




图像信息处理丛书



# 图像处理

孙即祥 编著

 科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)



图像信息处理丛书

# 图像处理

孙即祥 编著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

图像信息处理是一个多阶段、多途径、多目标的信息处理过程。本书深入系统地阐述和论证了图像信息处理中共性的和基础性的知识,以及有关前端的处理理论、方法和技术。本书涉及关于图像信息处理的概述,有关的数学知识,视觉知识,图像的数学描述,图像数字化,图像变换,图像增强,图像恢复等内容。某些章节介绍的技术内容既可以作为独立的技术,产生用户所需的输出,满足用户的需求,也可以是后续的某些信息处理的预处理。

本书所涉及的内容及讨论的深度适合电子科学与工程类、控制理论与工程类、计算机科学与技术类、仪器科学与技术类以及其他有关专业和研究方向的研究生、本科高年级学生作为教材或教学参考书使用,也可供相关专业的科研人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

图像处理/孙即祥 编著. —北京:科学出版社,2004

ISBN 7-03-013870-8

I. 图… II. 孙… III. 图像处理-高等学校-教材 N. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 068588 号

责任编辑:匡 敏 资丽芳 / 责任校对:钟 洋  
责任印制:钱玉芬 / 封面设计:耕者设计工作室 蔡 璐

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2004年9月第一版 开本:B5(720×1000)

2004年9月第一次印刷 印张:17 3/4

印数:1-2 500 字数:330 000

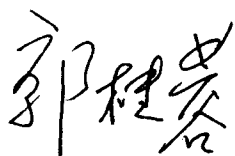
定价:26.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

## 序 言

人类所获取的外界知识中约有 80% 以上的信息来自于视觉,很多情况下图像所承载的信息比任何其他形式的信息都更真切、更丰富,获取也更便捷。图像信息处理是一门多学科交叉的学科,它涉及数学、物理学、控制理论、信息处理、生物生理学、心理学、计算机科学等多个领域的知识。20 世纪 50 年代以来,国内外各领域的学者、专家对其高度重视,并投入了极大的研究热情,有关的机构也投入了大量的经费。经过广大研究人员几十年的努力,图像信息处理现已发展成为一个活跃的学科体系,并形成了多个研究方向,它的理论成果已广泛地应用于经济建设、国防建设等诸多社会领域中,产生了巨大的经济和社会效益。因此,关于图像信息的理论与应用研究极为重要。

孙即祥教授根据多年的教学经验和科研成果,撰写了这套既面向高校教学使用又适于科研参考的优秀系列著作。为了深入系统地介绍这门学科的有关知识,且便于读者选用,孙教授将其所涉及的内容合理安排,分三册(《图像处理》、《图像分析》、《图像压缩与投影重建》)出版。这套书中关于基础性理论的阐述充实严谨,有助于学生打下坚实的理论基础,同时书中介绍的一般性的和较新的图像信息处理技术又为广大读者提供了广泛的解决实际问题的思路和方法。相信本套书必将为图像信息处理的 teaching 和相关科研工作的发展起到一定的促进和推动作用。



院士

2004 年 7 月

## 前 言

视觉活动是人类最重要的基本活动之一,人们在日常生活、社会活动、工作学习、科研生产中,无时无刻不在进行着视觉活动。视觉信息是人类获取外部知识、了解世界的主要途径和重要形式。据统计,人类大约有 80% 以上的信息是通过视觉获取的。在许多情况下,没有任何其他形式比图像所传递的信息更丰富和真切。由于人类视觉具有完善的感知能力,许多科研工作的中间或最后的结果数据都要以可视的图像形式表示出来,以利于人们对其理解、分析和应用。随着人们不断地对太空外层世界及粒子微观内部世界的探索,以及我们周围的科研工作的需要,可以断言,人们以图像形式表达信息、利用视觉获取知识的比例将会进一步增加。图像信息处理是研究人或机器对图像信号的产生与采集,信息的形成、提取、分析、综合、表达和利用的理论与方法的科学,是一门兼具综合性与交叉性的学科。它在理论上涉及数学、物理学、生理心理学、信号处理、控制科学、计算科学与技术等众多学科知识;它还与许多工程应用联系密切,其内涵可以归结为信息处理、分析、决策与表达。该学科的理论任务是研究和发现信息的各种形式及各个阶段的内在转换规律,而其应用目标是研发出能帮助或代替人类视觉的智能机器系统。自 20 世纪 60 年代以来,学术界、应用界始终密切关注该学科,并投入了极大的研究热情。随着相关学科的发展和有关技术的成熟,图像信息处理已经发展成为一门完善的学科(群),其主要标志就是现在已有了许多相关的专业刊物、许多国内外的优秀论著、许多重大的应用成果,同时,许多高校也设置了相关的专业。

