

# 基于数学形态学的图像空穴检出

王志勇<sup>1</sup>,路向阳<sup>2</sup>

(1. 云南省科学技术情报研究所,云南 昆明 650051; 2. 东华理工学院,江西 抚州 344000)

**摘要:** 采用数学形态学算子,对受到不同噪音污染的二值图像成功地进行了空穴检出,与阈值面积区域消去法相比,该方法具有准确、灵活、实用的优点.

**关键词:** 阈值面积区域消去法; 数学形态学; 空穴检出

**中图分类号:** TP391.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2005)01-0104-04

## Image Hole Detection Based on Mathematical Morphology

WANG Zhi-yong<sup>1</sup>, LU Xiang-yang<sup>2</sup>

(1. Institute of Science and Technology Information of Yunnan Province, Kunming 650051, China;

2. East China Institute of Technology, Fuzhou, Jiangxi 344000, China)

**Abstract:** With mathematical morphology operators, holes of binary images are successfully detected, which may be polluted by different noises. Compared with the way of threshold value area expunction, mathematical morphology operators have merits of accuracy, agility and applicability.

**Key words:** the way of threshold value area expunction; mathematical morphology; hole detection

## 0 引言

视觉系统对景物认识的初级阶段是其形状,物体的形状是一个赖以分辨和识别的重要特征.任何一个物体的形状特征均可由其几何属性如长短、面积、距离、凸凹等,统计属性如投影和拓扑属性如连通、欧拉数进行描述.

在图像上,区域骨架提供了形状信息.对于区域内部或边界来说,由于我们只关心它们的形状特征,其灰度信息往往可以忽略,只要能将它与其他目标或背景区分开来即可,所以往往把区域内部或边界的像素赋予“1”值,而背景和其它不感兴趣的目标像素赋予“0”值,形成二值图像.

空穴是由白色背景区域包围起来的一个黑区域,是图像形状的一个重要特征.然而,在实际应用中,图像往往受到多种噪音污染而变得模糊,以至无法识别空穴.正是在这种情况下,根据数学形态学原理,用不同的形态学算子对受到不同噪音污染的图像成功地检出空穴,并与阈值面积区域消去法进行了比较.

## 1 数学形态学

数学形态学的基本思想是用具有一定形态的结构元素去量度和提取图像中的对应形状以达到对图像分析和识别的目的.数学形态学的数学基础和所用语言是集合论.数学形态学的应用可以简化图像数据,保持它们基本的形状特征,并除去不相干的结构.数学形态学的算法具有天然的并行实现的结构<sup>[2]</sup>.

数学形态学的基本运算有4个:膨胀、腐蚀、开启和闭合.在二值图像中分别定义如下:

膨胀: A 用 B 来膨胀写作  $A \oplus B$ , 其定义为:

$$A \oplus B = \{ x | [(B)_x \cap A] \subseteq A \}$$

收稿日期:2003-09-21.

第一作者简介:王志勇(1971~),男,工程师.主要研究方向:决策分析,数学形态学,数字图象处理;智能仪器与测控技术. E-mail: wzy529@sohu.com; luxy2003@21cn.com

其中,  $B$  为  $B$  的映像(也称映射),  $B = \{x | x = - , B | \}$

腐蚀:  $A$  用  $B$  来腐蚀写作  $A \odot B$ , 其定义为:

$$A \odot B = \{x | (B)_x \subseteq A | \}$$

开启:  $A$  用  $B$  来开启写作  $A \circ B$ , 其定义为:

$$A \circ B = (A \odot B) \oplus B$$

闭合:  $A$  用  $B$  来闭合写作  $A \cdot B$ , 其定义为:

$$A \cdot B = (A \oplus B) \odot B$$

膨胀具有扩大图像的作用,可对图像外部作滤波处理;腐蚀具有收缩图像的作用,可对图像内部作滤波处理;开启可以平滑边界,切断细长的搭接,消除突刺;闭合可以平滑边界,连接短的不间断,填充小孔.因此,对不同的噪音污染,采用上述四种算子或组合,选择适当的结构元素,便可以达到消除噪音污染,检出空穴,获得优质图像的目的.

