



Visual C++/MATLAB

图像处理与识别 实用案例精选

四维科技 胡小锋 赵辉
编著

- 图像增强 (MATLAB)
- 图像分割 (MATLAB)
- 特征提取 (MATLAB)
- 图像识别 (MATLAB)
- 医学图像处理 (MATLAB)
- 文字图像识别 (MATLAB)
- AGV视觉导引车路径识别 (MATLAB)
- 基于神经网络的文字识别系统 (Visual C++)
- 车牌定位系统 (Visual C++)



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Visual C++/MATLAB

图像处理与识别 实用案例精选

四维科技 胡锋 赵辉



人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

Visual C++/MATLAB 图像处理与识别实用案例精选/胡小锋, 赵辉编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2004.9

ISBN 7-115-12565-1

I. V... II. ①胡...②赵... III. ①C 语言—图象处理—程序设计②图象处理—计算机辅助计算—软件包, MATLAB IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 091005 号

内 容 提 要

本书系统地介绍了图像处理与识别的基本原理、典型方法和实用技术。全书共分 12 章, 第 1 章~第 6 章是图像处理与识别的基础内容, 包括图像科学综述、MATLAB 语言图像编程、图像增强、图像分割、图像特征提取和图像识别; 第 7 章~第 10 章是图像处理与识别的工程实例, 涵盖了医学图像处理、文字识别和自引导小车路径识别等应用实例, 并结合理论算法, 提供了大量 MATLAB 代码程序, 以帮助读者掌握如何使用 MATLAB 语言快速进行算法的仿真、调试和估计等方法。第 11 章~第 12 章, 是两个综合性较强的实例, 分别是 Visual C++ 实现的基于神经网络的文字识别系统和车牌定位系统。

本书附带的光盘给出了各个章节列举的实例的源代码, 同时赠送了 28 个常用数字图像处理算法的 Visual C++ 代码实现。

本书讲解深入浅出, 实例程序丰富, 注重理论与实践相结合。本书可作为计算机应用、自动化、图像处理与模式识别、机电一体化专业的高年级本科生或研究生的参考书, 也可供从事图像处理与识别的研究人员和工程技术人员阅读参考。

Visual C++/MATLAB 图像处理与识别实用案例精选

◆ 编 著 四维科技 胡小锋 赵 辉

责任编辑 汤 倩

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67132692

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京鸿佳印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 27.25

字数: 658 千字

2004 年 9 月第 1 版

印数: 1-6 000 册

2004 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN7-115-12565-1/TP·4154

定价: 45.00 元 (附光盘)

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

前 言

随着信息技术的发展,图像处理与识别技术在医学、工业自动化以及旅游文化等各个领域得到了日益广泛的应用。目前大部分的高等院校计算机以及相关专业都开设了图像处理方面的课程。同时很多科研单位、企业也在从事相关的应用研究与开发。

虽然已出版的关于数字图像处理的书籍比较多,大都介绍基本的数字图像处理算法,要把这些具体的技术应用到实际的工程中,还需要很多复杂的步骤和设计。本书系统介绍了图像处理与识别的基本原理和典型方法,并结合工程实践,选取了4个不同领域的工程实例进行了系统的介绍。

针对相关知识点和工程实例,本书提供了丰富的MATLAB调试代码,以便指导读者在实际应用中,学会通过MATLAB图像处理工具快速、方便地调试算法,缩短开发周期。与Visual C++等编程语言相比,MATLAB语言代码简明扼要,更加贴近理论算法,便于读者对算法和代码实现的全面理解和掌握。

本书的特色如下。

- ✓ 对图像处理与识别从理论分析和实际应用两方面进行了系统的介绍。
- ✓ 介绍用MATLAB编程语言对图像处理和识别的理论算法进行仿真、分析和估计的详细方法和步骤,同时给出了大量的MATLAB代码供读者学习和参考。
- ✓ 结合实例,包括医学图像处理、文字识别和AGV自动导引小车路径识别等,介绍了如何在实际应用中如何进行图像的处理和识别。
- ✓ 给出了两个综合性较强的实例,实现了“基于神经网络的文字识别系统”和“车牌定位系统”。
- ✓ 本书附带的光盘中给出了各个章节列举的实例的源代码,同时赠送了28个常用数字图像处理算法的Visual C++代码实现。