由于教学与科研的需要,笔者曾在 1990 年完稿,并于 1993 年出版了《数字图像处理》(河北教育出版社)一书,除在国防科技大学研究生、本科生的教学中使用外,其他一些高校及研究单位也采用了此书,并且反映良好;国防科技大学至今仍使用该书,甚至近几年某些关于图像处理的计算机程序的书中也直接转录了本书的许多内容。由于学科及科研、教学的发展需要,以及同仁的鼓励,笔者在原《数字图像处理》一书的基础上,依据教学和科研的需要及学科发展趋势,结合该课程及有关课程(如“计算机视觉”、“现代模式识别”、“机器学习”)多年教学实践经验与相关科研成果,并参考了大量他人的学术著作和科技文献,扩充而成该书系。笔者将该书系分为三部分(《图像处理》,《图像分析》,《图像压缩与投影重建》)分册出版,以利于不同课程及不同层面的读者使用。本书系是一套关于图像信息处理理论和方法的著作,较全面系统地论述了图像信息处理的主流技术。该书系是笔者已经出版的《现代模式识别》(国防科技大学出版社)及《模式识别中的特征提取及计算机

视觉不变量》(国防工业出版社)的姊妹篇,这些书涉及了信息科学与技术中的许多重要核心内容。

在本书系撰写过程中,笔者遵循以下四个原则:①在结构安排上尽量使学科知识表达体系与学科体系相一致;②在阐述方式上遵循人的认知规律;③在选材上尽量使读者掌握本学科经典和现代的重要学科知识,使之学习后能跟上学科发展潮流,并且能解决实际问题;④尽量使本书系的受众范围广,使用期长。笔者的目标就是使本书系具有可读性好、学术性强、实用价值大的特点。内容深度与表述形式定位在介于教材与专著之间,兼顾理科与工科的特点。

下面将详细地介绍本书系的特点。了解了本书系的特点,对于读好本书系,学习这门课程,掌握这门知识是非常有益的。本书系具有如下特点:

1) 内容广泛、新颖。图像信息处理是一门非常活跃的重要学科,其发展非常迅速,所涉及的各种理论、方法也十分丰富,新理论、新方法、新技术、新应用不断涌现。本书较全面系统地阐述了图像信息处理中几乎所有主流领域的知识内容,除了包括传统的、经典的重要内容之外,还收入了经实践证明有重要理论意义和应用价值的新理论、新方法、新技术。本书涵盖面大,内容多,有助于不同专业的教师和学生进行选择,也满足了现在课堂讲授信息量大的教学要求。本书系的某些内容超出了有关课程当前的教学大纲,内容在质和量上都具有“超前性”,不仅能扩大读者的知识面,提高读者深入学习的兴趣,而且还能适应教学与时俱进、不断更新发展的需要,同时,也为科技工作者提供了较广泛的解决工作中实际问题的思路和方法。

2) 选材考究、精细。如前所述,这门学科(群)的各种理论、方法、技术纷繁众多,而且还在不断地出现和发展。笔者根据多年科研与教学工作实践的体会和认识,对图像信息处理的各种理论、方法、技术及应用的成果进行梳理、沉淀、提炼、归纳和总结,以是否具有当前或潜在的理论意义或应用价值为标准,在众多的知识中选取那些或具基础理论性,或具思维训练性,或具有效实用性,或具思想启发性,或具方向前瞻性的有代表性的重要内容。

3) 结构清晰、合理。学科知识的组织结构是否得当将直接影响读者的学习效果。合理、清晰的学科知识表述体系有益于读者对各种理论、方法的理解和记忆。为了处理好本书系的内容与其他学科知识的关系,处理好图像信号与信息处理各个阶段知识点的布局,本书系在内容组织上呈现层次化、模块化。全书及各章都尽量根据由浅入深,先易后难,先具体后抽象的原则来安排内容。笔者对结构进行了精心安排,前部分是共性的知识,然后主要是以平面目标识别为目的展开论述,再后是以图像压缩及图像重构为中心展开讨论,最后一部分是以3D目标识别为中心的计算机视觉方面的内容。当所运用的理论和数学工具是读者普遍熟知的时,笔者以处理目的为纲建立知识表述结构,这样便于明了知识在学科体系中的位置;对于读者普遍不太熟知的理论和数学工具,笔者以技术为中心展开论述。第一至四章分

