

国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目

国家自然科学基金资助项目

教育部新世纪优秀人才计划资助项目

四川省科技计划资助项目

中航工业成飞集团科学研究与技术开发资助项目

视频监控与 小波纹理

——面向视神经细胞模型复杂环境感知与定位的图像理解技术

李建平 郭崇云 刘永兵 李昕硕 著
黄源源 胡德坤 李朝荣

SHIPIN JIANKONG YU XIAOBO WENLI



电子科技大学出版社

国家高技术研究发展计划（863计划）资助项目
国家自然科学基金资助项目
教育部新世纪优秀人才计划资助项目
四川省科技计划资助项目
中航工业成飞集团科学研究与技术开发资助项目

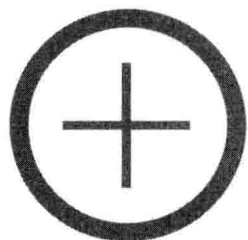
视频监控 小波纹理



——面向视神经细胞模型复杂环境感知与定位的图像理解技术

李建平 郭崇云 刘永兵 李昕硕 著
黄源源 胡德坤 李朝荣

SHIPIN JIANKONG YU XIAOBO WENLI



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

视频监控与小波纹理: 面向视神经细胞模型复杂环境感知与定位的图像理解技术 / 李建平等著. —成都: 电子科技大学出版社, 2014.4

ISBN 978-7-5647-2300-2

I. ①视… II. ①李… III. ①小波理论—应用—视频系统—监视控制 IV. ①O174.22②TN941.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 064370 号

内 容 提 要

对非结构化、随机性自然场景的感知和理解, 是视觉成像处理系统中具有挑战性的前沿课题。本书以视觉图像获取、分析、增强、处理为主线, 以视频监控、小波纹理为基础, 重点研究面向视神经细胞模型复杂环境感知与定位的图像处理新技术, 通过借鉴生物视觉模型, 将场景表达与认知学新视觉特征进行融合, 为场景感知和辨识提供一种新的技术手段。受视神经细胞认知智能启发, 特别是利用生物视觉皮层上的 V1 细胞, 具有类似于 Gabor 滤波器和高斯拉普拉斯滤波器特性, 借助小波变换和独立分量分析原理, 探索新型算法, 研究自适应自然场景感知和新的识别技术。其中, 通过生物视觉模型的研究, 将认知学新特征与场景表达相融合, 提升自然场景图像的自适应辨识能力。为此, 作者提出了新的相关算法, 解决视觉图像处理系统中面临的自然场景多样性、随机性、复杂性以及运动性所带来的关键理论问题, 揭示其内在规律与辩证特性, 为机器人视觉感知、视频监控异常处理、智能化预警和海量图像的快速检索和高效摄像存储等领域, 提供新的科学研究方法和手段。

本书可以作为计算机与软件、通信工程、互联网技术、云计算与信息安全、大数据分析挖掘等相关专业的高年级本科生、硕士研究生、博士研究生、教师的教材和教学参考书, 可作为高等院校、研究机构、企事业单位的分析研究人员的重要参考书。



