

# 计算机视觉基础

## 章毓晋

清华计算机图书译丛

Foundations of Computer Vision

## 计算机视觉基础

本书介绍计算机视觉的基础内容，比较侧重计算几何和目标检测方面。本书对图像网格的构建和叠加、德劳内三角剖分和沃罗诺伊镶嵌、多边形拼贴、图像拓扑等都有比较全面深入的介绍，并对图像结构给出了直观可视的描述。书中提供了大量相应的Matlab程序，可结合原理学习进行实验，以进一步加深理解并解决实际问题。

本书可作为信号与信息处理、通信与信息系统、电子与通信工程、模式识别与智能系统、计算机科学等学科大学高年级本科生或研究生专业课教材和教学参考书，还可供涉及图像和机器视觉技术的应用行业（如生物医学、电视广播、工业自动化、文档识别、机器人、电子医疗设备、遥感测绘、增强现实、智能交通和军事侦察等）的科技工作者和从业者参考和自学。

课件下载·样书申请



书圈

清华社官方微信信号



扫我有惊喜



定价：98.00元

清华计算机图书译丛

计算机视觉基础

清华大学出版社



Springer

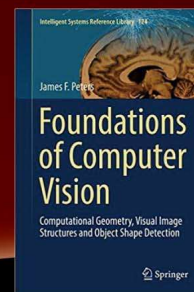
清华计算机图书译丛

Foundations of Computer Vision

## 计算机视觉基础

[加] 詹姆斯·彼得斯 (James F. Peters) 著

章毓晋 译



清华大学出版社



## 第6章 德劳内网格分割

德劳内网格分割数字图像时将图像分成几乎不相交的（片段）区域

图像区域的内部不重叠

相邻的区域具有共同的边界

使用德劳内所引入的平面三角剖分方法将图像分割成网格中的三角形区域。德劳内网格是所谓的三角剖分的结果



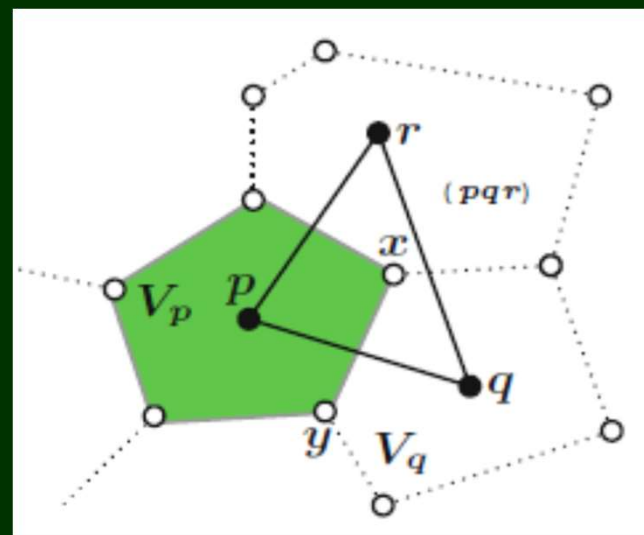
## 6.1 德劳内三角化生成三角网格

德劳内三角剖分代表了连续空间的一组碎片

三角剖分是三角形的集合，包括集合中三角形的边和顶点

一组网点（生成器）的2-D

德劳内三角剖分  $S \subset \mathbb{R}^2$  是  $S$  中点的三角剖分。设  $p, q \in S$ 。连接  $p$  和  $q$  的直边是德劳内边





## 6.1 德劳内三角化生成三角网格

具有顶点  $p, q, r \in S$  的三角形是德劳内三角形 ( $\Delta(pqr)$ )，条件是三角形中的边缘是德劳内边缘。  
平面上的德劳内网格是覆盖表面的德劳内三角形集合

- (1) 找到图像中的角点集  $S$ 。将极端的NS和EW图像角点包括在  $S$  中
- (2) 将每对最近的角点  $x, y \in S$  与直边  $\overline{xy}$  连接起来
- (3) 重复步骤(2)，直到所有角点对都连接起来