别从学科知识总体、所需数学知识、人类视觉特性以及图像的数学描述四个方面较详尽地给出了必备的知识,然后是以目的为纲的知识表述,其次序是:图像数字化,图像正交变换,图像增强,图像恢复,图像分割,图像描述和分析,图像数据压缩,图像投影重建。当具有了这些概念、理论和方法后,再给出形态学理论和方法、小波分析的理论与方法等内容,这两部分放在书的中后部是恰当的,以技术为中心来安排这两部分内容,首先论述基本理论,然后再介绍其在各方面的应用。关于机器视觉方面的内容,它涉及射影几何、微分几何、成像的几何模型、成像的光学模型、摄像机的定标、目标的定位、运动分析、目标 3D 形状恢复、几何特征点及模型的匹配、不变量、目标描述、建模、人的视觉知识等。

本书系主要是为研究生教学使用撰写的,但也兼顾到了其他层次的读者,从而处理好“合”与“分”的对立与统一。正如模糊数学中的模糊集没有明确界线,论域中元素只能以某一隶属度属于某一集合一样,本书系的第一册《图像处理》的大部分内容及其他两册书各章的前面部分适用于高年级本科生。第一册中较深入的理论与方法,第二册《图像分析》,第三册《图像压缩与投影重建》主要面向硕士研究生,同时,这三册书中的许多内容对博士研究生来说也是应该了解和掌握的。另外,本书系也适用于不同层面的从事相关科研的技术人员参考。

4) 注重基础。打好基础是学校教育的需要,也是科技高速发展的需要,本书系始终非常注重强化基本概念、基础思想、基本理论、基本方法和基本技能。本书系基于“新”与“恒”的对立与统一的观点和方法进行取材和论述,两者统一在知识的实用价值上。实际上,任何“新”都是相对的,事物本质的性质和规律才是最有魅力、最基本和最有用的知识,也是最有意义的,最长久的。只有掌握了基本而有用的知识,读者才能在日后的学习和科研中有“后劲”,才能持续前进,才能在浩瀚的知识海洋中畅游,才能应对科技发展日新月异的挑战,才能以“不变”应“万变”,才能始终站在科技潮流的最前沿。

5) 注重讲理,突出学术思想。为了便于读者真正掌握学科知识,实实在在地提高解决问题的能力,本书系在阐述知识时,注重不仅讲其然,还要讲其所以然。本书系不是一些定理、结论、算法步骤的简单罗列,而是注重理论的严密性与表述浅显性的统一。对一些通常认为较“简单”的内容,尽量挖掘其理论依据,使之有理论深度,而对于涉及较深奥理论的部分,在严格、严密的前提下,尽量用平实直白的语言进行论述,以避免因不必要的符号猜疑和复杂推导,使读者忽略更为重要的基本概念、学术思想和技术思路。本书系各部分在内容深浅上基本达到一致。

6) 详略得当。由于本书系涉及的知识面广,所以必须在论述上有详有略,详略得当。对于基本的、重要的、决定性的、关键性的理论和方法力求论述清楚,说深说透;对于相关的、类似的或不“稳定”的方法,或知识层次限制、结构限制的内容,则进行适当的论述,点到为止,以给出联系、给出启示、给出方向,这样既实现了知识

在面上的广度,又达到了知识点处的理论深度。读者通过知识的“内插”和“外推”,就可以形成巨大的“三维”知识体。在写作上注意既不为了面上的宽广而泛泛空谈,又不为了追求深度而使读者感到晦涩难懂,内容撰写上兼顾论述深透和点到为止的“平衡”。

以上努力的目的在于让读者对图像信息处理知识能深刻理解、融会贯通、牢固记忆、全面掌握,花费较少的代价而学到较多有价值、有意义的知识;在学到知识的同时,提高自学能力、活用能力和创新能力。总之,有益于读者综合素质的提高。

为了加深对正文的理解,在本书系各章节中给出了一些例题和图片。

与“图像信息处理”直接相关或者可作为先导课程的有:概率论与数理统计、矩阵论、各种最优化理论与方法、模糊数学、形式语言、人工智能原理、计算机软件设计、射影几何、微分几何、代数学、图论、张量分析、运动学、估计理论等等。对于某些读者来说,不可能也不必花费大量的精力和时间去学完上述每门课程,由于本书系在结构、选材及论述上的特点,读者只要具备一些必要的理论基础和相关基本知识便可以顺利地学完每一章的主要内容。对于希望深入学习、进行学术理论研究或从事技术应用研究的读者,应先修完上述课程,并在学习该课程时根据本书系提供的参考文献参阅其他相关的科技资料。