本书共有12章,内容简介如下。

第1章,综述图像处理与识别的基本原理与概念、系统组成、数学描述、相关应用领域及展望。

第2章,介绍MATLAB语言的基本操作、编程知识以及如何使用MATLAB语言进行简单的图像处理、图像类型转换和图像显示等。

第3章,介绍图像增强的一些基本方法,包括图像变换增强、灰度变换增强、直方图变换增强、空间域滤波增强和频域处理等。

第4章,在简要介绍图像分割的基本概念的基础上,重点分析了分割方法,包括边缘检测分割技术、灰度阈值分割技术、区域生长分割技术、彩色分割技术和特殊理论的分割。

第5章,介绍如何用数学表达式描述某个具体的图像与其他图像的区别,主要包括形状特征、纹理特征和颜色特征。

第6章,介绍图像识别的基本概念,重点阐述了统计模式识别方法、结构语句识别方法、

模糊集理论识别方法和神经网络识别方法。

第7章，通过实例介绍了细胞边缘的精确检测方法，以及癌细胞分析与识别的图像处理方法。

第8章，介绍与文字图像识别相关的几个热门研究领域，主要包括数字图书馆中图书封面的文字图像识别，交通领域中车辆管理的汽车牌照自动识别技术，以及旅游文化领域中商标、交通路标的自动翻译等。

第9章，介绍在自导引小车（AGV）中采用图像处理与识别技术进行路径自动识别的方法。

第10章，介绍图像技术在工业自动检测中的应用，主要包括机械零件尺寸测量、机械振动测量和表面机械加工质量的自动检测。

第11章，介绍一个完整的基于神经网络的文字识别系统，其中综合了图像增强、图像分割、特征提取和神经网络等各种高级技术。

第12章，介绍车牌定位系统，它是车牌自动识别系统中的一个重要部分，只有正确地获取整个图像中的车牌部分，才能正确的对车牌进行文字识别。结合第11章介绍的识别方面的程序，能够实现对车牌文字的识别。

本书主要由胡小锋、赵辉编写，参加写作的人员还有陈超、周勇、于建国、张进、刘海英、胡标、李功、胡雷和付冰等。在编写过程中，我们力求精益求精，但难免存在一些不足之处，如果读者使用本书时遇到问题，可以发 E-mail 到 forway@zj.com 和 tangqian@ptpress.com.cn 与我们联系。

编 者
2004 年 8 月

光盘使用必读

为了方便读者学习，本书附带了一张光盘，下面对光盘内容及使用方法进行简要的介绍。

一、光盘的运行环境

硬件环境：CPU 的主频在 500MHz 以上、内存在 128MB 以上。

软件平台：操作系统为 Windows 98/Me/NT/2000/XP（推荐使用 Windows 2000/XP），调试环境为 MATLAB 6.0、Visual C++ 6.0 及其以上版本。

二、光盘目录

MATLAB 语言图像编程基础.....	\chap2
图像的增强（MATLAB）	\chap3
图像分割（MATLAB）	\chap4
特征提取（MATLAB）	\chap5
图像识别（MATLAB）	\chap6
医学图像处理（MATLAB）	\chap7
文字图像识别（MATLAB）	\chap8
AGV 视觉导引车路径识别（MATLAB）	\chap9
基于神经网络的文字识别系统（Visual C++）	\chap11
汽车车牌定位系统（Visual C++）	\chap12

赠送 28 个常用数字图像处理算法的 Visual C++ 代码实现

256 色转换灰度图.....	\Appendix\1
对比度拉伸	\Appendix\2
二值化变换.....	\Appendix\3
反色	\Appendix\4
亮度增减	\Appendix\5

取对数	\Appendix\6
取指数	\Appendix\7
直方图均衡	\Appendix\8
灰度均衡	\Appendix\9
阈值变换	\Appendix\10
图像镜像	\Appendix\11
图像平移	\Appendix\12
图像缩放	\Appendix\13
图像旋转	\Appendix\14
高斯平滑	\Appendix\15
均值滤波	\Appendix\16
拉普拉斯锐化（边缘检测）	\Appendix\17
梯度锐化	\Appendix\18
中值滤波	\Appendix\19
离散余弦变换	\Appendix\20
傅立叶变换	\Appendix\21
Walsh 变换	\Appendix\22
方块编码	\Appendix\23
图像细化	\Appendix\24
用 Canny 算子提取边缘	\Appendix\25
Hough 变换	\Appendix\26
逆滤波处理	\Appendix\27
维纳滤波处理	\Appendix\28