视频监控与小波纹理 ——面向视神经细胞模型复杂环境感知与定位的图像理解技术

李建平 郭崇云 刘永兵 李昕硕 著
黄源源 胡德坤 李朝荣

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 曾 艺

责任编辑: 曾 艺

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 三河市天润建兴印务有限公司

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张 17 字数 410 千字

版 次: 2014 年 4 月第一版

印 次: 2014 年 4 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-2300-2

定 价: 65.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

作者简介



李建平, 1964 年 10 月生, 湖南省祁阳县人, 理学学士, 理学硕士、工学硕士, 工学博士, 出站博士后, 教授 (1999 年由讲师破格直接晋升为教授), 博士生导师 (2000 年), 享受国务院政府特殊津贴 (2001 年), 加拿大圭尔夫大学 (University of Guelph) 客座教授 (Adjunct Professor), 国际小波分析应用研究中心创始人兼主任, 跨学科跨院校跨平台国际应用技术研究中心主任, 智能信息处理与小波分析应用学术团队负责人, 国际学术进展 International Progress on Wavelet Analysis and Active Media Technology (IPWAAMT, EI 检索) 创始人、主编, 国际学术期刊 International Journal of Wavelet Multiresolution and Information Processing (IJWMIP, SCI 检索学术刊物) 联合创始人、副主编, 多次国际学术大会主席、副主席、分会主席, 2004 年国际计算机学术大会 (ICC)、第三届国际小波分析及其应用学术大会 (ICWAA)、第二届智能体媒介技术国际学术大会 (ICAMT) 程序委员会主席, 2007 年信息计算及自动化国际学术大会 (2007 International Conference on Information Computing and Automation—ICICA2007) 主席, IEEE ICACIA2008、IEEE ICACIA2009、IEEE ICACIA2010、IEEE ICWAMTIP2012、10th IEEE ICCWAMTIP2013 国际学术大会主席。先后被选为美国信息工程学会委员、SPIE 会员、美国 IBM 公司及微软公司授权专家、国家公安部首席科学家、国务院政府特殊津贴获得者、国家科学技术奖励评审委员、教育部新世纪优秀人才计划获得者、教育部信息安全专家委员会成员、中国人工智能学会智能信息安全专委会副主任、四川省有突出贡献的优秀专家、重庆市优秀专业技术人才、总后勤部“科技新星”、总后勤部“十大学习成才标兵”, 1 次荣立二等功, 4 次受嘉奖。是国际上小波分析与信息处理研究领域十分活跃的知名专家。

李建平在国际上独立提出并首次建立了“小波变换的加速方法”、“矢量积小波变换理论”、“基于小波分析的电子签名系统”等理论与方法, 提出了“基于‘大特征’ (机器特征、文档特征、人体特征) 的信息安全传输的模型与方法”。作为主要发起人创办了一个国际研究中心、两个 SCI、EI 检索的国际学术期刊 (学术进展), 并分别成为主任、主编、副主编。

李建平先后主持和参与国家 973 项目 2 项、国家 863 高技术计划项目 10 项、国家自然科学基金项目 12 项、政府间国际合作项目 1 项、国家安全部项目 2 项、国家公安部项目 2 项、教育部新世纪优秀人才计划项目 1 项以及省部级、企业横向课题等共计 100 项。在 IEEE Transaction 等国内外著名学术期刊上发表学术论文 300 篇, 被国际三大检索机构 SCI、EI、ISTP 等检索收录论文 200 篇, 出版学术专著 31 部, 其中 2 部被多次修订重印, 主编 20 部大

型国际学术会议论文集，负责多个国际学术期刊 **Special Issue**。获得“全国优秀科技图书奖”暨“科技进步奖（科技著作）”二等奖 1 项（第一负责人）、全国优秀科技图书三等奖 1 项、西部地区优秀科技图书一、二、三等奖各 1 项、中国电子教育学会 2012 年电子类优秀科技图书三等奖 1 项、2012 年国家教育部自然科学一等奖 1 项、2013 年四川省成都市科技进步奖 1 项。

李建平先后指导博士生 100 余名、硕士生 1000 余名，有的被评选为重庆市、四川省优秀硕士学术论文、博士学位论文、中国计算机学会（CCF）优秀博士学位论文，有多名博士作为项目负责人获得国家自然科学基金项目资助。

ABSTRACT

The topic on unstructured random natural scene perception and understanding is a challenging problem in visual imaging and processing research area. This paper, taking example by Biological Vision Model(BVM), is devoted to providing a new technical approach for the scene perception and recognition by merging new cognitive visual features into the scene expression. Inspired by Nerve Cells Cognitive Intelligence, we make use of the characteristics of Gabor filter and Laplacian of Gaussian filter which is be akin to V1 cells in the biological visual cortex, and apply the wavelet transform and ICA to study a new technique in adaptive natural scene perception and recognition. Especially through the study of the biological visual model, the adaptive recognition ability of the natural scene image is enhanced with the integration of cognitive visual features and the scene expression, and new related algorithms are put forward to solve varieties of critical theoretical problems in visual image processing system such as diversity, randomness, complexity and moveability, in order to discover the inherent law and dialectical characteristics and provide new scientific research thoughts and methods in robot visual perception, exception handling in video surveillance, intelligent warning, mass image fast retrieval, efficient image storage and et al.