本套书得以定稿和出版是众多人员努力、支持的结果,这里首先感谢博士、硕士研究生季虎、毛玲、姚伟、赵凌君、邵晓芳、汪德宁、马登峰、林成龙、缪林、张蕾、罗凤玲、姚领田、赵波等同学,他们对本书的完稿做了大量工作,将原手写稿输入计算机,并对扩充后的大量内容进行输入,有些内容是他们的某些研究成果。感谢湛海新博士提供了部分图片及有益的建议。季虎对最后的完稿做了细致的校对,并完成了图片制作工作,还对本书的结构安排提出了许多有益的建议。毛玲参与了整套书习题的选编和输入工作,赵凌君参与了“高分辨率图像恢复”的撰写,姚伟参与了“图像数字化”部分内容的撰写,邵晓芳参与了“视觉知识”部分内容的撰写。

本书的内容除了包含我们的某些科研成果之外,还选取了国内外诸多专家学者的研究成果、论文著作,对他们表示由衷的感谢。

由于图像信息处理是一门不断发展的学科,新的理论、方法和技术以及新的应用成果不断出现,再加上学识水平及时间有限,可能没有完全达到笔者所希望的目标,也不可避免地存在各种错误和疏漏,敬请读者批评指正。

孙即祥

2004年6月

于国防科技大学



# 目 录

序言

前言

<b>第一章 导论</b> .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 图像信息处理技术研究的内容 .....	2
1.3 数字图像处理系统 .....	6
<b>第二章 数学知识</b> .....	15
2.1 点源与 $\delta$ 函数.....	15
2.2 线性系统.....	17
2.3 矩阵微分.....	19
2.4 矩阵的广义逆.....	20
2.5 傅氏变换.....	25
2.6 周期函数、周期、频率.....	34
<b>第三章 视觉知识</b> .....	36
3.1 人眼的生理构造.....	36
3.2 辐射度学基础知识.....	38
3.3 亮觉与光度学基础知识.....	42
3.4 色觉与色度学基础知识.....	45
3.4.1 色觉与色度学基础知识 .....	45
3.4.2 表色模型.....	47
3.4.3 色度图 .....	53
3.5 视觉信息处理特性.....	55
3.6 视觉特性.....	57
3.7 视觉模型.....	65
3.8 视觉的心理学知识.....	67
<b>第四章 图像的数学描述</b> .....	70
4.1 图像的函数表示 .....	70
4.2 反射形成的图像模型的数学结构 .....	71
4.3 图像的统计表示形式——随机场.....	71
4.3.1 随机场的概念 .....	71

4.3.2 随机场的概率分布描述、统计参量及计算公式 .....	72
4.4 均匀随机场 .....	75
<b>第五章 图像的数字化的</b> .....	<b>78</b>
5.1 数字图像的表达形式 .....	78
5.2 取样定理 .....	80
5.2.1 取样定理 .....	80
5.2.2 原函数的重建 .....	84
5.2.3 混叠 .....	86
5.2.4 取样的实际问题 .....	86
5.3 量化 .....	87
5.3.1 量化 .....	87
5.3.2 最佳量化 .....	88
5.3.3 有约束的最佳量化器 .....	91
5.3.4 自适应量化 .....	92
5.4 根据图像局部区域特征进行非均匀取样和非一致量化 .....	94
5.5 数字图像的概率分布和统计参量 .....	96
<b>第六章 图像酉变换</b> .....	<b>102</b>
6.1 离散傅氏变换(DFT) .....	102
6.1.1 离散傅氏变换的定义 .....	102
6.1.2 离散傅氏变换性质 .....	106
6.2 线性变换的一般表示式 .....	111
6.2.1 标量表示式 .....	111
6.2.2 矢量表示式 .....	112
6.2.3 矩阵表示式 .....	112
6.2.4 矢量外积表示式 .....	115
6.3 可逆变换 .....	115
6.4 线性变换的实质 .....	116
6.4.1 基底 .....	116
6.4.2 基平面 .....	117
6.5 线性变换的统计特性 .....	118
6.5.1 变换图像的一、二阶矩 .....	118
6.5.2 变换图像的概率密度模型 .....	120
6.6 沃尔什-哈达玛变换(WHT) .....	120
6.6.1 列率(sequence)、格雷码与拉德梅克函数 .....	120
6.6.2 沃尔什(walsh)函数 .....	122

