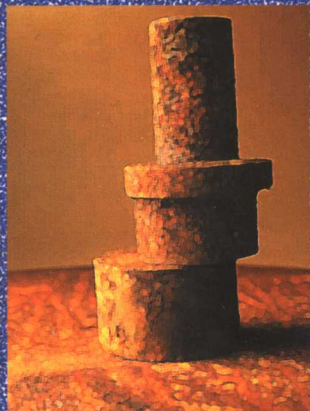


# 数字图像处理

## ● 应用篇

〔日〕 谷口庆治 编

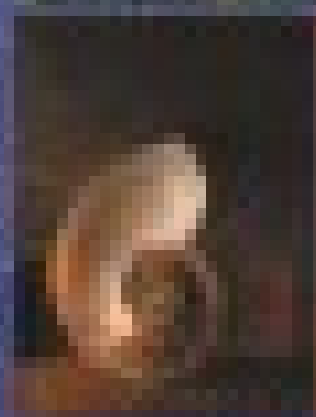


科学出版社 共立出版

# 数字图像处理

● 应用篇

编著：陈国治 王 伟



清华大学出版社 数字出版

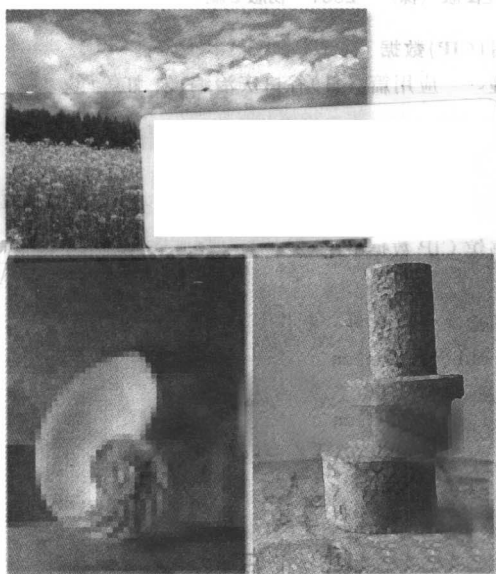
# 数字图像处理

## ● 应用篇

〔日〕谷口庆治 编

朱虹 廖学成 乐静 译

张小忙 赵旭东



科学出版社 共立出版

2002 北京

515357/02

**图字:01-2001-3722 号**

Original Japanese language edition

Handbook Gazo Shori Kogaku—Oyo hen—

by Keiji Taniguchi

Copyright © 1999

Published by Kyoritsu Shuppan Co., Ltd.

This Chinese language edition is co-published by

Kyoritsu Shuppan Co., Ltd. and Science Press

Copyright © 2002

All rights reserved

本书中文版权为科学出版社和共立出版(株)所共有

**Handbook画像处理工学 — 応用編**

谷口慶治 共立出版(株) 2001 初版2刷

**图书在版编目(CIP)数据**

数字图像处理——应用篇/(日)谷口庆治编;朱虹等译.

—北京:科学出版社,2002

ISBN 7-03-009909-5

I. 数… II. ①谷… ②朱… III. 数字图像处理 IV. TN919.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 026226 号

**北京东方科龙图文有限公司 制作**

<http://www.okbook.com.cn>

**科学出版社 共立出版 出版**

北京东黄城根北街16号 邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

**中国科学院印刷厂 印刷**

科学出版社发行 各地新华书店经销

2002年7月第一版 开本:A5(890×1240)