## 6.1 德劳内三角化生成三角网格

**定理6.1** 平面德劳内三角形不是凸多边形

**定理6.2** 平面德劳内楔是凸多边形

平面德劳内楔是一个德劳内三角形，其内部包含无限个不可数的点。

德劳内三角形的内部是边缘之间的三角形的一部分。假设连接图像中生成点的每个德劳内三角形定义德劳内边缘



## 6.2 三角形外接圆

对于德劳内三角形 $D(pqr)$ ，外接圆过三角形的顶点 $p, q, r$ 。外接圆的中心 $u$ 是三个沃罗诺伊区域交叉处的沃罗诺伊顶点

**引理6.1** 设外接圆 $O(pqr)$ 过德劳内三角形 $D(pqr)$ 的顶点，则下面的语句是等价的：

- (1)  $O(pqr)$ 的中心 $u$ 是沃罗诺伊区域 $V_p$ 、 $V_q$ 、 $V_r$ 的共同顶点
- (2)  $u = \text{cl}V_p \cap \text{cl}V_q \cap \text{cl}V_r$
- (3)  $V_p \delta \text{cl}V_q \delta \text{cl}V_r$



## 6.3 在图像上构建基于角点的德劳内网格

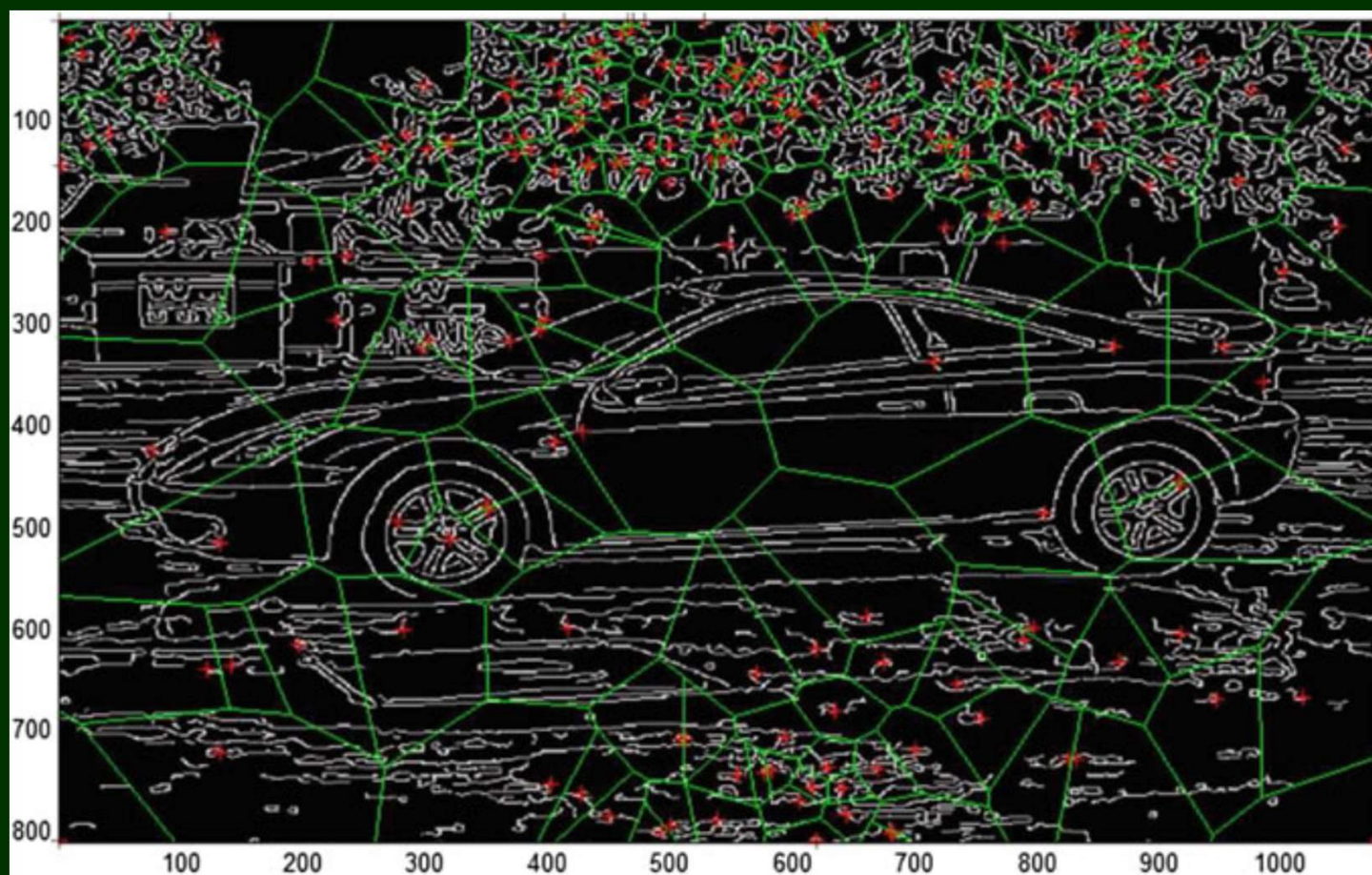
- (1) 在给定的图像 $I_m$ 中检测边缘
- (2) 找到图像 $I_m$ 中边缘上的一组角点 $S$ ，将极端的图像角点 $NS$ 和 $EW$ 包括在 $S$ 内
- (3) 将每对最接近的角点 $x, y \in S$ 用直边 $\overline{xy}$ 连接起来。通过连接彼此最近的角点 $x$ 、 $y$ 、 $r$ 之间的直边，就得到德劳内三角形
- (4) 重复步骤(3)直到所有角点对都连接上