前 言

对非结构化、随机性自然场景的感知和理解，是视觉成像处理系统中具有挑战性的前沿课题。本书以视觉图像获取、分析、增强、处理为主线，以视频监控、小波纹理为基础，从逻辑上分上篇、中篇、下篇，重点研究面向视神经细胞模型复杂环境感知与定位的图像处理新技术，并取得好的研究成果。

视频监控系统作为人类视觉功能的延伸，在许多应用中发挥着越来越重要的作用，有着十分重要的价值。近年来，随着电子信息技术特别是计算机视觉与多媒体技术、通信技术的兴起与发展，视频监控领域的研究取得了许多重大突破，视频信息的智能分析与处理、视频信息的压缩与传输是最活跃的两个方面，其中值得研究的问题是开放和无止境的。本书对视频监控系统的人脸识别、视频增强和视频编码优化三个基本问题进行了较为深入的研究，并提出了一些新的方法。

第一，人脸识别在视频监控系统中扮演着关键的角色。虽然自动人脸识别(Automatic Face Recognition, AFR)技术发展到今天已经非常成熟，但是在非可控环境下仍然存在许多问题，尤其是光照条件发生变化时，识别效果会明显下降。视频监控系统全天候工作的特点使得采集的人脸图像无法避免光照的影响，因此克服光照变化对人脸识别的影响在视频监控应用中就尤为重要。本书首先深入研究了人脸识别中的光照问题，然后基于人类视觉系统的人脸光照模型，提出了一种新的光照不变人脸特征描述方法，主要原理是采用轮廓波变换(Contourlet Transform, CT)处理对数域的人脸图像，分解得到低频子带和高频子带，然后利用轮廓波去噪模型，保持低频系数不变，改变高频系数后使用轮廓波逆变换(Inverse Contourlet Transform, ICT)重构图像，进而估计光照模型中的光照不变成分。本书还提出一种基于混合投影函数的人脸特征描述方法，该方法对人脸图像进行分块处理并利用混合投影函数和图像熵构建特征矩阵，由于混合投影函数对光照变化和随机噪声不敏感，图像的分块处理能减弱人脸图像局部变化的影响，因此是一种良好的光照鲁棒性人脸特征描述方法。实验表明，这两种方法均能有效提高光照变化条件下的识别率。

第二，视频增强是视频监控系统中的关键技术之一。通常视频监控系统要求能够 24 小时工作，由于夜间亮度不足造成监控视频质量低下，给后续的分析与识别带来很多困难，因此提高夜间视频的视觉质量就非常重要。本书提出一种使用小波变换(Wavelet Transform, WT)的夜间视频增强算法，该方法首先结合色彩空间转换和小波变换来分离视频的光照成分，并对监控视频作运动检测和背景估计，借助相同场景的白天高质量视频，提出一种新的融合规则来进行视频增强，最后重构彩色的图像和视频。实验表明，该方法能非常有效的提高夜间视频的视觉质量。

第三，视频编码优化在视频监控系统中也非常重要。新一代视频编码标准 H.264/AVC 及可伸缩视频编码(Scalable Video Coding, SVC)的提出使得视频数据的压缩格式越来越先进，

但这是以提高计算复杂度为代价的。视频监控系统中海量的视频数据与有限的存储和网络资源的矛盾,实时性处理的需求与嵌入式设备有限的计算能力和能耗的矛盾,成为视频监控系统的瓶颈,这就使得提高视频的编码速度非常必要。本书首先提出一种适宜于 H.264/AVC 的帧间快速视频编码算法,该方法首先利用运动和纹理预测可能的编码模式,排除可能性较小的模式,然后利用时间和空间的相关性预测各种模式的可能性大小及编码顺序,并结合相关性和量化参数利用率失真和残差系数提前终止。实验表明,该算法能够有效地提高编码的速度,同时对编码效率的影响很小。本书还基于质量可伸缩编码的特征,并结合层间相关性、残差系数和运动向量,提出了一种质量可伸缩编码中增强层间快速编码算法。实验表明,该算法在编码效率损失很小的情况下能有效地提高编码速度,且特别适合应用于运动复杂的视频序列。

