

电子信息类新技术丛书

图像处理与应用

段大高 王建勇◎著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

电子信息类新技术丛书

图像处理与应用

段大高 王建勇 著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书主要研究了图像处理系统中的图像滤波以及二维特征检测(包括边缘检测和直线检测)等相关技术,以提高相关图像处理算法的精度、鲁棒性等性能为目的,并将研究成果应用在邮件分拣机和图像传输解码中的图像错误隐藏中。本书首先详细介绍了图像滤波基础,重点研究了基于两级检测的脉冲噪声滤波算法和基于中值——模糊技术的混合噪声滤波算法;其次研究了边缘检测和直线检测方法,重点讨论了基于梯度统计信息的边缘检测算法、基于有限元边缘融合算法和基于标准 Hough 变换的直线检测改进算法;最后将图像滤波和边缘检测等研究工作应用在邮件分拣机系统和图像传输解码的图像恢复系统(错误隐藏)中。

本书体系结构完整,注重理论联系实际,可作为电子信息工程、计算机应用、工业自动化、机械电子工程等相关专业的工程技术人员、科研人员、研究生和高年级本科生参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

图像处理与应用/段大高,王建勇著.--北京:北京邮电大学出版社,2013.1

ISBN 978-7-5635-3389-3

I. ①图… II. ①段…②王… III. ①图像处理 IV. ①TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 316423 号

书 名:图像处理与应用

著作责任者:段大高 王建勇

责任编辑:刘 颖

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发行部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt. edu. cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京联兴华印刷厂

开 本:787 mm×960 mm 1/16

印 张:10

字 数:177 千字

版 次:2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-3389-3

定 价:39.00 元

如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系

前 言

以图像处理为基础的计算机视觉技术目前已广泛应用于诸多领域,计算机视觉技术的发展对传统的图像处理方法提出了新的要求。本书主要研究了图像处理系统中的图像滤波以及二维特征检测(包括边缘检测和直线检测)等相关技术,并将研究成果应用在邮件分拣机和图像传输解码中的图像错误隐藏中。

具体内容总结为以下几方面:

首先,研究了图像中的滤波算法。以典型的脉冲噪声——椒盐噪声为研究对象,提出了一种基于两级检测的噪声滤波算法,算法借鉴了开关滤波和多级中值滤波的优点,在噪声检测阶段采用两级检测的方法,首先进行极值检测,然后利用图像结构信息进一步判断是否是噪声点,使得对脉冲噪声的检测更为合理、准确,保护了图像细节,而且运算速度较快,具有良好的综合性能。针对于混合噪声,本书结合中值与模糊技术,提出了两种具有细节保护性能的混合噪声滤除算法 MF-I 和 MF-II,首先对图像进行灰度极值判断,并分别利用像素点与其邻域像素的相容性信息(MF-I)或图像纹理信息(MF-II),准确地检测出脉冲噪声,避免了对强边界点进行滤波;对于含高斯噪声的像素采用模糊滤波器进行处理,其优化的权值能更准确地反映像素间的关系。这两种算法对图像中的混合噪声均有较好的滤波效果,并能较好地保护图像细节特征。

其次,研究了图像边缘检测技术。从提高边缘检测算法简便性和鲁棒性的角度,结合图像的梯度统计信息,提出了一种基于梯度直方图的边缘提取方法。算法通过方向划分将梯度的计算简化为在一维空间实现,并且利用梯度直方图的统计特征实现梯度阈值的动态选取,增强了算法的适应性。该算法简便灵活,无须通过计算获取梯度方向,可以有

效地检测出图像的单像素边缘,具有较强的鲁棒性。针对小波边缘检测,提出了有效边缘包络带思想和基于有限元约束的边缘融合算法,从有限元逼近的角度阐述了边缘检测过程,根据有限元单元结构约束进行融合。

再次,研究了图像中的直线特征检测问题。本书基于“多对一”映射原理和“从局部到全局”的思想,提出了一种改进的直线检测算法。算法中局部小区域的利用可有效地减少直线检测中的盲目性和量化误差的影响。与标准 Hough 变换相比,该算法运算速度快、占用存储空间小等特点,而且速度不受角度分级精度的影响,具有良好的鲁棒性。