## 6.3 在图像上构建基于角点的德劳内网格

### 基于角点的德劳内网格







## 6.4 基于质心的德劳内图像网格

几何质心是图像区域的质量中心。图像区域是图像中的有界点集

**2-D**区域质心的离散形式坐标 $x_c$ ,  $y_c$ 是

$$x_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad y_c = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i$$

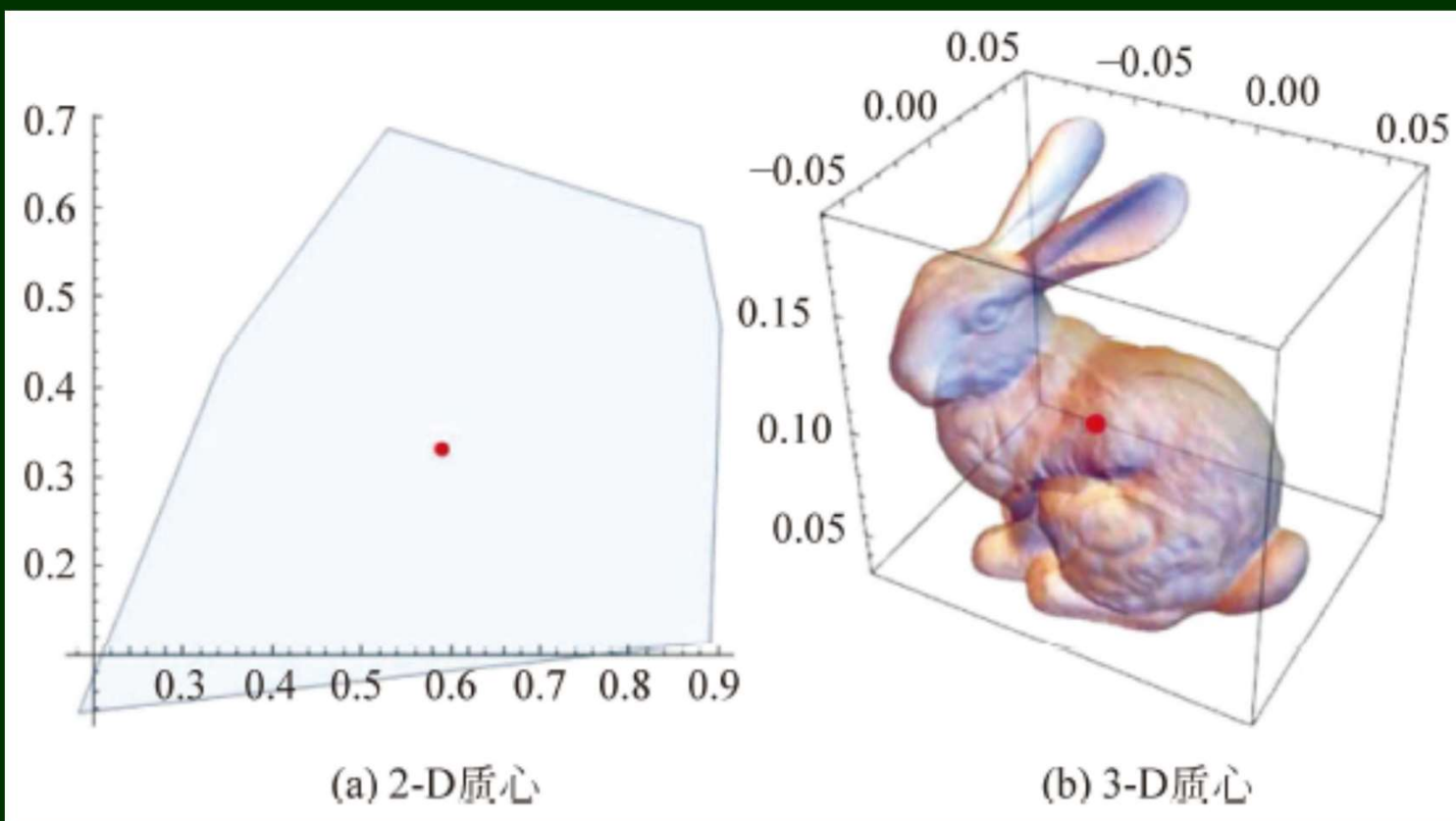
**3-D**区域质心的离散形式坐标 $x_c$ ,  $y_c$ ,  $z_c$ 是