2002年7月第一次印刷 印张:12 3/8 插页:1

印数:1—5 000 字数:387 000

**定 价: 35.00 元**

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

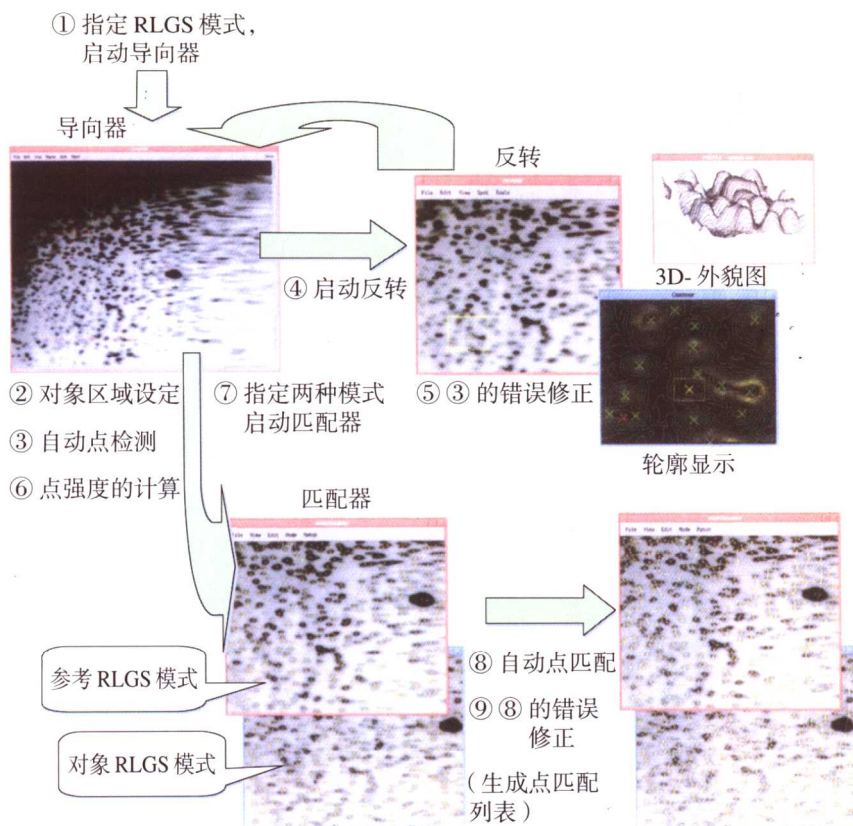
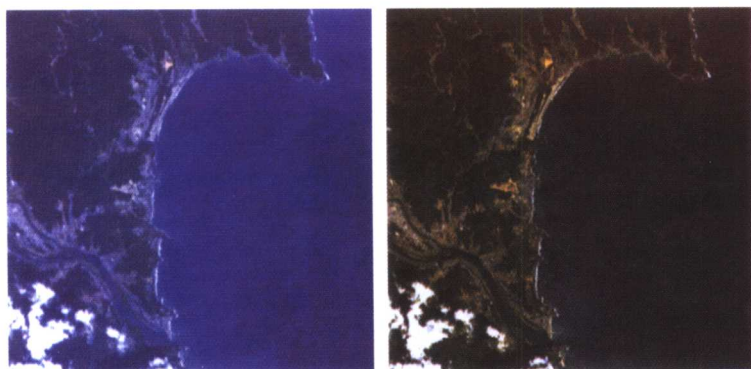


图 1.15 DNAinsight 的分析方法



(a) 大气校正前的原始 AVNIR 图像 (b) 大气校正后的反射率图像  
(这些图像按 AVNIR 多光谱波段 3, 2, 1 各自给定的红绿蓝三色表示)

图 3.44 ADEOS 卫星的 AVNIR 图像  
(1996 年 9 月 18 日在高知县四万十川河口附近拍摄)

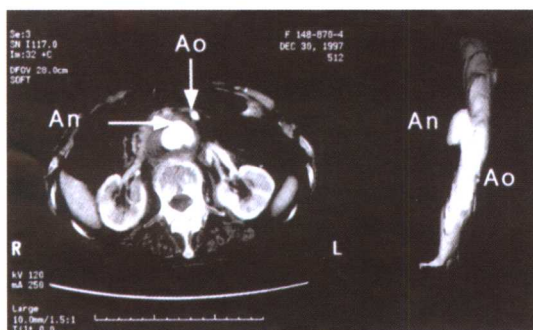


(a) 区域分割编码  
(0.929bit/ 像素)