三、光盘的使用方法及注意事项

将本书的源代码拷入硬盘，去掉其只读属性（否则可能无法正常使用这些源程序），用 Visual C++ 或者 MATLAB 打开项目文件，即可编译运行。程序中的部分图像资源在光盘相应的目录下提供。下面分别介绍几类程序的编译调试过程。

1. MATLAB 程序的使用和调试

（1）将光盘中的代码及其图像拷贝到硬盘目录下，如“D:\My”。

(2) 运行 MATLAB, 将 MATLAB 工作窗口内的 Current Directory 设为当前运行程序所在的文件夹, 比如程序 P0201.m 及其子程序和图像资源在 “D:\My” 文件夹中, 则将 Current Directory 设为 “D:\My”, 如图 1 所示。

(3) 选择菜单【File】→【打开】命令, 直接打开 “XXX.m” 文件, 然后在 “Command Window” 窗口内输入程序名, 按 “Enter” 即可运行程序。

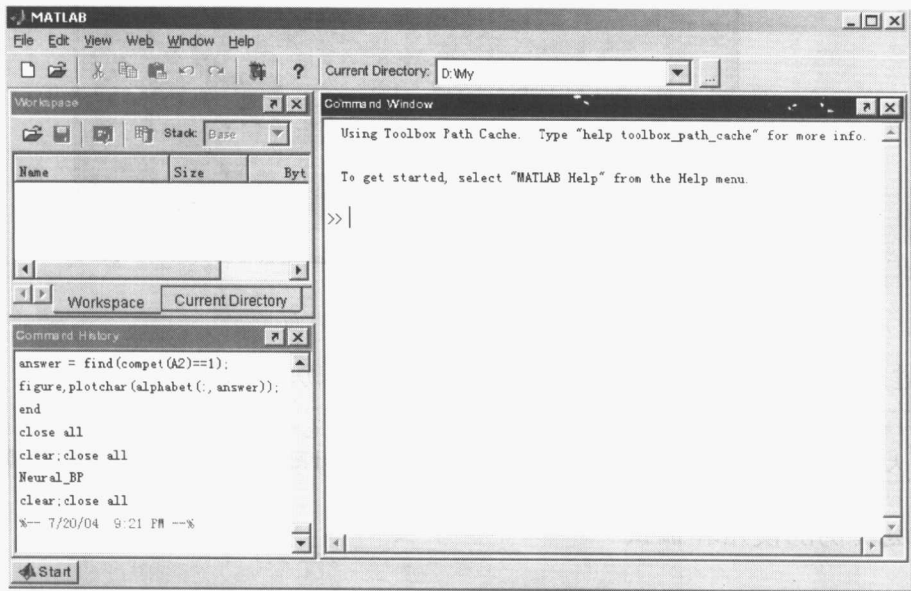


图 1 MATLAB 程序调试界面

注意: 有很多程序需要用到图像资源, 本书光盘中已附带了相应的图片, 如细胞识别的图像、数字识别的图像等, 在测试程序的时候, 注意图像路径的设置。

2. Visual C++程序的使用调试

下面以书中第 12 章的 “车牌定位系统” 为例, 说明如何调试和使用 Visual C++ 程序。

首先将光盘中的 “chap12” 文件夹全部拷贝到硬盘中。运行 Visual C++ 6.0, 通过菜单【File】→【Open Workspace...】, 选择该目录下的 “TypeRec.dsw”, 然后选择菜单【Build】→【Rebuild All】编译该程序, 按快捷键【Ctrl+F5】运行程序, 程序运行界面如图 2 所示。

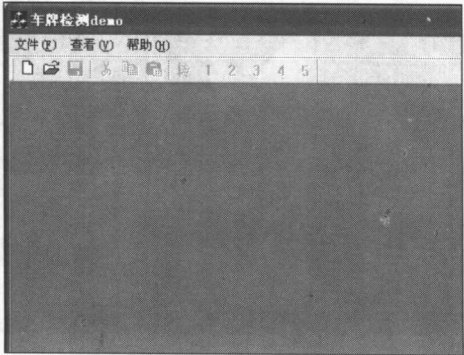


图 2 “车牌定位系统” 主界面

在图 2 中, 单击菜单【文件】→【打开】命令, 选择“chap12\pic”目录下的车牌图片文件“Img1_24.bmp”, 然后依次单击工具栏上的按钮“转”、“1”、“2”、“3”、“4”和“5”, 车牌定位后的效果如图 3 所示。

