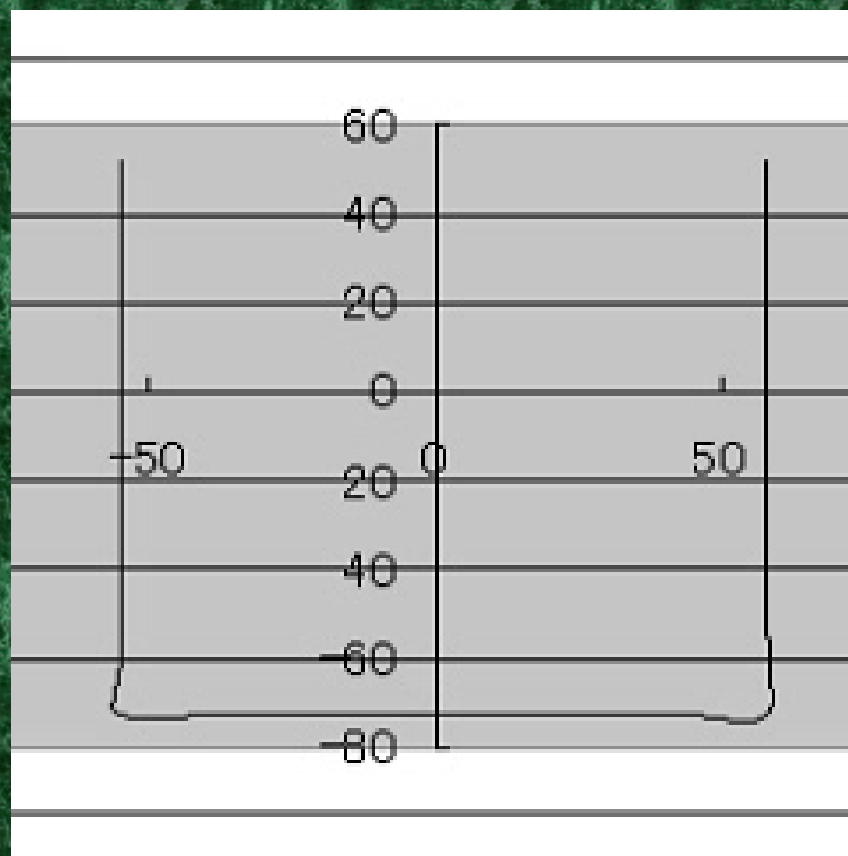
	0.0008
	0.0008
	1.001
w_{line}	0.0
w_{edge}	0.3
w_{term}	0.0

Snakeによる輪郭データ抽出結果(1)



制御点の初期位置

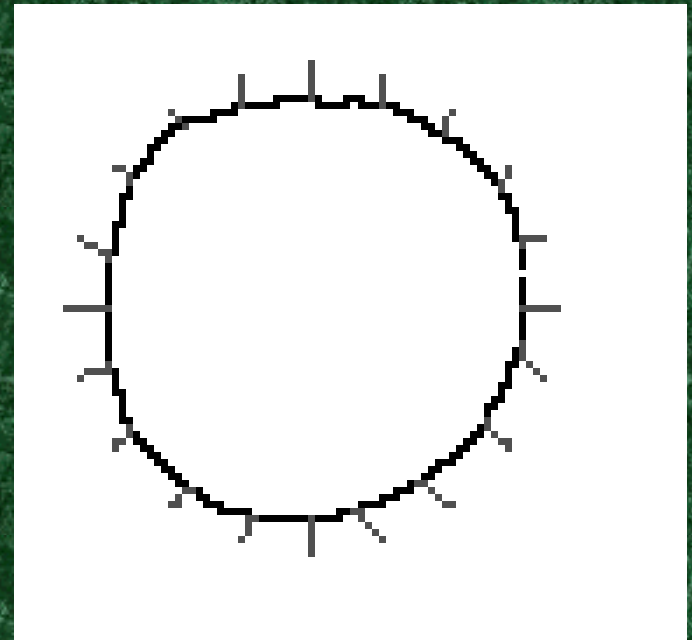
改良Snakeによる輪郭抽出のアニメーション



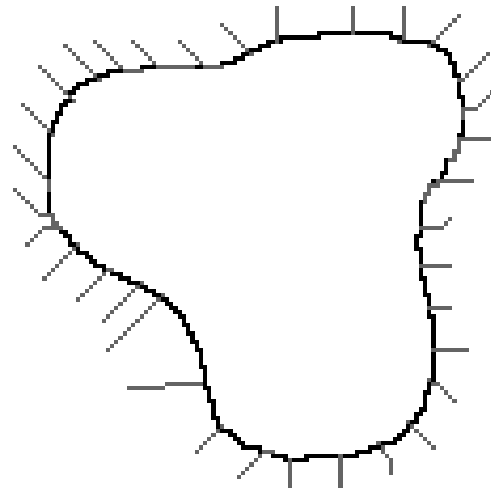
Snakeによって得られた輪郭の座標値データ

制御点番号	x 座標値	y 座標値
1	275.000000	291.000000
2	274.000000	297.000000
3	270.000000	305.000000
4	262.000000	314.000000
5	253.000000	318.000000
6	247.000000	318.000000
7	238.000000	317.000000
8	230.000000	314.000000
9	222.000000	306.000000
10	219.000000	300.000000
11	218.000000	291.000000
12	219.000000	285.000000
13	224.000000	277.000000
14	233.000000	268.000000
15	241.000000	264.000000
16	247.000000	263.000000
17	257.000000	265.000000
18	264.000000	269.000000
19	271.000000	277.000000
20	274.000000	283.000000

Snakeによる輪郭データ抽出結果(2)



凹形状にも対応可能



結 言

- GAによるパターン認識と改良Snakeを用いた血管領域の輪郭データ自動抽出法を提案した。
- 本研究で開発した輪郭データ自動抽出により作業効率が大幅に向上した。