6.6.3 沃尔什级数 .....	126
6.6.4 沃尔什变换 .....	126
6.6.5 哈达玛变换 .....	126
6.7 离散余弦变换(DCT) .....	128
6.8 离散 K-L 变换 .....	131
6.9 奇异值分解(SVD)和变换 .....	135
6.10 哈尔变换(HT) .....	137
6.10.1 哈尔函数的定义 .....	137
6.10.2 哈尔函数性质 .....	138
6.10.3 哈尔矩阵与哈尔变换 .....	139
6.11 斜变换(DST) .....	140
6.11.1 斜矩阵 .....	140
6.11.2 斜变换 .....	141
<b>第七章 图像增强</b> .....	<b>144</b>
7.1 概述 .....	144
7.2 对比度增强 .....	146
7.2.1 线性变换 .....	146
7.2.2 分段线性变换 .....	147
7.2.3 非线性变换 .....	148
7.2.4 其他变换 .....	149
7.3 修正直方图增强 .....	150
7.3.1 直方图(histogram) .....	150
7.3.2 直方图均化 .....	151
7.3.3 直方图规定化 .....	154
7.4 平滑(smoothing) .....	155
7.4.1 噪声 .....	156
7.4.2 邻域平均法 .....	157
7.4.3 多图平均法 .....	161
7.4.4 中值滤波法 .....	162
7.4.5 频域中低通滤波和带阻滤波 .....	166
7.5 锐化(sharpening) .....	170
7.5.1 模糊机理及基本解决方法 .....	170
7.5.2 梯度模算子 .....	171
7.5.3 拉氏算子 .....	174
7.5.4 Wallis 算子 .....	177

7.5.5	其他自适应锐化算子 .....	179
7.5.6	高通滤波和高频加强滤波 .....	180
7.6	自适应叠代滤波增强 .....	183
7.6.1	自适应叠代滤波原理 .....	183
7.6.2	图像的自适应叠代滤波算法 .....	186
7.7	同态滤波增晰 .....	187
7.8	几何校正 .....	189
7.8.1	像素坐标校正 .....	190
7.8.2	像素灰度估算 .....	191
7.9	伪彩色和假彩色 .....	192
7.9.1	伪彩色(pseudo color)技术 .....	192
7.9.2	假彩色(false color)技术 .....	193
7.10	图像间的四则运算 .....	194
<b>第八章</b>	<b>图像恢复</b> .....	<b>201</b>
8.1	概述 .....	201
8.2	图像质量的客观评价 .....	202
8.3	降质模型的一般表示式 .....	204
8.3.1	连续的线性降质模型表示式 .....	204
8.3.2	离散的线性系统模型表示式 .....	205
8.4	分块循环矩阵的对角化及其意义 .....	207
8.5	降质系统的模型及参数的确定 .....	210
8.5.1	具体研究降质过程确定 $h(x,y)$ .....	210
8.5.2	由降质图像确定 $h(x,y)$ .....	212
8.5.3	原始图像及噪声的功率谱估计 .....	214
8.6	频域中的恢复方法 .....	216
8.6.1	逆滤波 .....	216
8.6.2	等功率谱滤波 .....	218
8.6.3	维纳滤波 .....	219
8.6.4	其他几种频域中的恢复滤波器 .....	221
8.6.5	由降质图像估计恢复滤波器的一种方法 .....	223
8.6.6	叠代盲卷积恢复算法 .....	224
8.7	最小二乘估计 .....	224
8.8	约束最小二乘估计 .....	226
8.8.1	化矩阵方程约束为范数方程约束 .....	226
8.8.2	矩阵方程约束 .....	228

---

8.9	利用分块循环矩阵性质改变恢复域 .....	229
8.9.1	平滑约束恢复算法 .....	229
8.9.2	变参数维纳滤波 .....	231
8.10	线性均方估计恢复图像 .....	233
8.11	非线性统计估计 .....	235
8.11.1	条件均方估计 .....	235
8.11.2	最大后验估计(MAPE) .....	236
8.11.3	最大似然估计(MLE) .....	236
8.11.4	最大后验估计的具体实施 .....	237
8.11.5	最大似然估计的实施 .....	239
8.12	最大熵恢复 .....	239
8.13	图像恢复的代数方法 .....	241
8.13.1	广义逆法 .....	241
8.13.2	奇异值分解广义逆法 .....	242
8.13.3	投影叠代法 .....	243
8.14	卡尔曼滤波恢复 .....	244
8.15	运动模糊图像恢复 .....	246
8.15.1	运动模糊差分恢复 .....	246
8.15.2	差分投影恢复 .....	248
8.15.3	直接卷积恢复 .....	249
8.16	薄云层下的景物图像恢复 .....	250
8.17	超分辨率图像复原 .....	251
8.17.1	超分辨率图像复原及其进展 .....	251
8.17.2	超分辨率复原的理论基础 .....	252
8.17.3	超分辨率复原算法 .....	253
8.17.4	超分辨率图像复原的研究发展方向 .....	266

