

# 同期した二方向の映像から細菌の位置及び姿勢を 自動推定するプログラムの開発

鳥取大学 工学部 応用数理工学科 生体システム解析学研究室

## 目的

ピントの外れた物体が動く映像から物体の位置座標、傾き角度を連続したフレームで求めるソフトウェアが存在していない

プログラム開発をし、ビブリオ菌のような細長い物体の位置や姿勢を特定し三次元解析に利用

## 解析方法

顕微鏡観察により取得した映像

二値化処理

ラプラシアン演算処理

最小二乗法による楕円近似及び主軸変換

背景と菌体を分離

菌体部周辺の画素を検出

楕円の長径方向に対して前方・中心・後方の座標及び傾き角度を求める

二次元ラプラシアンを差分化

$$\frac{\partial^2 X}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 X}{\partial y^2} = X(m, n+1) + X(m, n-1) + X(m+1, n) + X(m-1, n) - 4X(m, n)$$

式の右辺を行列に当てはめる

$(m-1, n-1)$	$(m-1, n)$	$(m-1, n+1)$
0	1	0
$(m, n-1)$	$(m, n)$	$(m, n+1)$
1	-4	1
$(m+1, n-1)$	$(m+1, n)$	$(m+1, n+1)$
0	1	0

比率.....  $P = \frac{S_0}{S}$   
 細菌の面積.....  $S_0$   
 画像全体の面積...  $S$

総画素数に対して比率Pに相当する画素数を初めて超えたときの輝度を閾値に設定

このように定められた閾値を境に細菌が運動する映像で輝度を0(黒)と255(白)のみで表わす

画像全域にこの行列を内積して新たに中心の画素を順番に決定する

この一連の操作を二方向から撮影した映像で解析する

## 三次元構築方法

二方向同時観察顕微鏡

camera2

camera1

Objective lens

三次元的に認識するために座標軸を入れ替えて映像表示

映像の1フレーム目の菌体の重心を原点とするスケールを揃え  $y_1=y_2$  とし三次元座標を求める

二方向から撮影された映像で重心位置の変化をみる

$\varphi$ : x-y平面に菌体を投影したときの角度  
 $\theta$ : x-y平面からの角度

前方・後方位置を楕円の主軸変換から求め、菌体の傾き角度  $\theta, \varphi$  を求める

## 解析結果

重心の軌跡の変化(camera1)

重心の軌跡の変化(camera2)

位置座標自動取得による  $y_1$  と  $y_2$  の誤差  $0.1\mu\text{m}$  程度  
 位置座標手動取得と自動取得の誤差  $0.3\mu\text{m}$  程度

x-y平面に菌体を投影したときの角度  $\varphi$  の変化

x-y平面からの角度  $\theta$  の変化

座標自動取得と座標手動取得での菌体の傾き角度の誤差はそれぞれ  $0.3\text{rad}(17^\circ)$  程度

[1] 2009年度 鳥取大学 修士論文 菊田誠之

## まとめ

- 菌体を楕円に見立て細菌の輪郭を楕円近似し、自動で前方・中心・後方位置を求めた。
- 細菌の重心位置に関して、座標の軌跡は自動推定できた。
- 楕円近似により求めた座標値より楕円の傾き角を求めたが値にばらつきがみられた。その原因として、楕円近似曲線がずれるためである。