$$x_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad y_c = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i \quad z_c = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^h z_i$$



## 6.4 基于质心的德劳内图像网格

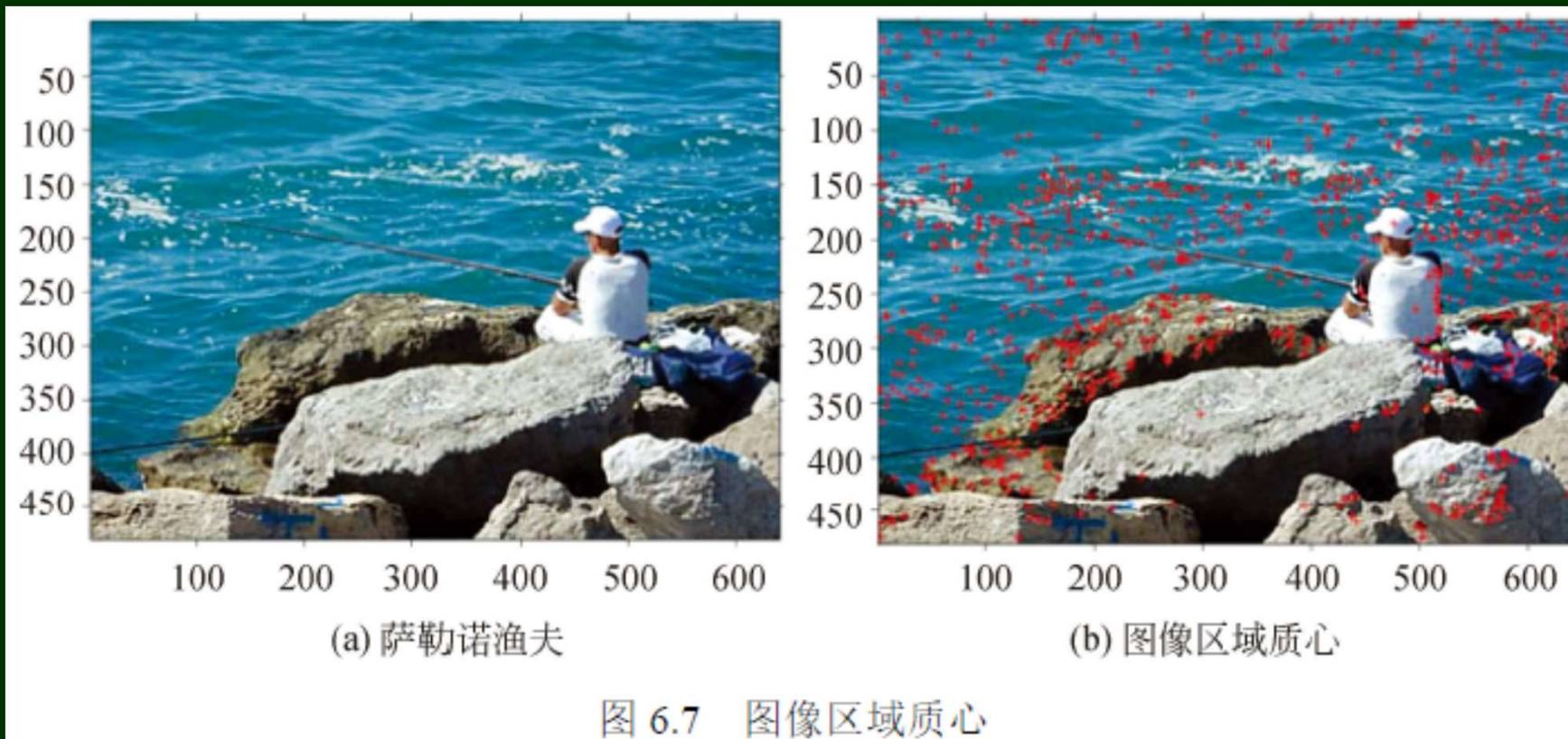
红点 • 表示区域质心的位置





## 6.4 基于质心的德劳内图像网格

### 图像中的区域质心





## 6.4 基于质心的德劳内图像网格

图像的基于区域质心的德劳内三角化