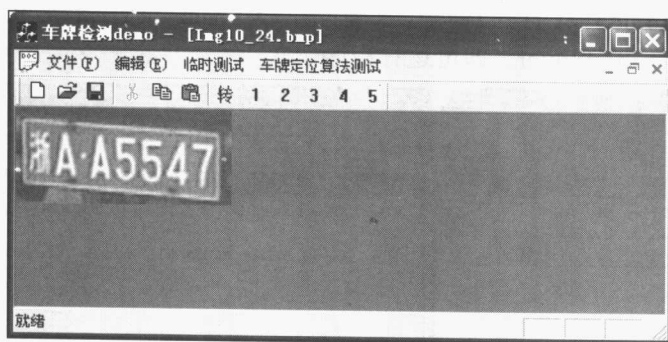


图 3 “车牌定位”效果界面

经过定位后的车牌, 可以直接使用第 11 章的文字识别系统进行文字识别。

注意: 由于定位后的车牌可能会有些倾斜度, 所以可以适当地对图像进行校正, 然后再进行识别。光盘中赠送了大量的图像处理技术的源代码, 读者可以通过这些实例对图像进行修正, 比如利用图像旋转等技术。

3. 赠送实例的使用和调试

本书赠送了 28 个在数字图像处理中最常用的实例, 全部放在光盘中的“\\Appendix”目录下。

Canny 边缘提取是一种非常重要和实用的边缘提取算法, 介绍该算法的书籍却比较少, 下面以“Canny 边缘提取算法”为例具体说明光盘中赠送实例的使用和调试方法。

首先将 Canny 边缘提取算法实例的文件夹“\\appendix\25”拷贝到硬盘中, 运行 Visual C++ 6.0, 打开“\\appendix\25\用 Canny 算子提取边缘\源代码”目录下的“ImageProcessing.dsw”, 编译并运行。在运行界面中通过菜单打开“\\appendix\25\用 Canny 算子提取边缘\测试图片”目录下的“原始 lena 图像.bmp”图片即可, 效果如图 4 所示。