# 第一章 导 论

## 1.1 概 述

在社会生活和科研生产工作中,人们每时每处都要接触图像。人们通常所说的图像,其范围是非常广泛的。各类图片(picture),如普通照片、X光片是图像;各类光学影像,如电影、电视是图像;一页书、一张报也是图像;人们对某事物在心目中的有形想象及外部描述,如绘画、绘图等同样是图像。一般地讲,凡是能为人们视觉系统所感知的信息形式或人们心目中的有形想象统称为图像(image)。

图像是自然生物或人造物理的观测系统对世界的记录,是以物理能量为载体,以物质为记录介质的信息的一种形式。图像信息是人类认识世界的重要知识来源,国外学者曾作过统计,人类所得的信息有80%以上是来自眼睛摄取的图像。在许多场合里,没有任何其他形式比图像所传送的信息更丰富和真切。随着科学技术的发展,人们所获取的图像形式的信息将会变得更多。

早期,数字图像处理是指使用数字计算机加工处理图像以获得所需要的信息或信息形式。这类技术的系统研究始于20世纪50年代,1964年美国喷射推进实验室(J. P. L.)使用数字计算机对太空船送回的大批月球照片处理后,得到了清晰逼真的图像,这是这门技术发展的重要里程碑,此后数字图像处理技术在空间研究中一直得到广泛的应用。同时,这门技术在其他许多重要领域中也得到了广泛研究和应用,并取得了显著成果。1970年以来,由于大量的研究和应用,数字图像处理已发展、延伸并形成了较完善的学科体系(群),它可以细分为图像处理、图像分析、图像压缩、机器视觉等等,已成为一门独立的新学科——图像信息处理技术,有的文献简称为图像技术。

近10年来,图像信息处理技术的发展更为深入、广泛和迅速,这主要是因为各个领域对其提出了越来越高的要求以及相关学科的发展。现在人们已充分认识到图像信息处理技术是认识世界、改造世界的重要手段之一。

目前,图像信息处理技术已广泛应用于许多社会领域,如工业、农业、国防军事、社会公安、科研、生物医学、通信邮电等等。从技术应用形式上分,主要有地图导航、图像判读与识别、过程视觉监控等。

在遥感方面,人们运用图像信息处理技术分析卫星或飞机摄取的遥感图像,有效地进行资源及矿藏的勘探、国土规划及使用、农作物产量的估计、气象预报、海洋

监察及军事目标监视等。

生物学中的图像主要有 X 射线图像、超声图像及显微图像。X 射线图像通常对比度较低而超声图像较粗糙,运用图像信息处理技术可提高图像的清晰度和分辨率,便于医生诊断。运用图像信息处理技术可对显微图像中的细胞、染色体等自动分类。1972 年 X 射线层析摄影技术(CT)研究成功并投入临床应用是最有影响的科技成果之一。

在工业中,图像信息处理技术已有效地应用于加工、装配与拆卸、质量检验等方面的过程控制中。

在军事方面,图像信息处理技术已成功地应用于飞行器的图像导航,很多武器系统也利用敌方的图像信息进行精确制导和寻的,以提高命中率。

生物特征是人的内在属性,具有很强的自身稳定性和个体差异性,是身份验证的理想依据。现在已研制出根据人脸、指纹、虹膜等图像信息处理识别系统,并在刑侦破案、金融及某些重要场所的身份验证方面得到成功的应用。

计算机文字自动识别系统也是建立在图像信息处理技术上的。

运用图像信息处理技术的汽车自动驾驶系统已装备到一些汽车上。许多机器人能够执行任务的重要原因之一是它具有视觉感知功能。

图像信息处理技术还应用于其他许多方面,这里不一一列举了。

## 1.2 图像信息处理技术研究的内容

在图像信息领域中涉及三元关系,这三元是:人、机器、环境世界。在这里,关于人主要涉及二个属性,一是利益目的,二是知行能力。利益目的是人们的行为目的,做一件事情的目标,知行能力则主要反映对科学技术的掌握和运用。人、机、环三者的关系如图 1.2.1 所示,其中人的知行能力反映在图像处理、图像分析、图像压缩、机器视觉理论技术的掌握和运用上。

