

图像中环结构特征及其应用

学生 孙 雪

导师 郑海永

专业 信号与信息处理

中国海洋大学 信息科学与工程学院

2015 年 5 月



内容提要

- ① 课题背景
- ② 环结构特征
- ③ 环结构特征在视网膜图像配准中的应用
- ④ 环结构特征在扇贝图像识别中的应用
- ⑤ 总结与展望

下一节内容

1 课题背景

2 环结构特征

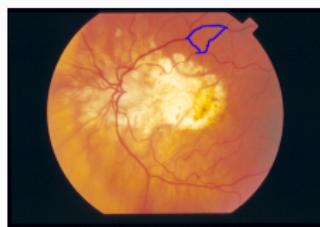
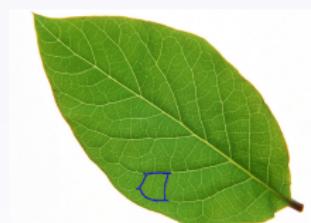
3 环结构特征在视网膜图像配准中的应用

4 环结构特征在扇贝图像识别中的应用

5 总结与展望

课题背景

- **局部特征**可减小算法的复杂度，提高有效性。
- **环结构特征**由图像中存在的交叉、分叉点及它们的连线组成。
- 应用于图像识别、图像配准等各个领域。