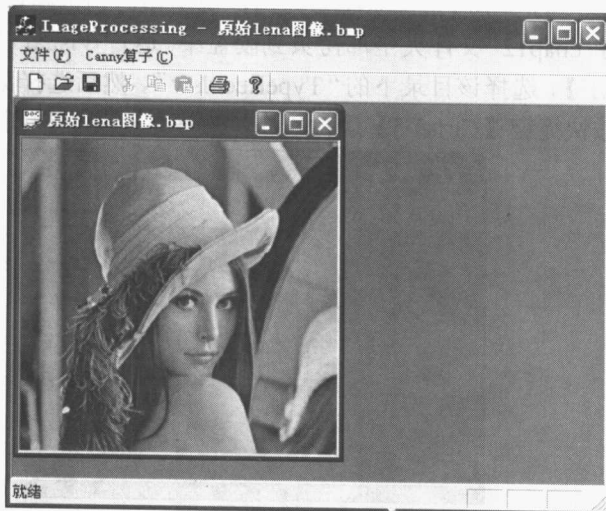


图 4 原始图

单击菜单【Canny 算子】命令，效果如图 5 所示。

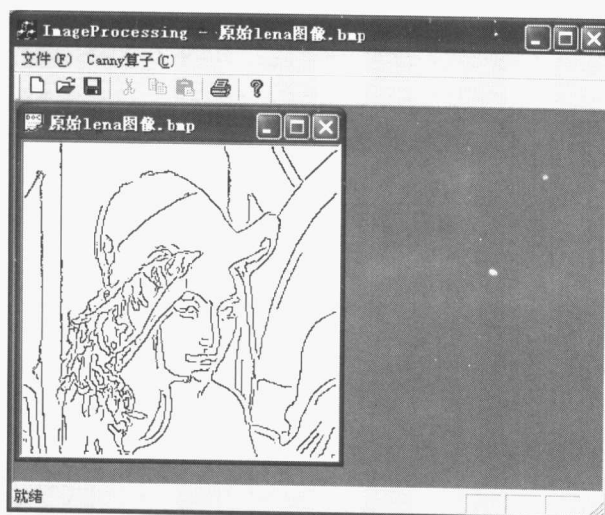


图 5 Canny 边缘提取效果

注意：在光盘中，每章代码目录下都有比较详细的 readme.txt，读者可以参考具体说明使用。如有任何问题，可以发邮件到 forway@zj.com 进行咨询。

目 录

第 1 章 图像科学综述.....	1
1.1 引 言	1
1.1.1 图像处理与识别技术概述	1
1.1.2 图像处理与识别技术的应用领域	2
1.1.3 图像处理与识别的技术内容	3
1.2 图像处理系统的基本构成.....	4
1.2.1 计算机图像处理系统的分类	4
1.2.2 微机图像处理系统的基本构成	5
1.3 图像的数字化的表示.....	6
1.3.1 图像的数字化的	7
1.3.2 图像的存储	8
1.3.3 数字图像的表示	8
1.4 数字图像处理的基本运算.....	9
1.4.1 数字图像处理的基本过程	9
1.4.2 基本运算形式	10
1.5 图像处理与识别及图像理解所研究的内容	12
1.5.1 图像处理技术	12
1.5.2 图像识别技术	13
1.5.3 图像理解	15
1.6 图像处理与识别及图像理解的关系.....	17
1.6.1 图像处理	17
1.6.2 图像理解	18
1.6.3 图像识别与图像处理及图像理解的关系	19
1.7 计算机视觉.....	19
1.7.1 计算机视觉研究的内容	20
1.7.2 计算机视觉发展的现状	21
1.7.3 计算机视觉面临的困难	21
第 2 章 MATLAB 语言图像编程	23
2.1 MATLAB 基本操作	23
2.1.1 操作界面的默认外形	23
2.1.2 通用操作界面	24
2.2 MATLAB 编程基础	24

2.2.1 变量	24
2.2.2 数据类型	25
2.2.3 基本赋值语句	26
2.2.4 工作空间的管理	26
2.3 MATLAB 运算符	27
2.3.1 算术运算符	27
2.3.2 关系运算符	28
2.3.3 逻辑运算符	29
2.4 控制语句	29
2.4.1 循环控制语句	30
2.4.2 条件转移语句	31
2.4.3 开关控制语句	31
2.5 M 脚本文件和函数文件	33
2.5.1 M 文本编辑器	33
2.5.2 M 函数文件	34
2.5.3 文件的一般结构	34
2.6 MATLAB 图像处理初步	35
2.6.1 图像处理基本操作	35
2.6.2 高级图像处理初步	37
2.7 图像格式与 MATLAB 图像类型	39
2.7.1 常用图像格式	39
2.7.2 MATLAB 图像类型	41
2.7.3 图像类型转换	44
2.8 MATLAB 图像显示	46
2.8.1 MATLAB 图像的读写和显示	46
2.8.2 二进制图像的显示方法	48
2.8.3 灰度图像显示方法	49
2.8.4 索引图像的显示	50
2.8.5 RGB 图像的显示方法	50
2.8.6 多幅图像显示	50
第 3 章 图像的增强	52
3.1 图像变换增强	52
3.1.1 概述	52
3.1.2 傅立叶变换	52
3.1.3 离散余弦变换	56
3.2 灰度变换增强	58
3.2.1 线性灰度变换	58
3.2.2 分段线性变换	59
3.2.3 非线性灰度变换	60