波域纹理特征提取方法主要有两类,一类是在小波的各个子带上计算简单的签名特征,二是用复杂的统计模型如泛化高斯模型、高斯混合模型或隐马尔科夫树等刻画小波系数分布。研究表明,基于统计模型的方法能获得较好的效果,且被广泛应用于图像分析与模式识别等领域。国内外对小波域统计模型的研究已经有很长的历史,早期的方法主要在每个小波子带上建立一个独立的统计模型。虽然大量文献已经证实了小波域上存在某种依赖关系,但由于这些依赖关系的复杂性,在小波域设计出一个有效的多维联合分布仍然十分困难。近年来不断报道了在小波域上建立多维联合分布的方案,这些方案有效地提高了小波在纹理分析领域的性能。

Copula 方法在金融领域已经得到广泛而成功的应用,它已经被实践证明了是刻画变量间相关结构的优秀工具。将 Copula 理论引入小波域是一个重要而有效的举措。利用 Copula 建立小波域联合模型的优点是先可以对小波的各个子带进行独立建模,再用 Copula 函数将这些独立的模型联合为一个多维统计模型。由此建立 Copula 多维模型只需研究相对较独立的两个部分:各个子带的边缘分布和小波域间的依赖关系。小波域间的依赖关系错综复杂,加上目前的 Copula 函数对相关结构刻画的局限性,因此如何在小波域上设计出 Copula 能够捕获的依赖结构是一个亟待解决的问题。

本书围绕各种小波域上的依赖关系进行研究,构建 Copula 驱动下的小波域多维模型,主要工作与贡献如下:

1. 将 Copula 理论应用到小波域,研究并实现了实数和复数两大类小波域上的 Copula 多维模型。其中实现的实数小波有传统小波、Contourlet 方向小波、平稳小波;实现的复数小波有对偶树复小波、Gabor 小波、四元数复小波。研究了比较常用而且具有代表性的小波域依赖关系,在这些小波变换域上建立 Copula 多维模型具有较大实用价值。在纹理检索实验中详细地分析与比较了这些小波域上的 Copula 多维模型的性能。

2. 由于小波域依赖的复杂性,本书结合散点图、互信息、Chi-Plot 图等分析了小波域上的依赖关系。将小波域上的依赖关系分为了四类:子带内依赖、尺度内依赖(方向间依赖)、尺度间依赖以及子带内颜色分量依赖。针对各种小波变换的不同特性设计了不同的依赖模型,并用 Copula 理论实现了这些依赖模型,从而有效提高了小波对纹理特征的代表能力。

3. 提出了小波域上的二级尺度间依赖模型。该模型通过将相邻两分解层的四叉树结构连接为一个 5 维向量。先对向量的各分量建立边缘分布后,用 Copula 将这些边缘分布连接为一个多维分布模型,对于三层分解的小波域可以建立两个尺度间模型。二级尺度间模型有两

个优点：第一，它同时捕获了尺度间依赖和子带内依赖；第二，与子带内依赖相比二级尺度间模型的维数低、Copula 模型少，因而计算量较低。

4. 提出了基于 Gabor 小波和 Copula 理论的旋转不变纹理表示方法。旋转不变纹理检索与分类一直以来是纹理分析研究的难点。该方法首先将每一层的 Gabor 方向子带进行合并，然后用 Copula 连接各分解层中被合并后的子带，实现了旋转不变多维分布模型。在设计上该方法充分利用了 Gabor 小波的特点，结合 Gaussian Copula 的 Kullback-Leibler 距离，具有较高的抗旋转变化干扰的能力和较低的计算复杂度。在 Brodatz 上的实验表明，该方法能显著提高纹理的旋转不变检索效果。