早期,关于图像信号或信息的获取、加工和利用统称为图像处理。随着该领域有关理论和技术成果的丰富,以及人们认识的深化,人们对图像处理技术的概念进行了细化。对于不同类型、不同内容、不同应用目的的图像,人们所采用的处理理论与技术不同,对图像信息利用的水平和形态也不同。根据将要处理的图像信息形态的抽象程度,处理后的图像信息形态和利用水平通常分为四个层次:图像处理、图像分析、图像理解与机器视觉,它们既有区别,又有联系和继承。正如许多(模糊)概念一样,它们之间没有清晰的界线,只能认为某一种技术或方法更大程度地属于某个层次,较小程度地属于另一个层次。图像处理是将一幅图像变换成另一幅图像的加工过程,这里的图像是指有一个图像支撑域,支撑域中的每个连续点或规则离散点都有相应的值,因此它主要是在图像像素级上进行加工,它的处理结果是供人们

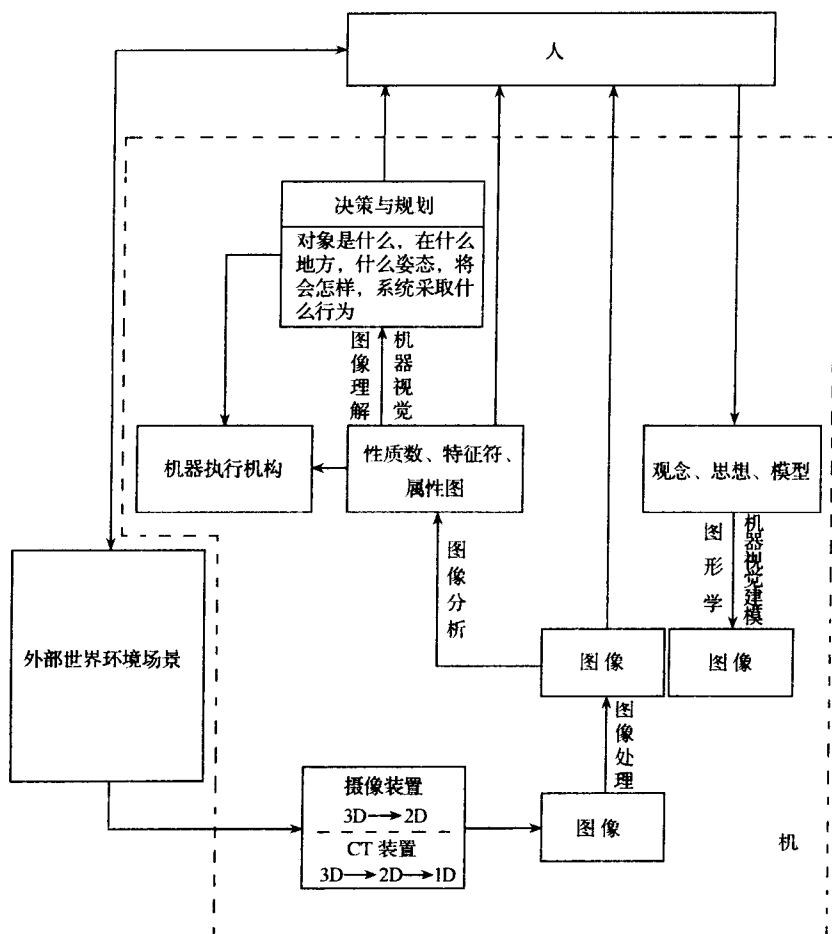


图 1.2.1 图像信息处理中的人、机、环三者关系

欣赏或观察的,或作为后续的图像分析的前处理,或是为图像传输、存储带来便利。图像分析是对图像中感兴趣的某些区域进行检测和性质测量,用性质数、特征符和图像中的位置来表示图像,是在单个像素级上的信息形态转变为比较简洁的图像支撑域中像素集合级上信息形态的描述,其目的是供人们分析判断之用或为后续的图像理解之用。图像理解是在图像分析的基础上进一步深入分析图像中各部分的性质,并进而建立各部分及各部分与性质之间的属性关系,用抽象出来的性质数、特征符、属性图对图像内容进行合理的解释和三维场景的初步推断性的描述。机器视觉是根据一幅或多幅图像在图像分析理解的基础上对外部三维世界进行感知,使系统具有类似人的视觉功能,认知三维空间中有什么物体、在什么地方、将怎