3.3 直方图变换增强.....	62
3.3.1 灰度直方图	62
3.3.2 直方图均匀化	63
3.3.3 直方图均匀化的计算步骤及实例	64
3.4 空间域滤波增强.....	67
3.4.1 平滑滤波器	67
3.4.2 空间域图像平滑实例	70
3.4.3 空间域图像锐化	73
3.5 频域增强.....	78
3.5.1 频域低通滤波	78
3.5.2 频域高通滤波	81
第4章 图像分割.....	84
4.1 图像分割的基本概念.....	84
4.1.1 图像分割定义	84
4.1.2 图像分割算法分类	85
4.2 边缘检测.....	85
4.2.1 边缘检测概述	85
4.2.2 边缘检测梯度算法	86
4.2.3 拉普拉斯 (Laplacian) 算子.....	89
4.2.4 LoG (Laplacian-Gauss) 算子	90
4.2.5 坎尼 (Canny) 算子	92
4.3 灰度阈值分割.....	93
4.3.1 阈值分割介绍	93
4.3.2 全局阈值	95
4.3.3 动态阈值	98
4.4 区域分割.....	101
4.4.1 区域生长的原理和步骤	101
4.4.2 生长准则和过程	102
4.4.3 分裂合并	104
4.5 彩色分割.....	105
4.5.1 分割所用的彩色空间	106
4.5.2 分割策略	108
4.6 特殊方法的图像分割.....	111
4.6.1 基于数学形态学的分割技术	111
4.6.2 借助于统计模式识别方法的分割技术	118
第5章 特征提取.....	119
5.1 基本概念.....	119
5.1.1 问题的提出	119

5.1.2 一些基本概念	119
5.2 纹理特征提取	121
5.2.1 直方图统计特征	121
5.2.2 图像的自相关函数	124
5.2.3 灰度共生矩阵	124
5.2.4 灰度-梯度共生矩阵	131
5.2.5 基于变换的特征	133
5.3 形状和结构特征提取	135
5.3.1 区域内部的数字特征	135
5.3.2 基于边界的形状特征	139
5.4 颜色特征提取	143
第 6 章 图像识别	144
6.1 图像识别概述	144
6.2 统计模式的识别方法	145
6.2.1 决策理论方法	145
6.2.2 统计分类法	150
6.3 结构语句的识别方法	153
6.3.1 概述	153
6.3.2 结构模式识别系统	156
6.3.3 图像基元的选择与抽取	157
6.3.4 图像描述语言、图像描述文法	158
6.4 模糊集识别法	162
6.4.1 概述	162
6.4.2 模糊集理论基础	163
6.4.3 模糊关系	165
6.4.4 最大隶属原则识别方法	167
6.4.5 择近原则识别方法	167
6.4.6 模糊聚类识别方法	168
6.5 神经网络识别法	173
6.5.1 人工神经网络概述	173
6.5.2 与传统分类器的对比	173
6.5.3 神经元模型	175
6.5.4 BP 神经网络分类器	176
第 7 章 医学图像处理	180
7.1 细胞边缘的精确检测	180
7.1.1 概述	180
7.1.2 细胞边缘的精确检测	181
7.1.3 算法总结	187

7.2 癌细胞识别系统.....	187
7.2.1 概述.....	187
7.2.2 系统概况.....	188
7.2.3 阈值分割.....	189
7.2.4 癌细胞识别.....	189
第8章 文字图像识别.....	196
8.1 文字图像识别简介.....	196
8.1.1 文字识别系统的原理及组成.....	196
8.1.2 文字识别的方法.....	197
8.2 图书馆中图书索书号的自动识别.....	197
8.2.1 索书号自动识别系统概述.....	198
8.2.2 索书号文字图像分割.....	198
8.2.3 文字图像二值化.....	206
8.2.4 单个字符的切分.....	206
8.2.5 文字识别.....	215
8.3 汽车牌照的自动识别.....	226
8.3.1 车辆管理系统组成.....	226
8.3.2 汽车牌照自动识别.....	227
8.4 商标的自动翻译.....	230
8.4.1 商标自动翻译系统的组成.....	230
8.4.2 商标文字图像的分割.....	230
第9章 AGV 视觉导引车路径识别.....	234
9.1 AGV 及其视觉导引技术简介.....	234
9.1.1 AGV 概述.....	234
9.1.2 AGV 的发展及其应用.....	234
9.1.3 AGV 导引技术简介.....	235
9.1.4 视觉导引技术.....	236
9.2 路径摄像系统.....	237
9.2.1 AGV 视觉导引的硬件体系结构.....	237
9.2.2 CCD 摄像系统设计.....	237
9.3 路径图像识别.....	240
9.3.1 路径图像的特征.....	240
9.3.2 灰度图像的路径识别.....	241
9.3.3 彩色图像的路径识别.....	243
9.3.4 路径定位与方向偏差测量.....	249
第10章 图像技术在自动检测中的应用.....	254
10.1 机械零件尺寸的自动检测.....	254
10.2 机械振动幅值特征的图像测量.....	256