最后,以邮件分拣机为应用背景,综合运用图像滤波、边缘检测、直线检测、图像匹配等技术,设计了一套基于动态图像处理的邮件检测方法。针对网络视频应用,本书研究了错误隐藏方法,提出了一种用于帧内预测解码的基于边缘分析的错误隐藏算法和从像素域恢复预测残差的角度出发,研究了一种用于帧间预测解码的基于残差恢复的错误隐藏算法,实现更为准确的错误隐藏,有效地提高了图像的主客观质量。

本书内容都是作者近年来在图像处理与应用方面所取得的研究成果,由于本人水平有限,加上图像处理技术本身在不断丰富和发展,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

段大高

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 图像处理与计算机视觉	1
1.1.2 图像处理与计算机视觉的应用	3
1.2 国内外研究现状	4
1.2.1 图像降噪算法	5
1.2.2 图像中的边缘检测	5
1.2.3 图像中的直线特征检测	8
参考文献	10
第 2 章 图像滤波基础	16
2.1 引言	16
2.2 噪声的种类及数学模型	16
2.3 非线性滤波技术	18
2.3.1 基于排序统计的滤波方法	19
2.3.2 基于数学形态学的滤波方法	21
2.3.3 基于模糊理论的滤波方法	21
2.3.4 基于小波分析的滤波方法	22
2.3.5 其他方法	23
2.4 滤波性能的评估	24
2.4.1 客观评价方法	24



2.4.2 主观评价方法	26
2.5 本章小结	27
参考文献	27
第3章 脉冲噪声的非线性滤波算法研究	32
3.1 引言	32
3.2 脉冲噪声的模型及特点分析	33
3.3 中值型脉冲噪声滤波算法的发展	33
3.4 基于两级检测的脉冲噪声滤波算法	34
3.4.1 关于脉冲噪声图像的假设	35
3.4.2 脉冲噪声检测	36
3.4.3 噪声滤除	38
3.4.4 实验结果及分析	39
3.5 本章小结	44
参考文献	45
第4章 混合噪声的滤波算法研究	47
4.1 引言	47
4.2 混合噪声滤波算法	47
4.3 模糊技术及混合噪声滤波	49
4.3.1 模糊理论在图像处理中的应用	49
4.3.2 模糊滤波技术	50
4.4 两种基于中值-模糊技术的混合噪声滤除算法	51
4.4.1 MF-I 混合噪声滤波算法	52
4.4.2 MF-II 混合噪声滤波算法	55
4.4.3 实验结果及分析	56
4.5 本章小结	62
参考文献	62
第5章 边缘检测算法研究	66
5.1 引言	66

5.2 边缘检测基础	67
5.2.1 边缘检测的几个定义	67
5.2.2 边缘的分类	67
5.2.3 边缘点的梯度	68
5.2.4 边缘检测的基本步骤	69
5.3 边缘检测算法中的参数选择	70
5.3.1 高斯滤波器尺度参数的选择	70
5.3.2 边缘检测中的阈值选择	71
5.4 基于梯度统计信息的边缘检测算法	72
5.4.1 灰度直方图与梯度直方图	73
5.4.2 算法步骤	76
5.4.3 算法的调整	78
5.4.4 实验结果及分析	79
5.5 基于有限元边缘的融合算法	80
5.5.1 问题的提出	80
5.5.2 小波变换图像边缘包络带	81
5.5.3 自适应网格规划	91
5.5.4 多尺度边缘融合准则	92
5.5.5 实验结果及分析	94
5.6 本章小结	98
参考文献	98
第 6 章 基于 Hough 变换的直线检测算法研究	102
6.1 引言	102
6.2 标准 Hough 变换	103
6.2.1 Hough 变换原理	103
6.2.2 Hough 变换的实现步骤	104
6.2.3 标准 Hough 变换存在的问题	105
6.3 几种改进 HT 的性能分析	106
6.4 一种基于 HT 的直线检测改进算法	107
6.4.1 几个假设	108
6.4.2 算法具体步骤	108