图像中的环结构

下一节内容

1 课题背景

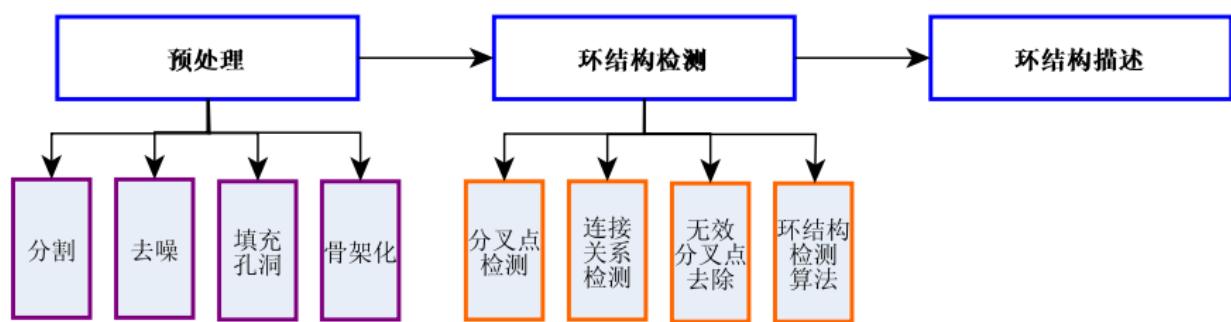
2 环结构特征

3 环结构特征在视网膜图像配准中的应用

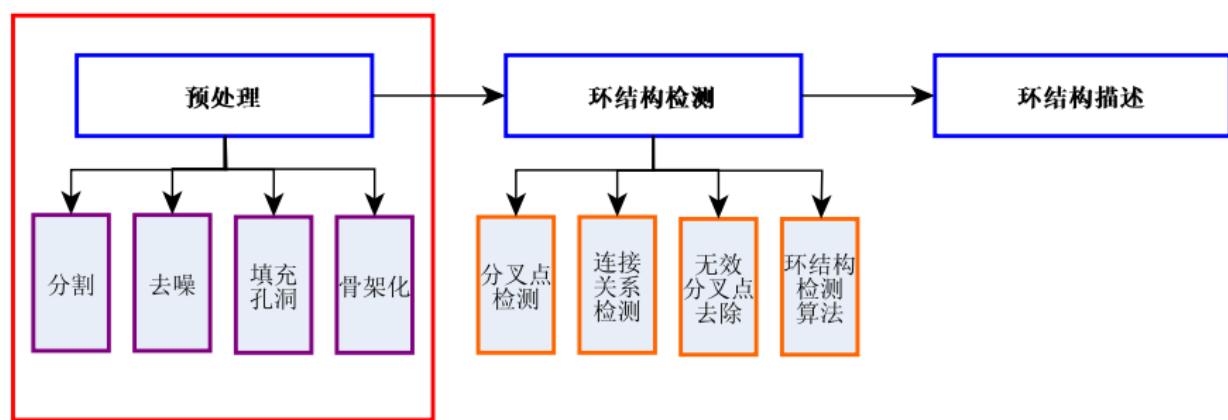
4 环结构特征在扇贝图像识别中的应用

5 总结与展望

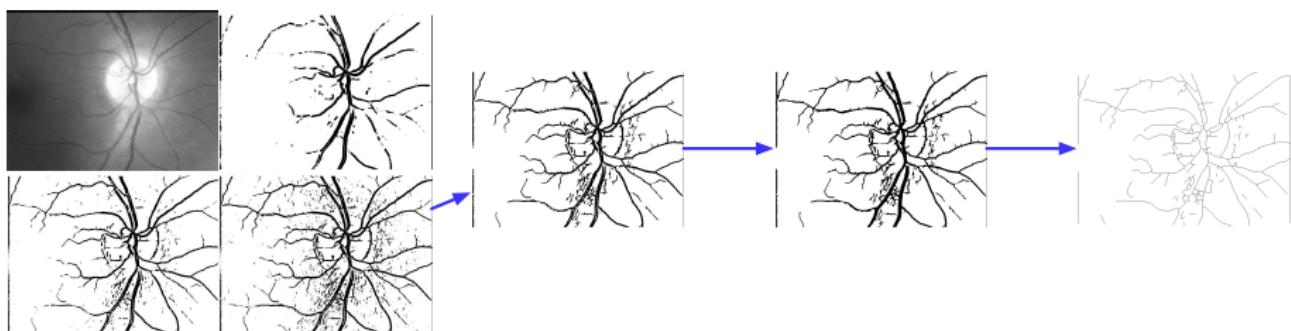
整体框架



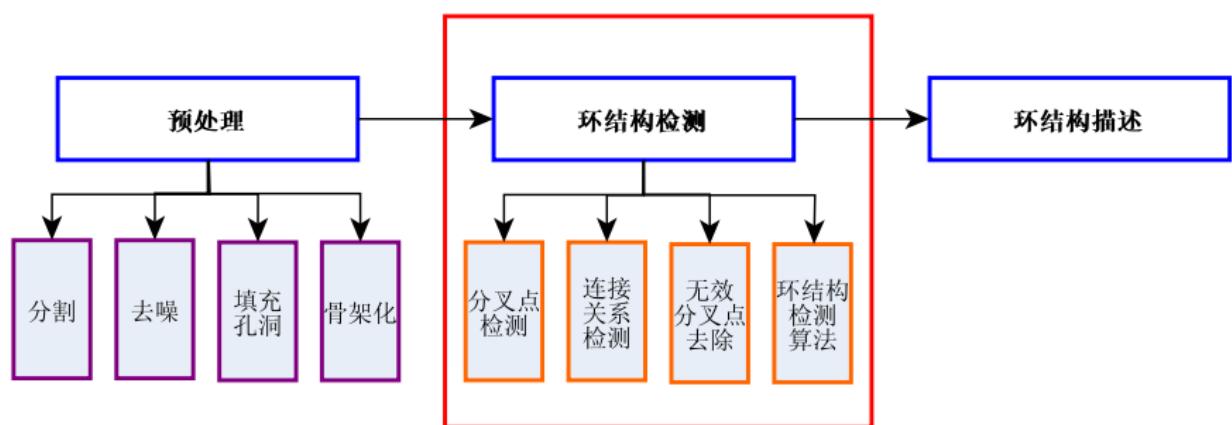
整体框架



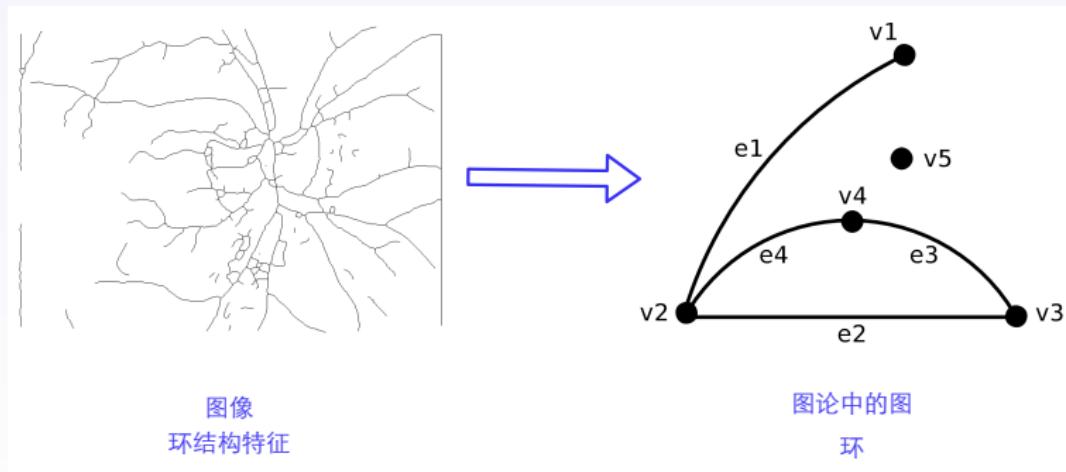
预处理



整体框架



图像⇒图



1. 图像中的分叉点检测

- ① 检测图像中的线（假设背景为黑，线为白，即背景像素值为 0，线为 1）