5. 提出了基于复数小波相角系数的 Copula 多维模型。在相角系数上探索了子带内、尺度间、和尺度内三种依赖模型，采用高斯混合模型拟合复杂的相角系数分布，并通过 Bayesian-ML 实现了纹理检索。实验表明在复数小波相角系数上 Copula 多维模型的检索性能要优于单变量模型。

人类能迅速地对所处的复杂场景做出判断并响应，准确获取目标对象的位置和类型，这是目前最先进的计算机视觉系统无法媲美的。场景理解是计算机视觉中具有挑战性的难点问题，是相关视觉应用的关键环节，复杂自然场景具有非结构化和随机性。对复杂自然场景的感知和定位难以兼顾算法效率和辨识效果。景物在不同地形地貌之中的相互组合与关联，系统的自适应设计也难以提高自然场景理解效果。因此，基于视觉注意机制的自然场景图像处理面临巨大的挑战。

视觉感知系统是对信息获取、加工、存储与理解的高度非线性层次神经动力学系统，视觉注意机制在视觉感知过程中具有关键作用。通过局部化视觉感知信息，利用有限的计算资源集中处理最关键信息，从而使得视觉感知过程具有实时性，且能适应复杂的感知环境。研究表明，影响视觉注意的因素来自两个方面，即自顶向下的先验知识和输入信号产生的自底向上传感器刺激。其中，自顶向下的先验知识与应用领域高度相关，很难进行统一建模分析。因此，出现了很多仅对传感器刺激进行建模的自底向上视觉注意模型。自底向上的视觉注意模型主要分为两类：一类是通过眼球跟踪仪获取人眼凝视图象的位置，采用统计方法得到人眼凝视时间长和凝视次数多的区域，并将其作为人类感兴趣的显著性区域；另一类则通过对输入图像多特征通道进行多尺度分析，得到关于图像中每个像素点感兴趣程度的显著性分布图，并基于该分布图进行感兴趣区域的提取。

Koch 和 Ullman (1985) 最早提出基于显著性分布图的视觉注意模型，此后，出现了许多基于显著性分布图的视觉注意模型。这些模型既不需要处理复杂的领域知识，也不需要输入图像进行人眼凝视时间和凝视次数统计的繁琐实验，方便应用。将这些模型应用到目标检测、视频压缩与编码、图像分析和场景理解等领域中，可将有限的存储计算资源用于处理输入图像或视频中人类视觉最感兴趣的区域。这样，在不降低处理效果的前提下，不仅可以减小系统的时空开销，而且还能多方面地提高系统性能，如处理结果更符合人类视觉需求、对噪声具有更强的鲁棒性、在复杂背景下具有更好的稳定性等。但这些模型需要计算输入图像高斯金字塔上多尺度多通道特征，并分别计算这些不同尺度特征的显著性分布图，然后将这些显著性分布图采样融合成一张全局的显著性分布图，采用 Winner-Take-All (WTA) 机制逐个选择最显著的区域。整个过程需要存储大量的中间结果，且具有较大的计算量，这使其在计算资源十分有限的嵌入式系统中很难得到应用。基于视神经细胞模型的生物启发特征可

更有效应用于大尺度自然场景图像的显著区域检测，增强图像辨识和理解，本书着重在此方面做深入研究。

生物科学实验证实，在灵长类动物脑内下颞叶皮层中，神经细胞的活动与动物对物体的识别有紧密联系。对特定物体的识别是通过与脑中存储的标准图像模板进行比较实现。因此，研究者认为模拟视皮层结构构造物体识别是一种可行的方法。

基于灵长类视觉皮层识别模型研究经历三个阶段：

(1) 以动物实验数据为基础，建立视觉模式识别模型，通过计算机仿真，验证人类对动物视觉工作机制的理解是否正确；

(2) 基于模型产生一套可验证性预测，并在动物实验中进一步论证；

(3) 根据动物视觉识别模型，寻找新的计算机视觉算法。

通过解剖(Anatomy)、电生理(Electrophysiology)、功能核磁共振成像(Functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI)、单细胞记录(Single-Unit Recordings)、顺行和逆行标记跟踪(Retrograde and Anterograde Tracing)等手段，生物实验研究者将猴和人等的大脑皮层按功能分成很多个区。研究得较清楚的一些视觉皮层是 V1、V2、V4、PIT 和 AIT，而另一些如 V3、VP、V4、MT (V5) 和 PFC 还不很清楚。