6.4.3 算法性能分析	110
6.4.4 实验结果及分析	111
6.5 本章小结	112
参考文献	112
第7章 图像处理应用	114
7.1 邮件分拣机系统简介	114
7.2 分拣机视频检测系统硬件设计方案	117
7.3 动态图像检测算法简介	118
7.4 基于动态图像处理的邮件检测算法	119
7.4.1 预处理	120
7.4.2 边界特征提取	120
7.4.3 自适应多直线匹配方法	121
7.4.4 邮件的提取	121
7.4.5 邮件单像素轮廓提取和边界跟踪	122
7.4.6 面积和中心位置的计算	123
7.4.7 实验结果及分析	123
7.5 错误隐藏	124
7.6 H.264 错误隐藏研究进展	128
7.6.1 错误检测	128
7.6.2 错误隐藏	129
7.7 基于边缘分析的错误隐藏算法	131
7.7.1 局部边缘走向分析	131
7.7.2 错误隐藏算法	134
7.7.3 实验结果及分析	136
7.8 基于残差恢复的错误隐藏算法	139
7.8.1 算法原理	139
7.8.2 时域隐藏	140
7.8.3 残差恢复算法	141
7.8.4 实验结果及分析	143
7.9 本章小结	144
参考文献	145

1.1 研究背景

1.1.1 图像处理与计算机视觉

图像处理技术在广义上是各种与图像有关技术的总称。图像技术种类很多,跨度很大,但可以将它们归在一个整体框架——图像工程。图像工程是一个对整个图像领域进行研究应用的新学科,它的内容非常丰富,根据抽象程度和研究方法等的不同可以分为不同的层次,如文献[1,2]中将其分为图像处理、图像分析和图像理解3个由低到高的层次,如图1.1所示。

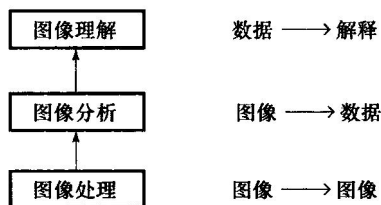


图 1.1 图像工程的 3 个层次

图像处理着重强调在图像之间进行变换以改善图像的视觉效果,是比较低层的操作,它主要在图像像素级上进行处理。该层主要涉及图像滤波、增强、恢复、校正、压缩等技术,其输入和输出均为图像(如图1.1所示)。

图像分析则主要是对图像中感兴趣的目标进行检测和测量,以获得它们的客

观信息从而建立对图像的描述。图像分析位于中层,它侧重于对像素集合——目标的表达进行测量描述,主要涉及边缘检测、图像分割、目标表达、描述以及形状、纹理、运动等处理。其输入为图像,输出为数据。

图像理解的重点是在图像分析的基础上,进一步研究图像中各目标的性质和它们之间的相互关系,并得出对原始成像客观场景的解释,从而指导和规划行动。图像理解属于高层操作,基本上是对从描述中抽象出来的数据符号进行运算推理。本层主要涉及图像匹配、融和、三维建模、场景恢复等方面,其输入为数据,输出为对数据的解释。

也有学者将图像处理技术分为两个层次,如文献[3]中从计算机视觉的角度将其分为低层的图像处理和高层的图像理解。虽然分类结果不同,但都是基于由低到高的顺序和输入输出特点进行分类的,其本质上是相同的。

信号处理理论与计算机出现以后,人们用摄像机获取环境图像并转换成数字信号,用计算机通过数字图像处理的方法模拟人类对视觉信息处理的全过程,这样就形成了一门新兴的学科——计算机视觉(Computer Vision, CV)。

计算机视觉又称为机器视觉,是一个相当新且发展十分迅速的研究领域。计算机视觉以图像处理技术为基础,是计算机科学和人工智能研究的重要领域,其主要研究目的是:

- 提供人类视觉的计算模型。
- 利用计算机来设计与发展某种合适的视觉系统。

计算机视觉是在 20 世纪 50 年代从统计模式识别开始的,当时的主要工作集中在二维图像分析和识别上,如光学字符识别、工件表面、显微图片和航空图片的分析和解释等。60 年代 Roberts 的研究工作开创了以理解三维场景为目的的三维机器视觉的研究,到 70 年代初已经出现了一些视觉应用系统^[4]。

从 20 世纪 70 年代中期到 80 年代初期, Marr 教授通过在美国麻省理工学院(MIT)进行的视觉理论方面的研究,提出了第一个计算机视觉领域的理论框架——计算视觉(Computational Vision)理论,该理论在 80 年代成为机器视觉研究领域中的一个非常重要的理论框架。这一理论把视觉过程看做一个信息处理的过程,并提出对于信息处理过程的研究应分为 3 个不同的层次,即计算理论层次、表达与算法层次、硬件实现层次。按照 Marr 的理论,视觉过程分为 3 个阶段:早期阶段、中期阶段和后期阶段。

对应这 3 个视觉过程的阶段,产生了计算机视觉中的 3 个层次研究内容:低层



视觉、中层视觉和高层视觉。

► 低层(Low Level)视觉:表示二维图像中的重要信息,主要研究图像中的亮度变化、位置及其几何分布和组织结构。这一过程中涉及大量的图像处理技术和算法,如图像滤波、图像增强、边缘检测等,以便从图像中抽取诸如角点、边缘、线条、边界以及色彩等关于场景的基本特征,还包括了各种图像变换、纹理检测以及图像运动检测等。

► 中间层次(Intermediate Level)视觉:在以观察者为中心的坐标系中,表示可见表面的方向、深度值和不连续的轮廓。其主要任务是恢复场景的深度、表面法线方向、轮廓等有关场景的2.5维信息,实现的途径有立体视觉(stereo vision)、测距成像(rangefinder)、运动估计(motion estimation)、纹理特征等估计方法。

► 高层次(High Level)视觉:在以物体为中心的坐标系中,用由体积基元和面积基元构成的模块化多层次表示,描述形状及其空间组织形式。主要包括恢复物体完整的三维图、建立物体的三维描述、识别三维物体等方面。

计算机视觉技术目前仍处于不太成熟的阶段,其发展远远落后于人们所寄予的期望,其面临的主要困难体现在图像的多义性、环境因素影响、知识导引以及数据量大等几个方面^[4]。

1.1.2 图像处理与计算机视觉的应用

目前图像处理技术的应用主要可以分为两大类:一类是用于存储和传输,如通信领域;另一类是用于检测和识别目的,结合计算机视觉技术,广泛地应用于遥感、导航及工业生产等不同的领域。

1. 用于存储和传输

由于未经压缩的数字图像将会占用相当大的存储空间,为方便存储,人们陆续研究了基于像素的压缩方法(即第一代压缩方法)和基于语义特征的压缩方法(即第二代压缩方法)。另外随着网络技术的发展,图像在网络上的传输也变得越来越重要,但是由于网络带宽的限制,图像在通过网络传输之前必须进行压缩和编码,在接收端则需要将接收到的压缩数据进行解码,这就需要采用不同的图像处理技术。

2. 用于检测和识别

(1) 遥感应用:通过对遥感图像的处理和识别,在军事上可以帮助军方快速的找到机场、公路、桥梁等关键设施,也可以让人们随时了解荒漠植被的生长情况以



及森林火警等。

(2) 交通管理:如用于交通管理、运输工具的流量控制、车型识别、车牌识别等方面。

(3) 医学领域:如生物组织(如X光或超声波下的器官)运动分析等方面。

(4) 军事领域:用于对空监视中的多目标跟踪,机载或弹载前视红外图像中的目标检测,导弹动态测量等方面。

(5) 生物特征识别:随着安全意识的增强,人们根据人类自身生物特征的唯一性,提出了根据生物特征对人进行识别的图像处理技术。人类所具有的生物特征包括指纹、虹膜等。通过图像采集设备获取人的这些生物特征,并对这些特征进行图像处理,然后将处理结果和预先存储在数据库内的信息进行比对就可以实现识别的功能。