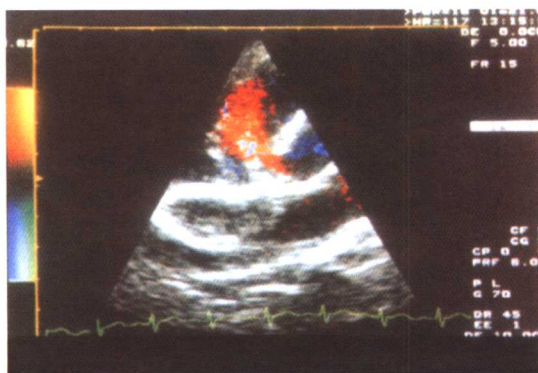
(b) JPEG 编码  
(0.967bit/ 像素)

图 11.6



CT 画像 (7.1 节)

左侧为通常的 CT, 右侧为三维 CT  
(Ao: 腹部大动脉, An: 大动脉瘤)



可以看到的左心室 (LV) 到右心室 (RV) 的喷射状血流

图 7.18 心室中隔缺损病例的心脏彩色多普勒图

# 序 言

近年来,作为多媒体技术中的主干技术图像处理广泛应用在多个领域。本书在其姊妹篇《数字图像处理——基础篇》<sup>1)</sup>内容的基础上,进行了更加深入的论述;根据其应用领域按章进行分类,在各章节中给出若干应用实例来进行叙述。书中的内容几乎都来自各执笔者的研究成果中(已发表),所以内容的前沿性(originality)很高。此外,本书的另一最大特点是将基于混沌和分形的复杂系统理论的图像处理研究领域的未来展示给读者,这部分的内容在第12章中给出。

本书可作为研究生的教材或相关领域研究人员的参考用书,亦可作大学三、四年级的辅助教材使用。

本书共分为12章,其内容分配如下:

- 第1章 图像处理的信息环境
- 第2章 图像处理专用硬件装置
- 第3章 图像测量与遥感技术
- 第4章 零部件、产品的自动检测
- 第5章 机器人视觉的应用
- 第6章 医学生物组织的图像处理
- 第7章 医学映像诊断
- 第8章 计算机图形学
- 第9章 文字模式的识别
- 第10章 动态图像处理
- 第11章 图像的高压缩比编码方法与图像的传输
- 第12章 混沌理论在图像处理中的应用

本书中引用了大量的论文和著作,在此谨向这些作者表示深深的感谢。

---

1) 已由科学出版社在2002年2月出版。

最后,感谢共立出版株式会社の各位为出版本书所做出的努力,并感谢福井大学工学部信息多媒体学科の成田广美在原稿の整理中所做的工作。

编者

# 目 录

## 第 1 章 图像处理的信息环境

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1.1 图像处理专用硬件概述 .....        | 1  |
| 1.2 基于 X-Window 的图像处理 ..... | 11 |
| 1.3 AVS 与 SPIDER .....      | 17 |
| 1.4 IUE .....               | 23 |
| 1.5 图像处理方面的文献数据库 .....      | 27 |

## 第 2 章 图像处理专用硬件装置

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 2.1 高速图像处理板卡实例 .....          | 33 |
| 2.1.1 概 述 .....               | 33 |
| 2.1.2 GPB-K 的性能 .....         | 33 |
| 2.1.3 硬件的组成 .....             | 34 |
| 2.1.4 软件的组成 .....             | 36 |
| 2.1.5 展 望 .....               | 38 |
| 2.2 实现实时彩色图像处理的彩色信息提取结构 ..... | 39 |
| 2.2.1 概 述 .....               | 39 |
| 2.2.2 彩色信息的提取结构 .....         | 39 |
| 2.2.3 彩色信息提取的实验结果 .....       | 42 |
| 2.2.4 展 望 .....               | 43 |
| 2.3 布料纬纱密度的光学测量系统的构成 .....    | 43 |
| 2.3.1 概 述 .....               | 44 |
| 2.3.2 测量系统的组成 .....           | 44 |

|       |      |    |
|-------|------|----|
| 2.3.3 | 实用系统 | 47 |
| 2.3.4 | 展 望  | 47 |