灵长类动物视觉系统将图像的不同特征(例如，形状、运动、颜色、空间位置等)分成不同通路并行处理，各通路为串行的等级结构。在所有并行处理通路中，最重要的两条通路是背侧通路(Dorsal Pathway)和腹侧通路(Ventral Pathway)。前者完成“在哪儿(Where)”功能，后者完成“是什么(What)”功能。例如，在背侧通路中，视网膜传出的神经电信号经由 LGN(外侧膝状体)进入 V1 视皮层，然后经由 V2→MT (V5)→MST，主要完成视觉的空间认知，同时完成运动认知。又例如，在腹侧通路中，即沿视网膜→LGN→V1→V2→V4→PIT→AIT→PFC，主要完成视觉目标(或称形状)认知，同时完成颜色认知。

本书是在国家高技术研究发展计划(863 计划)项目(2007AA01Z423)、国家自然科学基金项目(61370073)、教育部新世纪优秀人才计划项目(NCET-04-0894)、四川省科技计划项目、公安部四川消防所科研项目、中航工业成飞集团科学研究与技术开发项目资助下，由李建平发起组织，联合成都、重庆的部分大学教师和研究生、高年级本科生共同撰写完成，是这些科研项目科研成果的阶段性总结。为本书作出创新性贡献的有李建平(电子科技大学)、郭崇云(四川工商职业技术学院)、李昕硕(重庆大学)、黄源源(成都信息工程学院)、胡德坤(成都大学)、李朝荣(宜宾职业技术学院)、苗文中、曹放华、刘永兵、杨海庆、王全、王小培等(中航工业成飞集团)。另外，电子科技大学作者的博士研究生杨帆、陈建章、王建军、张马路，硕士研究生李平、吴洁琼、朱瑞峰、石东、杜仕浦、李小辉、唐小龙、陶中玉、张慧奔、朱亚楠、唐磐石、李威、李娇龙、谢德武等也为本书作出了重要贡献。书稿出来后，经多次讨论、反复修改、部分试用，最后由李建平审阅后定稿。在撰写过程中，得到了国内外许多专家的帮助和指导，得到了电子科技大学、后勤工程学院领导和专家的大力支持，在此一并向他们表示感谢。

本书的读者对象主要是从事计算机与软件、通信工程、互联网技术、云计算与信息安全、大数据分析、数学物理、信号及信息获取与处理、图像处理、医学、化学、石油地质勘探、机械工程等多方面的学术研究人员、工程技术人员、大学教师、研究生、大学生。对于有兴趣学习新学科、高科技知识的人来说，本书也是很好的入门图书。

本书是国内外图像理解技术研究领域科技工作者集体智慧的结晶。由于作者水平有限，书中一定存在不妥之处，欢迎批评。

Jianping LI/李建平, Professor and Ph.D.

Adjunct Professor, University of Guelph, Canada

Head of International Centre for Wavelet Analysis and Its Applications

Director of Global Research Centre on Wavelet Active Media Technology

Co-founder of International Journal of Wavelets Multiresolution and Information Processing

Founder and Editor in Chief of International Progress on Wavelet Active Media Technology and Information Processing

Vice Chairman of School of Computer Science & School of Software

University of Electronic Science and Technology of China (UESTC)