(6) 工业领域:工业领域是目前图像处理技术和计算机视觉技术应用比较集中的领域。随着自动化技术的飞速发展,人们对生产的自动化要求越来越高,产品的自动化检测技术随之产生,通过对生产线上的产品采集图像,并对其进行实时图像处理,可以自动判别产品的合格与否,大大地提高了生产率。当前其主要应用如下。

① 半导体行业:半导体芯片质量检测。

② 电子行业:印刷电路板检测、元器件装配检测。

③ 大平面表面检测:如玻璃表面检测、平面显示器检测纸张表面检测等。

④ 烟草行业:如成品烟外观检测、烟丝质量检测等。

⑤ 食品行业:如食品的分检。

1.2 国内外研究现状

由前面论述可知,低层次视觉主要是对输入的原始图像进行处理,这一过程借用大量的图像处理技术和算法,作为计算机视觉3个层次中的基层,低层视觉处理的有效性将直接影响高层视觉处理的难易和好坏,因此对低层视觉的研究不仅具有深远的理论意义,也具有广泛的应用意义,其在计算机视觉理论体系中的作用和意义不言而喻。

本书重点研究计算机视觉中的噪声滤除和二维特征检测技术,包括脉冲噪声和混合噪声的降噪、边缘检测及直线特征检测等内容,主要属于低层次视觉部分。



1.2.1 图像降噪算法

一幅图像不可避免地要受到各种噪声源的干扰,包括电传感器噪声、相片颗粒噪声和信道误差等,因为噪声滤除往往是图像处理中的第一步,降噪效果好坏将直接影响后续处理结果,所以噪声滤除在图像处理中占有相当重要的地位。

噪声滤除算法多种多样,在图像处理算法中是一个庞大的家族。滤波算法可以从功能上分类,这类算法一般针对特定的噪声类型而设计,如脉冲噪声滤波算法^[5-8]、高斯噪声滤波算法^[9-13]、斑点噪声滤波算法^[14,15]、混合噪声滤波算法^[16-19]等。

另外,也可从设计方法上将滤波算法分为线性滤波算法和非线性滤波算法两大类。在数字信号处理和数字图像处理的早期研究中,线性滤波器是噪声抑制处理的主要手段,如均值滤波、维纳(Wiener)滤波和卡尔曼滤波等。线性滤波算法对高斯型噪声有较好的滤波效果,而当信号频谱与噪声频谱混叠时或者当信号中含有非叠加性噪声时(例如,由系统非线性引起的噪声或存在非高斯噪声等),线性滤波器的处理结果就很难令人满意。

非线性滤波技术从某种程度上弥补了线性滤波方法的不足,由于它能够在滤除噪声的同时较好地保持图像信号的高频细节,从而得到广泛的应用。著名学者Tukey于1971年首次提出了一种非线性滤波器——中值滤波器,从此揭开了非线性滤波方法研究的序幕。非线性滤波技术发展到现在,基于中值滤波的改进算法^[20-23]层出不穷,在非线性滤波算法中占有重要的地位。另外,很多新的非线性滤波算法也相继涌现,如基于数学形态学的滤波方法、基于模糊理论的滤波方法、基于神经网络的滤波方法和基于小波分析的滤波方法等,这些都为图像滤波技术的发展提供了新的思路。

本书重点研究非线性滤波技术,关于非线性滤波技术将在第2章予以详述。

1.2.2 图像中的边缘检测

边缘是图像最基本的特征,存在于目标与背景、目标与目标、区域与区域之间,是图像分割所依赖的重要特征,也是纹理特征的重要信息源和形状特征的基础。根据具体应用要求,设计新的边缘检测方法或对现有的方法进行改进,以得到满意的边缘检测结果依然是研究的主流方向^[24]。