10.2.1	CCD 线性时间积分成像原理	256
10.2.2	测量系统的组成	256
10.2.3	被测点时间平均成像与振幅特征之间的关系	257
10.3	钢球表面缺陷的自动检测与识别	258
10.3.1	系统的组成	258
10.3.2	图像预处理	259
10.3.3	缺陷特征提取	261
10.3.4	缺陷识别	262
第 11 章	基于神经网络的文字识别系统	264
11.1	系统简介	264
11.2	系统的基本技术要求	264
11.3	系统中的关键技术	264
11.4	系统的软硬件平台	264
11.4.1	系统的硬件平台	264
11.4.2	系统的软件平台	265
11.5	系统实现	265
11.5.1	系统流程图	265
11.5.2	程序实现	265
11.5.3	程序总体编程框架	379
11.5.4	程序使用说明、测试及注意事项	381
11.6	本章小结	384
第 12 章	车牌定位系统	385
12.1	系统简介	385
12.2	系统基本技术要求	385
12.3	系统中用到的关键技术	385
12.4	系统软硬件平台	385
12.4.1	系统的硬件平台	385
12.4.2	系统的软件平台	386
12.5	系统实现	386
12.5.1	系统流程图	386
12.5.2	程序实现	387
12.5.3	程序效果测试	413
12.6	本章小结	420

第 1 章 图像科学综述

近几年来,图像处理与识别技术得到了迅速的发展。现在人们已充分认识到图像处理和识别技术是认识世界、改造世界的重要手段。目前它已应用于许多领域,成为 21 世纪信息时代的一门重要的高新科学技术。本章通过介绍图像处理与识别技术的基本概念、基本原理、数学表示模型、基本处理方法、发展过程、应用领域及展望,使读者对图像科学有一个整体的了解,为后续章节介绍的知识提供详细的背景知识。

1.1 引 言

1.1.1 图像处理与识别技术概述

图像就是用各种观测系统以不同形式和手段观测客观世界而获得的,可以直接或间接作用于人眼而产生视知觉的实体。科学研究和统计表明,人类从外界获得的信息约有 75% 来自于视觉系统,也就是说,人类的大部分信息都是从图像中获得的。

图像处理是人类视觉延伸的重要手段,可以使人们看到任意波长上所测得的图像。例如,借助伽马相机、X 光机,人们可以看到红外和超声图像;借助 CT 可看到物体内部的断层图像;借助相应工具可看到立体图像和剖视图像。1964 年,美国在太空探索中拍回了大量月球照片,但是由于种种环境因素的影响,这些照片是非常不清晰的,为此,美国喷射推进实验室(JPL)使用计算机对图像进行处理,使照片中的重要信息得以清晰再现。这是这门技术发展的重要里程碑。此后,图像处理技术在空间研究方面得到广泛的应用。

总体来说,图像处理技术的发展大致经历了初创期、发展期、普及期和实用化期 4 个阶段。初创期开始于 20 世纪 60 年代,当时的图像采用像素型光栅进行扫描显示,大多采用中、大型机对其进行处理。在这一时期,由于图像存储成本高,处理设备造价高,因而其应用面很窄。20 世纪 70 年代进入了发展期,开始大量采用中、小型机进行处理,图像处理也逐渐改用光栅扫描显示方式,特别是出现了 CT 和卫星遥感图像,对图像处理技术的发展起到了很好的促进作用。到了 20 世纪 80 年代,图像处理技术进入普及期,此时的微机已经能够担当起图形图像处理的任务。VLSI 的出现更使得处理速度大大提高,其造价也进一步降低,极大地促进了图形图像系统的普及和应用。20 世纪 90 年代是图像技术的实用化时期,图像处理的信息量巨大,对处理速度的要求极高。

图像识别所讨论的问题,是研究用计算机代替人工自动地处理大量的物理信息,解决人类生理器官所不能识别的问题,从而部分代替人的脑力劳动。人类识别图像的过程总是先找出它们外形或颜色的某些特征进行比较分析、判断,然后加以分门别类,即识别它们。人们在研制自动识别机时也往往借鉴人的思维活动,采用同样的处理方法,然而图像的灰度与色彩是由光