## 2 阈值面积区域消去法<sup>[3]</sup>

阈值面积区域消去法是图像空穴检出的一种有效方法,其算法的基本思想如下:

- 1) 将所有的白色像素(背景)赋 0,所有黑色像素(空穴所在)赋 - 1,空穴数置 0;



- 2) 寻找一个空穴的开始像素(值为 - 1),并将其值改为当前空穴数,存储,空穴数增加;

3) 所有像素的正向搜索.找到值为 - 1 的像素(表示没有被搜索过),正向搜索其周围有没有值为当前空穴数的像素.如果有,将当前像素值赋以空穴数的值;



- 4) 所有像素的反向搜索.找到值为 - 1 的像素(表示没有被搜索过),反向搜索其周围有没有值为当前空穴数的像素.如果有,将当前像素值赋以空穴数的值;

- 5) 如果正向和反向都没有像素,表示当前空穴所有像素已被遍历,转步骤2);
- 6) 如果步骤2)中没有寻找到开始像素,表示所有的空穴已被遍历;
- 7) 然后检查每个空穴的面积,如果小于阈值,就将当前空穴所有的像素赋以背景值,进行消去。

### 3 实例分析和结论

图1为一幅受轻度噪音污染的二值图像,对其进行分析,发现其中的噪音污染大多为圆形和方形,故设计出的数学形态学算法为:(1)对原图进行3次腐蚀(结构元分别为 $3 \times 3$ 圆形, $3 \times 3$ 方形, $3 \times 3$ 方形);对腐蚀后的图像进行3次膨胀(结构元分别为 $3 \times 3$ 圆形, $3 \times 3$ 方形, $3 \times 3$ 方形)。得到如图3所示结果,图2为阈值面积区域消去法的结果,可见,两种方法所得结果完全一致。

图4为加了椒盐噪音污染的二值图像,图5为阈值面积区域消去法的结果,图6为采用上述数学形态学算法所得结果。对比发现,图5中空穴局部有毛刺,说明椒盐噪音污染未完全消除;而图6中空穴清楚,图像清晰,与图2,图3完全一致。