## 第3章 图像测量与遥感技术

|       |                          |    |
|-------|--------------------------|----|
| 3.1   | 雨滴的形状及降落速度的测量            | 49 |
| 3.1.1 | 概 述                      | 49 |
| 3.1.2 | 雨滴图像的拍摄系统                | 49 |
| 3.1.3 | 雨滴图像的处理                  | 51 |
| 3.1.4 | 实验结果和分析                  | 54 |
| 3.1.5 | 展 望                      | 57 |
| 3.2   | 降雪物理特性的测量                | 58 |
| 3.2.1 | 概 述                      | 58 |
| 3.2.2 | 降雪的长期观测                  | 58 |
| 3.2.3 | 降雪的短期观测                  | 67 |
| 3.2.4 | 展 望                      | 76 |
| 3.3   | 色粉粒子带电电荷量与质量之比的测量        | 77 |
| 3.3.1 | 概 述                      | 77 |
| 3.3.2 | 带电电荷量与质量之比( $q/m$ )的测量方法 | 78 |
| 3.3.3 | 检测实验                     | 79 |
| 3.3.4 | 展 望                      | 81 |
| 3.4   | 高速移动粒子的图像测量              | 82 |
| 3.4.1 | 概 述                      | 82 |
| 3.4.2 | 流动室中的粒子流的控制              | 82 |
| 3.4.3 | 粒子图像的拍摄                  | 83 |
| 3.4.4 | 图像处理                     | 84 |
| 3.4.5 | 圆等效直径和圆形度的计算             | 85 |
| 3.4.6 | 检测结果                     | 86 |
| 3.4.7 | 展 望                      | 87 |
| 3.5   | 遥感图像                     | 88 |
| 3.5.1 | 遥感图像数据的特征                | 88 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 3.5.2 主要的地球观测卫星 .....     | 89  |
| 3.5.3 卫星图像数据各种畸变的校正 ..... | 91  |
| 3.5.4 光谱分类(教师监督方法) .....  | 96  |
| 3.5.5 展 望 .....           | 100 |

## 第 4 章 零部件、产品的自动检测

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 4.1 大规模集成电路的检测 .....                  | 103 |
| 4.1.1 概 述 .....                       | 103 |
| 4.1.2 检测装置的特征 .....                   | 103 |
| 4.1.3 线路板位置的确定 .....                  | 104 |
| 4.1.4 匹 配 .....                       | 108 |
| 4.1.5 目标和效果 .....                     | 111 |
| 4.1.6 展 望 .....                       | 111 |
| 4.2 电子器件内部的检测——利用 X 射线 CT<br>技术 ..... | 111 |
| 4.2.1 概 述 .....                       | 112 |
| 4.2.2 系统的组成 .....                     | 112 |
| 4.2.3 处理内容 .....                      | 113 |
| 4.2.4 CT 图像重构实例 .....                 | 114 |
| 4.2.5 目标和效果 .....                     | 116 |
| 4.2.6 展 望 .....                       | 116 |
| 4.3 轴承部件外观检测——利用图像处理<br>技术 .....      | 116 |
| 4.3.1 概 述 .....                       | 116 |
| 4.3.2 检测对象和检测系统的概要 .....              | 117 |
| 4.3.3 密封板分割为局部图像的方法 .....             | 118 |
| 4.3.4 与坐标变换相对应的灰度值变换处理算法 .....        | 119 |
| 4.3.5 变换处理的实例 .....                   | 120 |
| 4.3.6 正品与次品的判别方法 .....                | 121 |
| 4.3.7 处理结果和精度 .....                   | 124 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 4.3.8 展 望 ..... | 124 |
|-----------------|-----|