- ② 以每个线上的点为对象，检测其八邻域像素值
- ③ 若八邻域少于 3 个像素值为 1，则不认为是分叉点。
- ④ 若八邻域有 3 个像素值为 1，则认为是三分叉点。
- ⑤ 若八邻域多于 3 个像素为 1，则把中心像素作为分叉点。

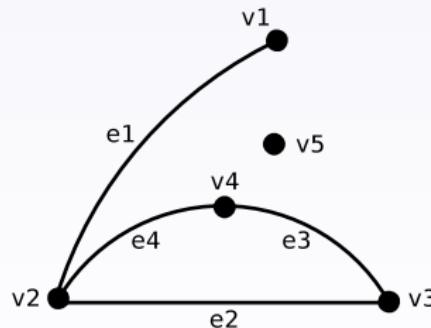
1	0	0	1	0
0	1	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0

0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
1	1	1	0	0
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0

三分叉点与四分叉点

2. 连接关系检测

- ① 每个分叉点被看做一个种子。
- ② 沿种子点八邻域像素值为 1 的方向不断向外扩展，直到找到与种子点相邻的分叉点。
- ③ 遍历所有分叉点后，所有的分叉点及其连接关系被检测到。



图

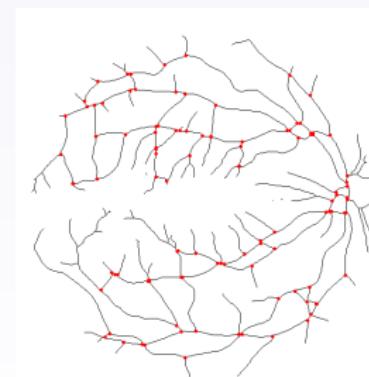
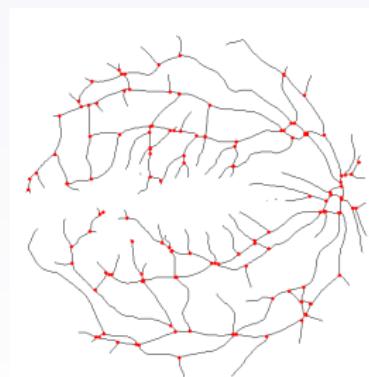
分叉点	相邻分叉点		
v_1	v_2	0	0
v_2	v_1	v_3	v_4
v_3	v_2	v_4	0
v_4	v_2	v_3	0
v_5	0	0	0

点一边关系

3. 滤除无效分叉点

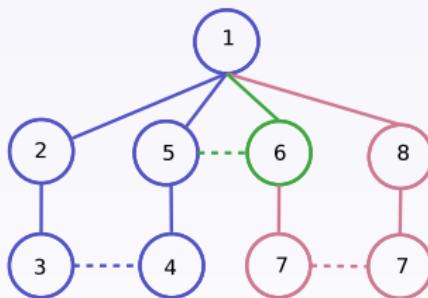
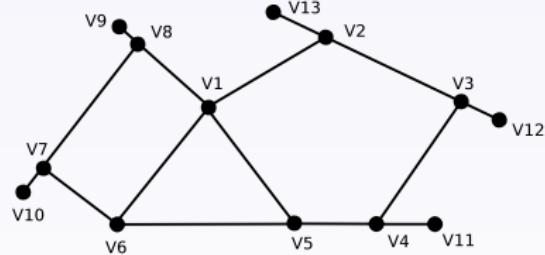
条件