目前,主要的边缘检测算法包括经典的边缘检测算法、基于模糊技术的边缘检

测算法、基于小波分析的算法、基于形态学的算法和基于分形理论的算法等几大类,下面将分别简单介绍。

1. 经典的边缘检测算法

经典的边缘检测算法一般采用微分的方法进行检测。常见的基于一阶微分(梯度)操作的算子主要有 Sobel 算子、Roberts 算子、Prewitt 算子、Kirsch 算子,这些算子在求边缘的梯度时,需要对每个像素位置计算,在实际中常用小区域模板卷积来近似计算。一阶微分算子计算简便快速,但一般都需要事先设定阈值,而且得到的边缘较“厚”,定位不准确。

为提高边缘定位精确度,后来出现了基于二阶微分的边缘检测算子。主要有拉普拉斯(Laplacian)算子以及 Marr 和 Hildreth 提出的 LoG 算子。这类算子基于一阶导数的局部最大值对应二阶导数的零交叉点这一性质,通过寻找图像灰度的二阶导数的零交叉点从而精确地定位边缘,但同时也带来了另一个问题:算法对噪声相当敏感,而且由于零交叉点并非与边缘点一一对应,因而常会产生一些虚假边缘^[25,26],从而限制了其应用。

1986 年,Canny 在其论文中总结了以前的成果,提出了边缘检测三准则,并据此设计了著名的 Canny 边缘检测算法。迄今为止,Canny 算法仍是最为有效的边缘检测算法之一。但它也有不足之处:一方面是参数的选择问题,Canny 算法中的参数是人为设定的,不具有自适应性,而且参数选择对检测结果影响很大,鲁棒性较差^[27];另一方面,Canny 定义的边缘检测的 3 个准则是在连续域设计的,而用于离散域就会有一些问题^[28]。

由于以上经典算法存在各自的不足之处,后来很多学者以此为基础提出了相应的改进算法^[29-34],如文献[29]中结合 LoG 边缘检测算子和降噪机制,提出了一种较为简单的机制来检测有较大范围灰度对比度变化的边缘检测问题;文献[30]中结合 LoG 算法和查询表(Look-up-table)方法,提出了一种实时的边缘检测算法;文献[33]则结合 LoG 算子和 Canny 算子的优点,提出了一种新的边缘检测方法。

2. 基于模糊理论的边缘检测算法

模糊集合理论主要可解决在模式识别的不同层次中,由于信息不全面、不准确、含糊、矛盾等造成的不确定性问题。20 世纪 80 年代中期,Pal 和 King 等人^[35]提出了一种图像边缘检测模糊算法,首次将模糊集理论引入到图像的边缘检测算法中,能有效地将物体从背景中分离出来,并在模式识别和医疗图像处理中获得了

良好的应用,该算法也存在一些缺陷,比如损失了一些低灰度值边缘信息,并且运算较为复杂。迄今为止,模糊技术已经在图像的边缘检测中得到了广泛的应用,如文献[36]对 Pal 算法进行了改进,提高了其抗噪性能;文献[37]则主要针对 Pal 算法速度慢的问题,提出了一种快速模糊算法,提高了检测速度。文献[38]结合 Sobel算子与模糊技术,提出了一种模糊 Sobel 算法,克服了 Sobel、Prewitt 检测的边缘模糊问题;Russo 在文献[39]中利用模糊推理从受脉冲噪声污染的像素点中判断出边缘点,提出了一种用于噪声图像边缘检测的算法。

3. 基于小波理论的边缘检测算法

小波变换是近年来兴起的一种热门信号处理方法,它良好的时-频局部特性非常适合于图像处理。小波变换天生具有的多尺度特性,通过小波变换多尺度提取图像边缘是一种非常有效的方法,由于小波变换具有多尺度特性,图像每个尺度的小波变换都包括了一定的边缘信息。当尺度小时,图像的边缘细节信息较为丰富,边缘定位精度高,但易受噪声干扰;大尺度时,图像的边缘稳定,抗噪性好,但定位精度差。将各尺度的边缘图像结果综合起来,发挥不同尺度的优势,就能得到精确的边缘图像^[40]。