电子科技大学

智能信息处理与小波分析应用国际研究中心

四川省成都市高新区（西区）西源大道2006号

E-mails: jpli2222@uestc.edu.cn, 1073075862@qq.com

2014年4月

目 录

上 篇

第一章 视频监控系统绪论	1
1.1 视频监控概述	1
1.2 国内外现状和发展趋势	3
1.2.1 国内外现状	3
1.2.2 发展趋势	5
1.3 视频监控系统的几个关键技术	6
1.3.1 自动人脸识别	6
1.3.2 视频增强	7
1.3.3 视频编码优化	7
1.4 本章小结	8
第二章 视频监控中人脸特征描述方法研究	10
2.1 引言	10
2.1.1 人脸识别概述	10
2.1.2 视频监控中的人脸识别	11
2.1.3 人脸识别的光照问题	12
2.1.4 小结	16
2.2 一种基于轮廓波变换的光照鲁棒人脸特征描述方法	16
2.2.1 轮廓波变换与图像处理	16
2.2.2 对数人脸光照模型	18
2.2.3 基于轮廓波去噪模型的光照鲁棒特征提取	19
2.2.4 实验结果与分析	20
2.2.5 结论	22
2.3 一种基于混合投影函数和图像熵的光照鲁棒人脸特征描述方法	22
2.3.1 投影函数	22
2.3.2 图像熵	24
2.3.3 混合投影特征提取	25
2.3.4 实验结果与分析	26
2.3.5 结论	28
2.4 本章小结	28

第三章 视频监控中视频增强方法研究	29
3.1 引言	29
3.2 算法描述	30
3.2.1 RGB 色彩空间与 YCbCr 色彩空间的转换	31
3.2.2 小波变换与数字图像处理	32
3.2.3 基于小波变换的光照分离	35
3.2.4 背景估计和运动区域检测	36
3.2.5 融合规则和图像重构	37
3.2.6 算法流程	38
3.3 实验结果与分析	40
3.4 本章小结	41
第四章 视频监控中视频编码快速算法研究	43
4.1 引言	43
4.1.1 H.264/AVC 视频编码	43
4.1.2 可伸缩视频编码	44
4.1.3 小结	45
4.2 一种适宜于 H.264/AVC 的帧间快速编码算法	45
4.2.1 相关研究	46
4.2.2 利用运动和纹理预测	46
4.2.3 利用时间和空间相关性预测	49
4.2.4 算法流程	54
4.2.5 实验结果与分析	56
4.2.6 结论	56
4.3 一种质量可伸缩编码中增强层帧间快速算法	58
4.3.1 相关研究	58
4.3.2 模式选择的基本原理	59
4.3.3 算法流程	61
4.3.4 实验结果与分析	64
4.3.5 结论	65
4.4 本章小结	65
第五章 上篇总结与展望	66
5.1 工作总结	66
5.2 展望	66
上篇参考文献	67

中 篇

第六章 Copula 驱动的小波域纹理特征提取绪论	80
6.1 问题的提出与研究现状	80
6.1.1 纹理的定义	80
6.1.2 纹理的特征	81
6.1.2 纹理特征提取方法	83
6.1.3 小波域纹理特征提取研究现状	84
6.2 研究的主要内容	86
第七章 小波变换理论	87
7.1 传统小波变换	87
7.1.1 连续小波变换	87
7.1.2 小波多分辨分析	88
7.1.3 二维离散小波变换	89
7.2 复数小波变换	91
7.2.1 Gabor 小波变换	91
7.2.2 对偶树复小波	92
7.2.3 四元小波变换	94
7.3 方向小波变换	96
7.4 平稳小波变换	98
7.5 本章小结	99
第八章 Copula 模型及其参数估计	100
8.1 Copula 理论	100
8.1.1 多维 Copula	100
8.1.2 常见的 Copula 函数	101
8.1.3 Copula 函数特点分析	104
8.2 Copula 参数估计	104
8.2.1 完全最大似然估计	105
8.2.2 两阶段最大似然估计	105
8.2.3 两阶段最大似然半参数估计	106
8.2.4 非参数估计方法	106
8.3 本章小结	107
第九章 小波域依赖关系及常用多维模型	108
9.1 小波域间的依赖关系	108
9.2 小波域隐马尔科夫模型	111