- 每个分叉点的度大于 3
- 在点—边关系中出现 3 次以上



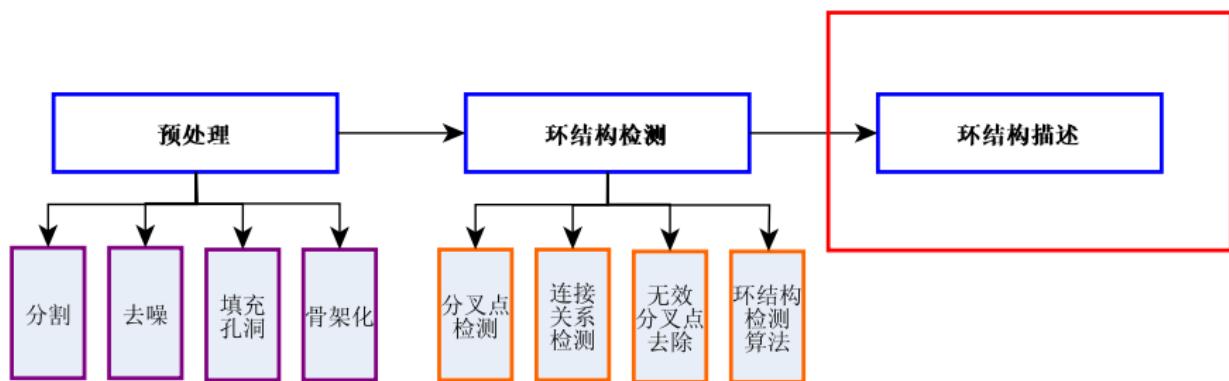
所有分叉点与滤除无效分叉点后的对比图

4. 基于广度优先策略的环结构检测

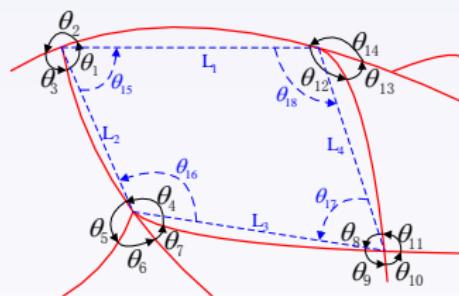


图与搜索树

整体框架



环结构描述



环结构描述

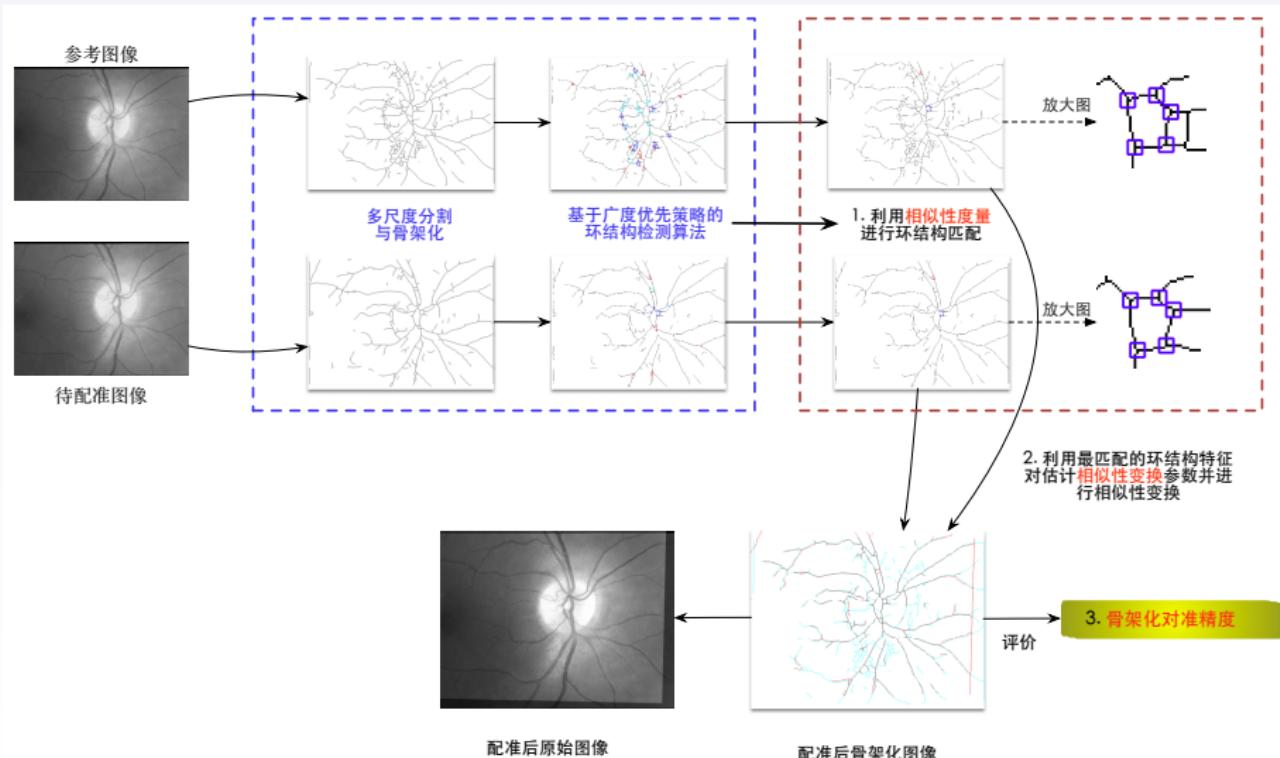
$$\tilde{v} = \{\text{长度, 角度}\} = \{L_1, L_2, L_3, L_4, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \mathbf{0}, \theta_4, \theta_5, \theta_6, \theta_7, \theta_8, \theta_9, \theta_{10}, \theta_{11}, \theta_{12}, \theta_{13}, \theta_{14}, \mathbf{0}, \theta_{15}, \theta_{16}, \theta_{17}, \theta_{18}\} \quad (1)$$

环结构特征具有平移、旋转、缩放不变性

下一节内容

- 1 课题背景
- 2 环结构特征
- 3 环结构特征在视网膜图像配准中的应用
- 4 环结构特征在扇贝图像识别中的应用
- 5 总结与展望

基本框架



1. 相似性度量

- 欧式距离:

$$d_{12} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (2)$$

$$D_{pq} = \sqrt{(|V_p - W_q|)^2}, p = 1, 2, \dots, m; q = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

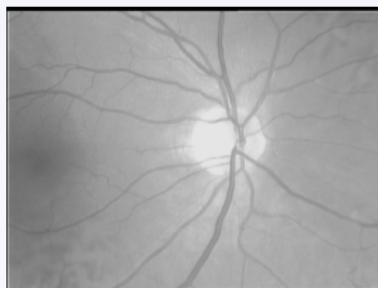
- 曼哈顿距离:

$$d_{12} = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| \quad (4)$$

$$D_{pq} = mean(|V_p - W_q|), p = 1, 2, \dots, m; q = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