样变化。在这四个层次中,各个层次的目的、所运用的主要技术、对象的形态、信息的形态如图 1.2.2 所示,其中有关分数维的表示是一种形象的说法。例如图像理解中的 2.5 维描述,是指二维的图像数据到三维世界认知过程的中间态,是以观测者

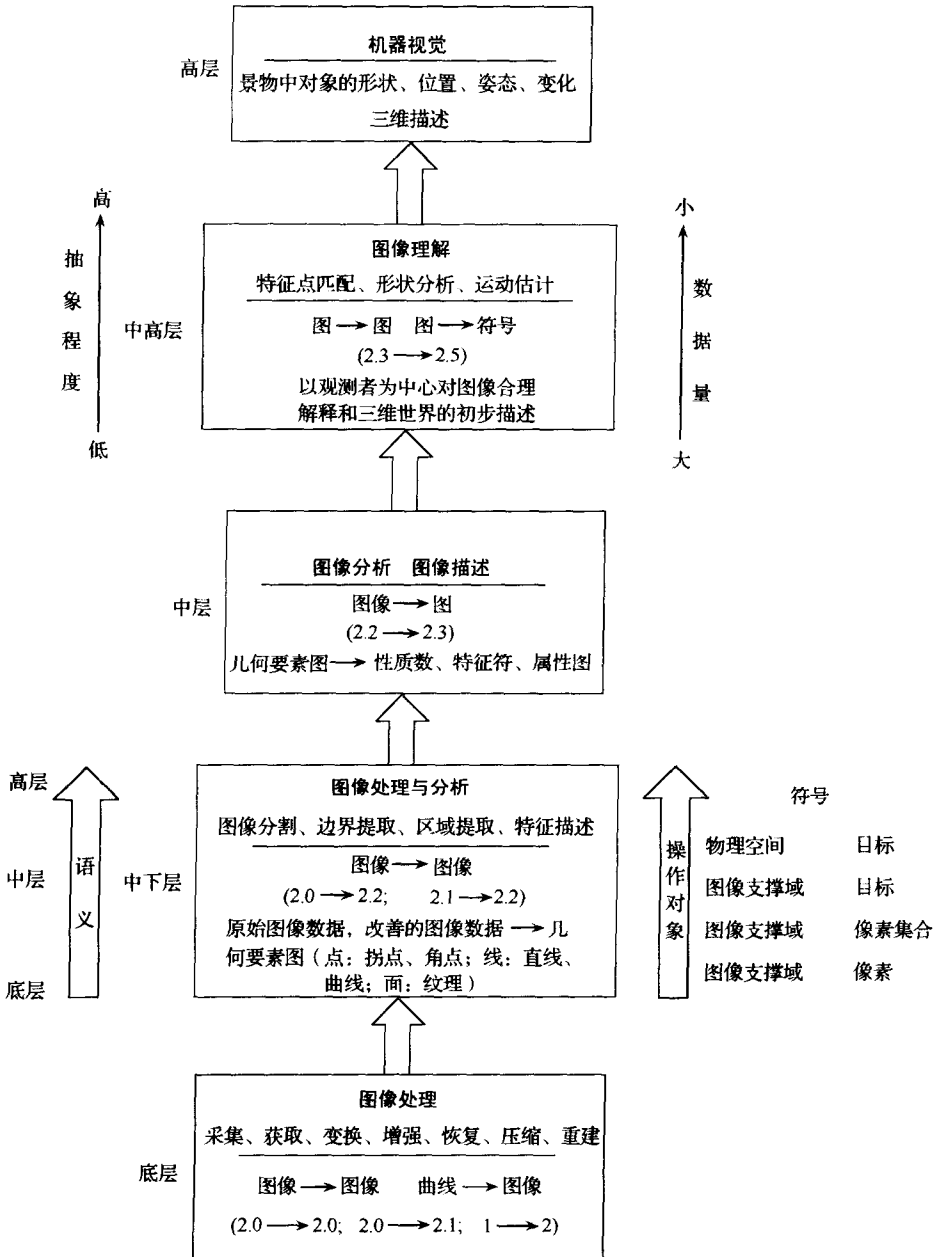


图 1.2.2 图像信息处理流程