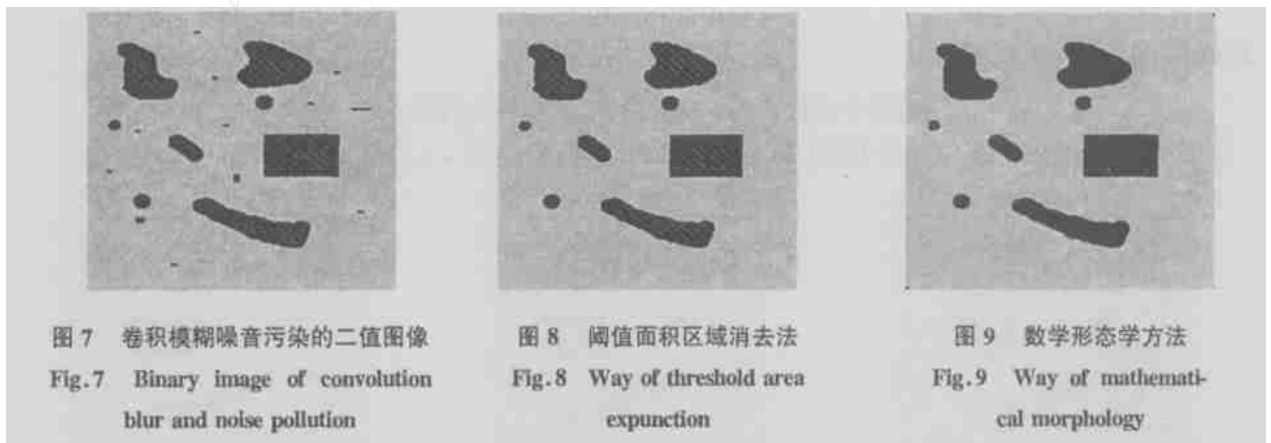


图7为加了卷积模糊和噪音污染的二值图像,由于空穴内部也有了噪音污染,所以先对图7进行1次水平方向(结构元为扁平结构元)的闭合和开启,然后采用上述数学形态学算法,得到如图9所示结果,图8为阈值面积区域消去法的结果。二者比较可看出,图8虽然检出空穴,但无法消除空穴内部的噪音污染;图9完全消除了噪音污染,与图2,图3,图6完全一致。



图10为逆滤波退化的二值图像,图11为阈值面积区域消去法的结果,从中看出,污染并未完全消除;图12为上述数学形态学算法所得结果,我们发现,与图2、图3、图6、图9完全一致。

为了验证文中提出的方法的有效性,对多幅二值图像进行了空穴检出,均取得了令人满意的效果。实践证明,该方法具有以下优点:(1)准确性 在对同一幅受到轻度噪音污染的图像处理来看,与阈值面积区域消去法取得了一致的结果。(2)灵活性大 对受不同噪音污染的图像,只要根据噪音污染的特点,选取适

当的结构元,便可轻易达到去噪目的而又不改变空穴形状。(3)实用性强 阈值面积区域消去法只能处理受到轻度噪音污染的图像,而当图像受到多种噪音(如椒盐噪音、卷积模糊、逆滤波退化等)污染时,阈值面积区域消去法往往达不到目的。相反,如果采用数学形态学的方法,则会取得理想的效果。

总之,数学形态学方法具有准确性高、灵活性大、实用性强等优点,对图像的空穴检出来说是一种很好的方法,与阈值面积区域消去法相比,该方法灵活、实用、简单。

#### 参考文献:

- [1] 张毓晋. 图象工程(下册)—图象理解与计算机视觉[M]. 北京:清华大学出版社,2000. 241~258.
- [2] 张毓晋. 图象工程(上册)—图象处理和分析[M]. 北京:清华大学出版社,1999. 254~277.
- [3] 杨枝灵,王开. Visual C++ 数字图象获取、处理及实践应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2003. 475~499.
- [4] 龚炜,石青云,程民德. 数字空间中的数学形态学—理论及应用[M]. 北京:科学出版社,1997. 10~80.
- [5] 崔屹. 图象处理与分析—数学形态学方法的应用[M]. 北京:科学出版社,2000. 12~65.

---

(上接第 103 页)

#### 参考文献:

- [1] Gibert F, Backus G. Propagator Matrices in Elastic Wave and Vibration Problems[J]. Geophysics, 1996, 31(2):326~332.
- [2] Lakin W D, NGB S. Approximations to the Eigenvalue Relation for the Orr - Sommerfeld Problem[J]. Reid W. H., Philos., Trans. Roy. Soc. London Ser. A. 1978, 289:347~371.
- [3] NGB S, Reid W H. An Initial Value Method for Eigenvalue Problems Using Compound Matrices[J]. Computational Physics, 1979, 30:125~136.
- [4] NGB S, Reid W H. A Numerical Method for Linear Two - Point Boundary - Value Problems Using Compound Matrices[J]. Computational Physics, 1979, 33:70~85.
- [5] Haughton D M, Orr A. On the Eversion of Compressible Elastic Cylinders[J]. Solids Structures, 1997, 34(15):1893~1914.
- [6] Bridges T. The Orr - Sommerfeld Equation on a Manifold[J]. Prac. R. Soc. Lond. A. 1999, 455:3019~3040.
- [7] Davey A. On the Removal of the Singularities from the Riccati Method[J]. Computational Physics, 1979, (30):137~144.
- [8] Ayres J R F. Theory and Problems of Matrices[M]. Mc. Graw - Hill Book Company, 1962. 32~33.