曼哈顿距离比欧式距离更适合做环结构特征的相似性度量

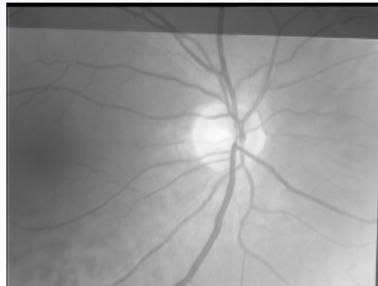
2. 相似性变换



参考图像



待配准图像



原始配准结果



骨架化配准结果

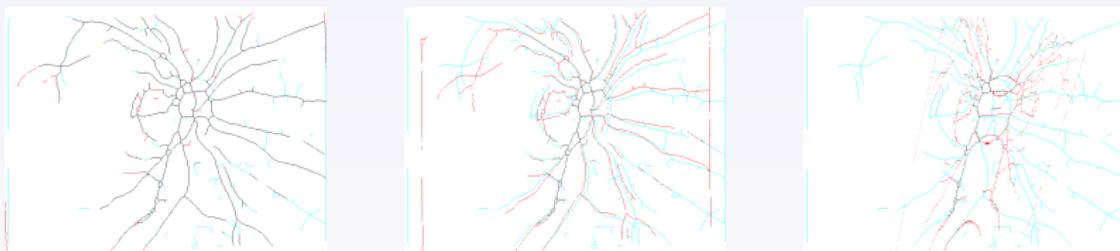
3. 骨架化对准精度

- ① 计算配准结果中与参考图像中的血管点在一定区域内最近的血管点。
- ② 若这个区域中没有与这个血管点相邻最近的点，则标记这个血管点无效。
- ③ 骨架化对准精度被定义为 $SAEM = (\sum d) / Num_v$ 。

4. 对比实验

- VARIA 数据库。经过挑选与组合，共得到 153 对图像以做配准。
- 不同变换模型之间的对比实验
- 不同特征之间的对比实验

不同变换模型之间的对比实验

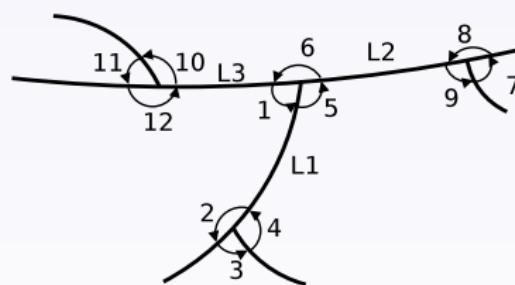


相似性变换、仿射变换、二次多项式变换

变换模型	SR	SAEM (像素)
相似性变换	96.73%	0.938
仿射变换	50.33%	1.010
二次多项式变换	16.99%	0.231

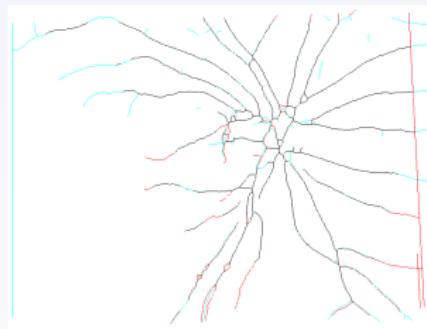
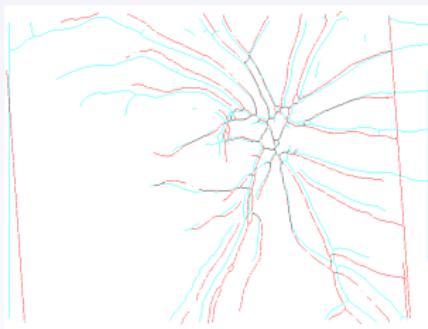
不同特征之间的对比实验