## 第5章 机器人视觉的应用

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 5.1 自动搬运冲压机器人的视觉 .....            | 127 |
| 5.1.1 概 述 .....                   | 127 |
| 5.1.2 制品的形状识别 .....               | 128 |
| 5.1.3 搬运物体时稳定位置的检测 .....          | 131 |
| 5.1.4 目标和效果 .....                 | 134 |
| 5.1.5 展 望 .....                   | 134 |
| 5.2 基于神经网络的物体识别 .....             | 135 |
| 5.2.1 概 述 .....                   | 135 |
| 5.2.2 三维图像的输入 .....               | 137 |
| 5.2.3 几何特征的提取 .....               | 138 |
| 5.2.4 基于多层神经网络的物体识别 .....         | 139 |
| 5.2.5 目标和效果 .....                 | 143 |
| 5.2.6 展 望 .....                   | 143 |
| 5.3 基于线状光束成像图像处理进行的<br>形状识别 ..... | 143 |
| 5.3.1 光切割法 .....                  | 144 |
| 5.3.2 基于NN的接缝位置检测方法 .....         | 146 |
| 5.3.3 仿真实验的结果 .....               | 151 |
| 5.3.4 展 望 .....                   | 152 |
| 5.4 机器人的障碍物识别 .....               | 153 |
| 5.4.1 概 述 .....                   | 153 |
| 5.4.2 障碍物的识别 .....                | 155 |
| 5.4.3 障碍物边界线的生成 .....             | 156 |
| 5.4.4 距离信息的获取 .....               | 159 |
| 5.4.5 展 望 .....                   | 161 |

## 第 6 章 医学生物组织的图像处理

|        |                                  |     |
|--------|----------------------------------|-----|
| 6.1    | 基于双方向摄取 X 射线图像的冠状动脉三维结构的重构 ..... | 163 |
| 6.1.1  | 概 述 .....                        | 163 |
| 6.1.2  | 冠状动脉的 X 射线成像记录系统 .....           | 164 |
| 6.1.3  | X 射线图像的预处理 .....                 | 165 |
| 6.1.4  | 图像的三维重构原理 .....                  | 169 |
| 6.1.5  | 三维重构的结果 .....                    | 171 |
| 6.1.6  | 展 望 .....                        | 173 |
| 6.2    | 人体脑干蓝斑核神经细胞的提取与裁剪技术 .....        | 175 |
| 6.2.1  | 概 述 .....                        | 175 |
| 6.2.2  | 裁剪技术 .....                       | 176 |
| 6.2.3  | 裁剪技术在蓝斑核神经细胞提取中的应用 ...           | 178 |
| 6.2.4  | 展 望 .....                        | 181 |
| 6.3    | 遗传算法及其在肾小球区域提取中的应用 .....         | 182 |
| 6.3.1  | 遗传算法 .....                       | 182 |
| 6.3.2  | 虚拟染色体及进化环境的设定 .....              | 183 |
| 6.3.3  | 为什么用遗传算法可求得到最优解 .....            | 185 |
| 6.3.4  | 用遗传算法提取肾小球区域 .....               | 186 |
| 6.3.5  | 染色体的设定 .....                     | 188 |
| 6.3.6  | 适应度的定义 .....                     | 189 |
| 6.3.7  | 遗传因子的编码 .....                    | 190 |
| 6.3.8  | 世代的交替 .....                      | 191 |
| 6.3.9  | 用 B-样条函数近似边界线 .....              | 191 |
| 6.3.10 | 边界线的精确化处理 .....                  | 192 |
| 6.3.11 | 实验结果 .....                       | 195 |
| 6.3.12 | 展 望 .....                        | 196 |
| 6.4    | 肾小球内部细胞核的提取 .....                | 197 |