基于小波分析的多尺度边缘检测算法可以分成两种^[41]:一种方法^[42,43]是直接构造边缘算子作用于原图像函数以检测边缘;另一种方法^[44]首先通过小波变换获得图像的多尺度特征,然后对像素进行分类,根据分类结果再进行处理。

4. 基于形态学的边缘检测算法

数学形态学是一门新兴的图像分析学科,它以严格的数学理论和几何学为基础,着重研究图像的几何结构及相互关系。数学形态学对图像的处理是基于填充结构元素的概念,构造不同的结构元素可完成不同的图像分析^[45]。其最大的特点是能将复杂的形状进行分解,并将有意义的形状分量从无用的信息中提取出来。文献[46]综合应用改进的 Sobel 算子和数学形态学方法对医学图像进行目标边缘的提取,通过使用最基本的形态学腐蚀和膨胀方法,得到了较为满意的图像边缘结果;文献[47]提出了一种可适用于灰度图像的基于软化形态学的边缘检测算法;此外还有考虑了形态运算的全方位特性及多结构元多尺度分析特性的算法,如多尺度自适应加权形态边缘检测算法^[48]、交替滤波的全方位形态边缘检测算法等^[49]。

以数学形态学方法进行图像的边缘检测,算法简单且能较好地保持图像的细节特征,而且结构元选取灵活,可针对不同的图像及检测目的选取不同形式的结构元。但正如任何事物都具有两面性一样,其在灵活的同时也导致算法的适应性



变差。

5. 基于神经网络的边缘检测算法

人工神经网络是进行模式识别的一种重要工具和方法,它需要的输入知识较少,比较适合于并行实现,近年来神经网络提取图像边缘的方法已经成为一个新的研究分支。在各种神经网络模型中应用最广泛的一类是前馈神经网络,而其中最常用的就是BP算法,目前已有学者提出了基于BP网络的边缘检测算法^[50],但BP网络收敛速度较慢,数值稳定性较差,很难满足实际应用的要求;除BP网络外,基于Hopfield反馈网络的边缘检测算法^[51,52]也是近年来的常用方法。

6. 基于分形理论的边缘检测算法

任意一幅图像都存在局部之间的自相似,即从局部上存在一定程度近似的分形结构。图像中处在边缘区的子图分形失真度比较大,而处在平坦区或纹理区子图的分形失真度比较小,因此,就可以利用图像边缘在分形中的这一性质来提取图像的边缘^[53]。由于基于分形特征的边缘检测方法选取的模板不能太小,因而检测出的边缘较粗,需进一步细化处理,定位精度不高^[54]。

由以上论述可以看出,边缘检测作为图像处理中的一个重要环节,受到大家的广泛关注,传统的方法不断得到改进,新方法层出不穷。这些算法各有特点,每一种算法又都没有绝的优势。事实上,边缘检测作为低层视觉的一个重要环节,通常被认为是一个非良态(ill-posed)问题,很难从根本上解决,比如边缘定位精度与抗噪问题、参数选择问题等,迄今仍未有十分有效的方法,因此边缘检测仍将会是图像处理与分析领域一个需要长期解决的问题。

1.2.3 图像中的直线特征检测

直线也是图像的基本特征之一。一般物体平面图像的轮廓可近似为直线及弧的组合,因此,对物体轮廓的识别与检测可以转化为对这些基元的检测与提取。另外,在运动图像分析和估计领域,也可以采用直线对应法实现刚体旋转量和位移量的测量。视觉运动分析是研究从场景的图像序列提取场景中目标物体的结构、位置和运动信息的理论和方法,经过前期图像处理,将视觉系统所提供的序列图像进行图像特征的提取和匹配。可以作为图像特征的几何元素是多种多样的,如点、直线段等。一般来说,图像特征抽象层次的提高,将更有利于进行图像处理和分析。而采用直线作为图像特征,具有很多优点,如特征明显、信息量少、计算量小等,因此,对图像直线检测算法进行研究有很重要的意义^[55]。