基于分叉结构的配准方法：



分叉结构特征

不同特征之间的对比实验



分叉结构特征与环结构特征

特征	SR	SAEM (pixel)
分叉结构	52.9%	1.009
环结构	96.73%	0.938

下一节内容

1 课题背景

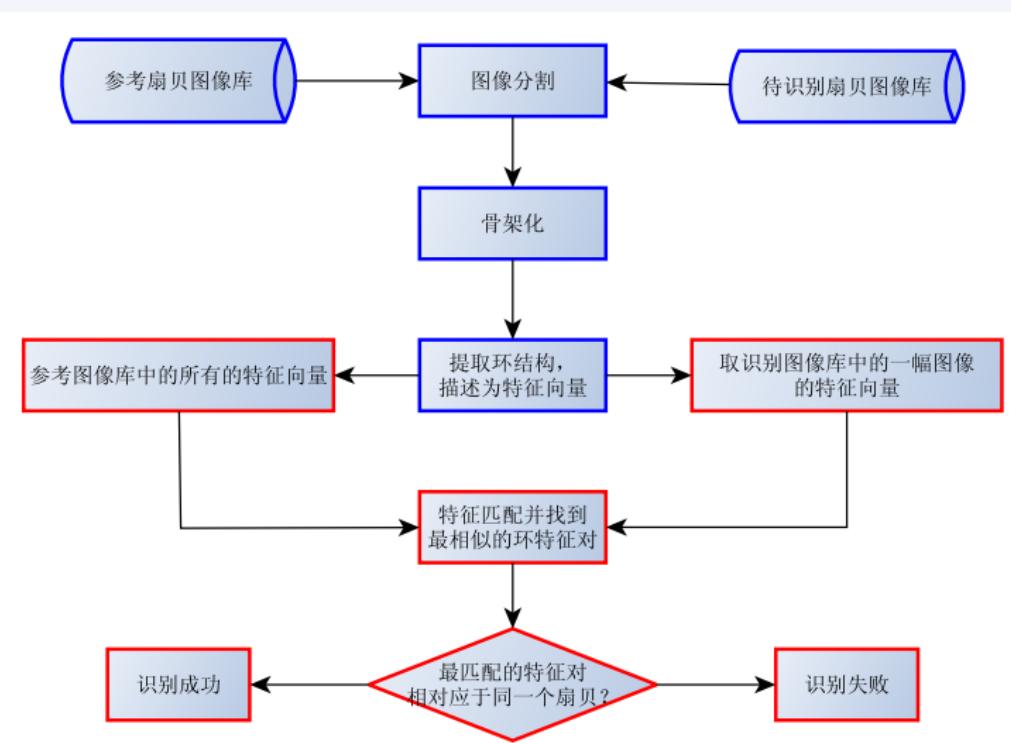
2 环结构特征

3 环结构特征在视网膜图像配准中的应用

4 环结构特征在扇贝图像识别中的应用

5 总结与展望

整体框图

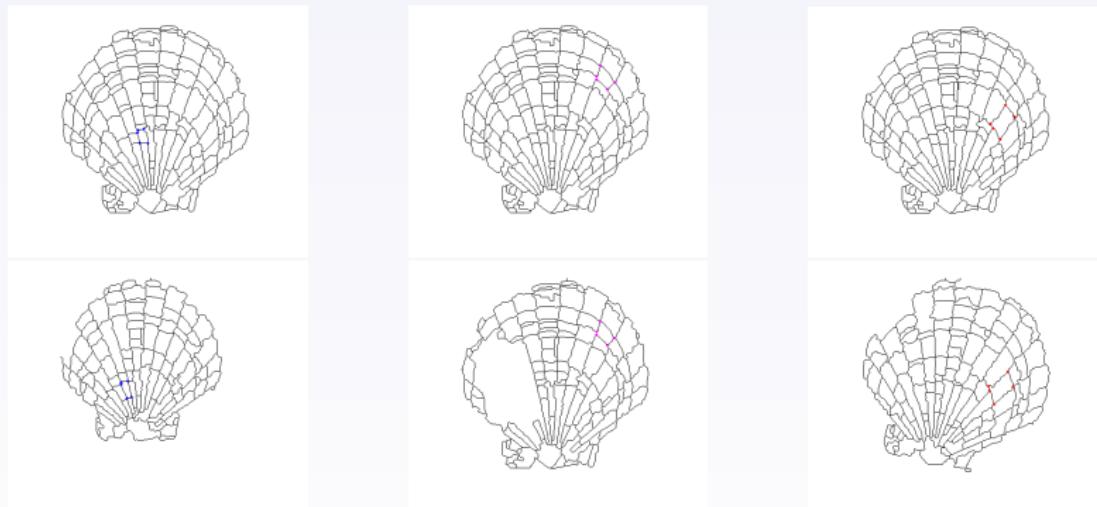


扇贝图像库的构建

- 标准图像库。共包含 10 幅不同扇贝个体的图像。
- 待识别图像库。待识别图像库中的扇贝图像是参考图像库中的图像经过**旋转、缩放、遮挡**处理得到的，故待识别图像库中共包含 30 幅图像。



识别结果



扇贝参考图像与待识别图像中匹配的环结构

30幅图像的最终识别结果为 83.3%

下一节内容

1 课题背景

2 环结构特征

3 环结构特征在视网膜图像配准中的应用

4 环结构特征在扇贝图像识别中的应用

5 总结与展望

总结

- 环结构特征提取与描述
- 基于环结构特征的视网膜图像配准
- 基于环结构特征的扇贝图像识别

展望

- 环结构检测算法的通用性
- 图像分割的最优尺度的选择
- 角毛藻图像的识别

请各位老师批评指正！