|       |                                  |     |
|-------|----------------------------------|-----|
| 6.4.1 | 概 述 .....                        | 197 |
| 6.4.2 | 肾小球区域外侧边缘的检测 .....               | 197 |
| 6.4.3 | 动态阈值及其评价方法 .....                 | 198 |
| 6.4.4 | 特征量反馈 .....                      | 200 |
| 6.4.5 | 用于肾小球内细胞核区域分割的特征量<br>反馈法 .....   | 201 |
| 6.4.6 | 肾小球图像对应的 $\sigma_{\max}$ 值 ..... | 204 |
| 6.4.7 | 噪声的抑制 .....                      | 204 |
| 6.4.8 | 实验结果 .....                       | 204 |
| 6.4.9 | 展 望 .....                        | 205 |
| 6.5   | 胃组织图像中腺腔结构的提取 .....              | 206 |
| 6.5.1 | 概 述 .....                        | 206 |
| 6.5.2 | 腺腔结构的特性 .....                    | 207 |
| 6.5.3 | 断面区域的生成 .....                    | 208 |
| 6.5.4 | 含有腺腔结构断面的识别 .....                | 211 |
| 6.5.5 | 展 望 .....                        | 211 |

## 第 7 章 医学映像诊断

|       |                                                              |     |
|-------|--------------------------------------------------------------|-----|
| 7.1   | 计算机断层摄影(CT) .....                                            | 213 |
| 7.1.1 | CT 的原理 .....                                                 | 213 |
| 7.1.2 | 三维 CT .....                                                  | 217 |
| 7.1.3 | 展 望 .....                                                    | 218 |
| 7.2   | 磁共振成像 .....                                                  | 218 |
| 7.2.1 | 概 述 .....                                                    | 218 |
| 7.2.2 | 磁共振成像原理 .....                                                | 219 |
| 7.2.3 | MRA(magnetic resonance angiography) .....                    | 222 |
| 7.2.4 | MRCP(magnetic resonance cholangio-pancrea-<br>tograph) ..... | 222 |
| 7.2.5 | 展 望 .....                                                    | 223 |
| 7.3   | 正电子发射型(PET)断层成像技术 .....                                      | 223 |
| 7.3.1 | 概 述 .....                                                    | 223 |

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 7.3.2 | PET 的结构 .....      | 223 |
| 7.3.3 | 决定 PET 性能的因素 ..... | 224 |
| 7.3.4 | PET 的特性 .....      | 224 |
| 7.3.5 | 图像实例 .....         | 225 |
| 7.3.6 | 展 望 .....          | 225 |
| 7.4   | 超声波图像的诊断方法 .....   | 225 |
| 7.4.1 | 概 述 .....          | 225 |
| 7.4.2 | 超声波图像的形成 .....     | 225 |
| 7.4.3 | 超声波信号的处理 .....     | 226 |
| 7.4.4 | 脉冲回波的原理 .....      | 227 |
| 7.4.5 | 超声波图像的表示方法 .....   | 228 |
| 7.4.6 | 超声波多普勒诊断装置 .....   | 229 |
| 7.4.7 | 超声波彩色多普勒方式 .....   | 229 |
| 7.4.8 | 展 望 .....          | 230 |

## 第 8 章 计算机图形学

|       |                          |     |
|-------|--------------------------|-----|
| 8.1   | 计算机图形学在服装产业中的应用 .....    | 233 |
| 8.1.1 | 人体的非接触三维立体测量 .....       | 233 |
| 8.1.2 | 人体的三维结构模型 .....          | 236 |
| 8.1.3 | 展 望 .....                | 239 |
| 8.2   | 计算机图形学在传统工艺品设计中的应用 ..... | 240 |
| 8.2.1 | 概 述 .....                | 240 |
| 8.2.2 | 三变量形状的输入与形状的建模 .....     | 240 |
| 8.2.3 | 传统工艺品辅助设计系统 .....        | 245 |
| 8.2.4 | 目标和效果 .....              | 247 |
| 8.2.5 | 展 望 .....                | 248 |
| 8.3   | 多重势垒量子井构造的电子封闭现象 ...     | 249 |
| 8.3.1 | 概 述 .....                | 249 |
| 8.3.2 | 对称及非对称二重势垒构造的电子封闭现象 ...  | 249 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 8.3.3 对称及非对称三重势垒构造的电子封闭现象··· | 251 |
| 8.3.4 展 望 .....              | 252 |