9.3 小波域多维统计模型	113
9.3.1 多维统计模型	113
9.3.2 测地距离	115
9.4 本章小结	116
第十章 传统小波域 Copula 多维模型	117
10.1 小波域子带内依赖	118
10.2 小波域子带内颜色分量依赖	123
10.3 小波域尺度间依赖	126
10.4 基于 Copula 模型的相似度	128
10.4.1 标准化 Euclidean 距离	129
10.4.2 Kullback-Leibler 距离	129
10.4.3 采样方法	130
10.4.4 Bayesian-ML 检索方法	130
10.5 实验与分析	131
10.5.1 实验数据集与实验目的	131
10.5.2 实验结果与分析	134
10.5.3 计算效率分析	136
10.6 本章小结	138
第十一章 方向小波域与平稳小波域 Copula 多维模型	139
11.1 方向小波域 Copula 多维模型	140
11.2 平稳小波域 Copula 多维模型	141
11.3 实验与分析	143
11.3.1 实验数据集与实验目的	143
11.3.2 实验结果与分析	143
11.4 本章小结	146
第十二章 复数小波域 Copula 多维模型	147
12.1 对偶树复小波域 Copula 多维模型	147
12.2 Gabor 小波域旋转不变 Copula 多维模型	150
12.3 基于复数小波相角的 Copula 多维模型	151
12.4 实验与分析	153
12.4.1 实验数据集与实验目的	153
12.4.2 实验结果与分析	154
12.5 本章小结	156
第十三章 中篇总结与展望	158
中篇参考文献	159

下 篇

第十四章 基于生物视觉感知机制的图像理解绪论	167
14.1 研究目的和意义	167
14.2 研究现状	168
14.2.1 图像分割	168
14.2.2 目标识别	170
14.2.3 基于视觉层次感知机制的图像理解	171
14.2.4 图像特征表达	172
14.2.5 分类器	174
14.3 研究内容	174
14.4 本篇特色与创新	175
第十五章 视皮层感知机制	177
15.1 引言	177
15.2 视觉系统的层次	177
15.3 视皮层的感知结构	178
15.3.1 视网膜	179
15.3.2 侧膝体	179
15.3.3 视觉皮层	179
15.4 其他特性	180
15.4.1 反馈和侧向连接	180
15.4.2 视觉感受野特性	181
15.4.3 超柱结构	181
15.4.4 学习机制	181
15.5 生物视觉计算模型	181
15.5.1 视觉感知层次结构	182
15.5.2 视觉感知层次计算模型	182
15.5.3 视觉感知中重要的功能机制	184
15.6 基于视觉感知层次模型的人脸识别	185
15.6.1 人脸识别模型概述	185
15.6.2 模型功能实现	186
15.6.3 实验及结果	188
15.7 本章小结	190
第十六章 多特征彩色图像分割模型	191
16.1 引言	191
16.2 相关工作	192

16.2.1 研究现状	192
16.2.2 神经科学基础	193
16.3 模型概述	194
16.3.1 K 通路计算	194
16.3.2 P 通路计算	195
16.3.3 M 通路的计算	196
16.3.4 其他视觉区域计算	197
16.4 实验	199
16.4.1 BPNN 训练	199
16.4.2 分割方法比较	199
16.5 算法与实验分析	201
16.5.1 先融合与后融合	201
16.5.2 二元分割的优化	202
16.5.3 性能评估	202
16.6 本章小结	204
第十七章 BU&TD 图像分割模型	205
17.1 引言	205
17.2 神经科学背景	206
17.2.1 Trickle-up 通路	206
17.2.2 Trickle-down 通路	206
17.3 BU&TD 组合模型概述	207
17.3.1 生成特征片段集	208
17.3.2 匹配 BU 结果	209
17.3.3 优化匹配子集	212
17.3.4 像素标识	213
17.4 实验	214
17.4.1 概率分布的学习	214
17.4.2 图像分割	214
17.4.3 影响因素分析	215
17.4.4 片段相关性	217
17.4.5 多目标分割	218
17.5 本章小结	218
第十八章 多特征场景分类模型	220
18.1 分类模型	220
18.2 HFSM 模型	221
18.3 多尺度边缘特征	222
18.4 颜色特征	223