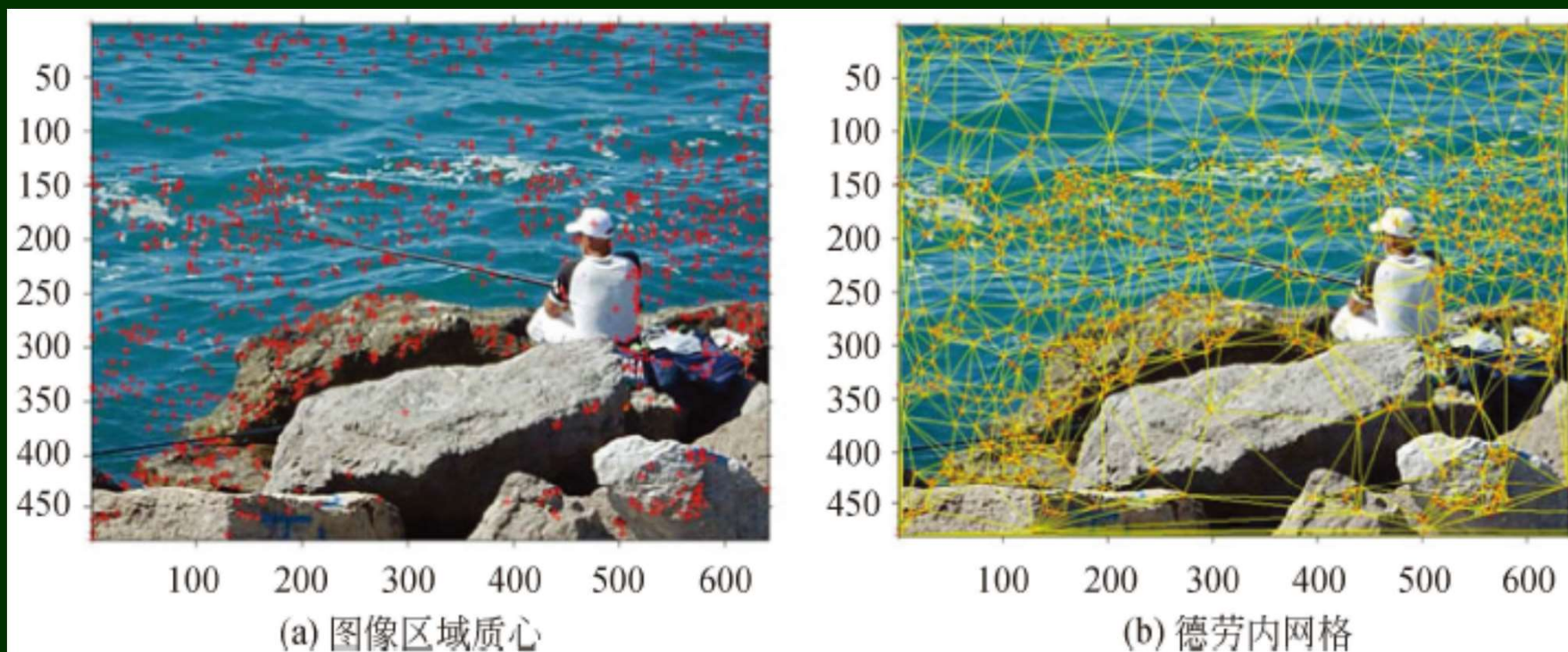


图 6.8 基于图像区域质心的德劳内网格





## 6.4 基于质心的德劳内图像网格

### 最大核三角聚类

小三角形的聚类定义了图像目标的形状

每个德劳内三角形都是德劳内三角形聚类的核

每个图像目标形状与具有最大数量相邻三角形的核相关联，形成最大核三角形聚类（MNTC）

目标形状由MNTC聚类定义。三角形 $\Delta A$ 与核三角形 $N$ 相邻，条件是 $\Delta A$ 具有与 $N$ 共同的边缘或顶点



## 6.4 基于质心的德劳内图像网格

### 图像的基于区域质心的沃罗诺伊网格

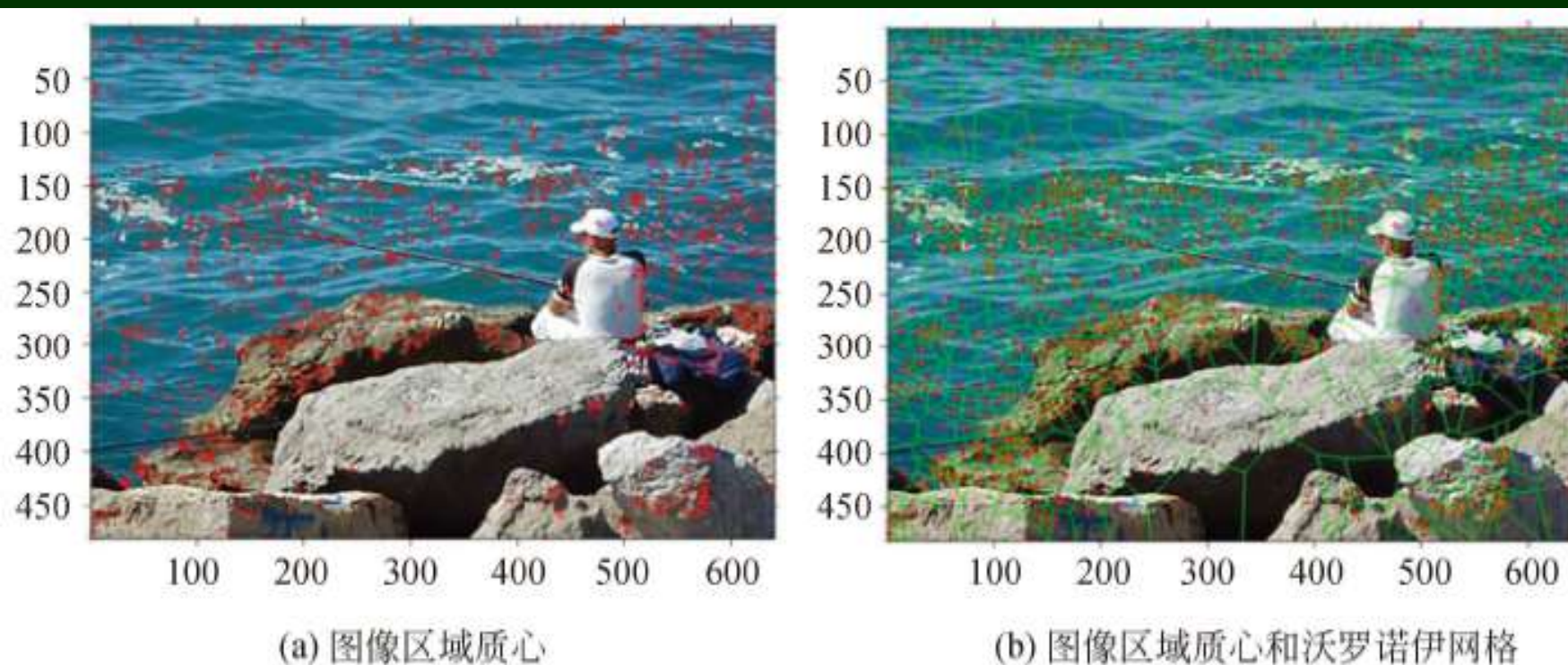


图 6.9 基于图像区域质心的沃罗诺伊网格