## 第 9 章 文字模式的识别

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 9.1 OCR 文字识别技术 .....                     | 255 |
| 9.1.1 OCR 技术 .....                       | 255 |
| 9.1.2 文字图像解析技术 .....                     | 256 |
| 9.1.3 文字识别技术 .....                       | 263 |
| 9.1.4 展 望 .....                          | 266 |
| 9.2 利用普通纸进行调查的数据传真图像<br>自动处理 .....       | 268 |
| 9.2.1 目 的 .....                          | 269 |
| 9.2.2 系统概要 .....                         | 269 |
| 9.2.3 图像数据的计算机处理 .....                   | 272 |
| 9.2.4 实际处理 .....                         | 275 |
| 9.2.5 展 望 .....                          | 276 |
| 9.3 通过图像处理识别运动员号码 .....                  | 276 |
| 9.3.1 概 述 .....                          | 276 |
| 9.3.2 运动员号码的分割处理 .....                   | 277 |
| 9.3.3 选手号码的识别处理 .....                    | 280 |
| 9.3.4 展 望 .....                          | 283 |
| 9.4 利用凹凸性提取 FA 文字 .....                  | 284 |
| 9.4.1 概 述 .....                          | 284 |
| 9.4.2 利用凹凸性对文字图像进行二值化 .....              | 284 |
| 9.4.3 用 $2 \times 2$ 腐蚀处理消除噪声和文字区域的提取··· | 286 |
| 9.4.4 实验与结果分析 .....                      | 287 |
| 9.4.5 展 望 .....                          | 288 |

## 第 10 章 动态图像处理

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 10.1 摄像机保安监视技术 ..... | 291 |
| 10.1.1 概 述 .....     | 291 |

|        |                                |     |
|--------|--------------------------------|-----|
| 10.1.2 | 移动物体的抽取 .....                  | 292 |
| 10.1.3 | 移动物体的跟踪 .....                  | 297 |
| 10.1.4 | 展 望 .....                      | 300 |
| 10.2   | 滑雪爱好者的运动分析 .....               | 302 |
| 10.2.1 | 概 述 .....                      | 302 |
| 10.2.2 | 滑雪运动员的提取方法以及跟踪方法 ...           | 303 |
| 10.2.3 | 滑雪运动员之间碰撞场面的提取 .....           | 308 |
| 10.2.4 | 展 望 .....                      | 311 |
| 10.3   | 放电现象的图像分析 .....                | 311 |
| 10.3.1 | 概 述 .....                      | 311 |
| 10.3.2 | 放电空间内的温度分布的计算方法 .....          | 312 |
| 10.3.3 | 色度分布和温度的关系 .....               | 315 |
| 10.3.4 | 色度分布的修正 .....                  | 317 |
| 10.3.5 | 基于色度的放电区域分割以及温度分布的<br>测量 ..... | 319 |
| 10.3.6 | 展 望 .....                      | 320 |

## 第 11 章 图像的高压缩比编码方法与图像的传输

|        |                            |     |
|--------|----------------------------|-----|
| 11.1   | 基于等色空间的区域分割及<br>编码方法 ..... | 323 |
| 11.1.1 | 概 述 .....                  | 323 |
| 11.1.2 | 图像信息等色空间的变换 .....          | 323 |
| 11.1.3 | 等色空间的区域分割 .....            | 326 |
| 11.1.4 | 区域分割编码 .....               | 329 |
| 11.1.5 | 展 望 .....                  | 333 |
| 11.2   | 子带编码方法 .....               | 334 |
| 11.2.1 | 滤波器单元的设计 .....             | 334 |
| 11.2.2 | DCT 编码与子带编码的构成方法 .....     | 339 |
| 11.2.3 | 展 望 .....                  | 343 |
| 11.3   | 图像的编码方法与纠错方法 .....         | 343 |