## 6.4 基于质心的德劳内图像网格

### 最大核（多边形）聚类

具有内切德劳内三角形的沃罗诺伊多边形聚类定义了图像目标的形状

每个沃罗诺伊多边形是沃罗诺伊多边形聚类的核

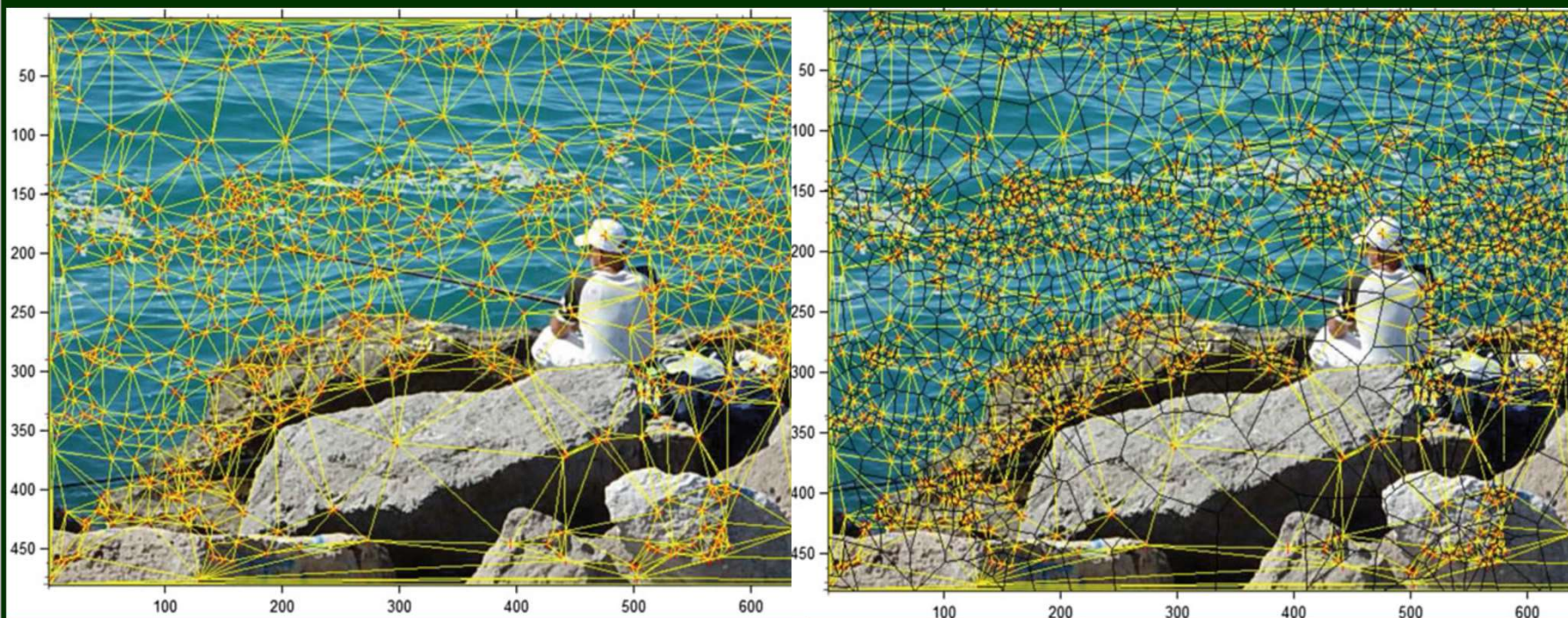
每个图像目标形状与具有最大数量相邻多边形的核相关联，形成最大核聚类（**MNC**）。目标形状由MNC聚类定义





## 6.4 基于质心的德劳内图像网格

图像上的基于区域质心的沃罗诺伊与德劳内网格  
叠加 德劳内三角形聚类 图像区域质心沃罗诺伊网格





## 6.4 基于质心的德劳内图像网格

### 最大核（多边形-三角形）聚类

具有内切德劳内三角形角点的沃罗诺伊多边形聚类定义了图像目标的形状

每个沃罗诺伊多边形都是沃罗诺伊多边形聚类的核。每个图像目标形状与具有最大数量相邻多边形的核相关联，这些多边形与内切德劳内三角形的角点形成最大核[多边形-三角形]聚类（MNptC）。目标形状由MNptC聚类定义



## 译者（章毓晋）联系信息

- ✎ 通信地址：北京清华大学电子工程系
- ✎ 邮政编码：100084
- ✎ 办公地址：清华大学罗姆楼，6层305室
- ✎ 办公电话：(010) 62798540
- ✎ 传真号码：(010) 62770317
- ✎ 电子邮件：[zhang-yj@tsinghua.edu.cn](mailto:zhang-yj@tsinghua.edu.cn)
- ✎ 个人主页：[oa.ee.tsinghua.edu.cn/~zhangyujin/](http://oa.ee.tsinghua.edu.cn/~zhangyujin/)  
(下载更新的讲稿和教材修改表)