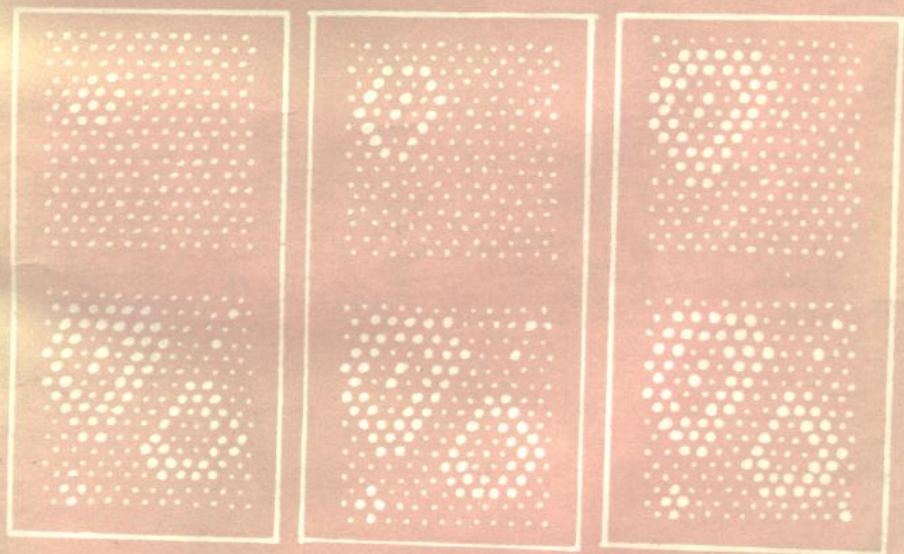


机械工业自动化技术丛书

图像识别技术 及其应用

李月景 编著



机械工业出版社

机械工业自动化技术丛书

图像识别技术及其应用

李月景 编著



机械工业出版社

本书着重介绍图像识别技术及应用实例。全书分三部分：第一部分介绍图像识别的基本方法，包括统计方法、模糊集识别法及句法结构识别法；第二部分叙述图像识别技术，介绍图像的分割、图像信息的获取及编码、图像的输入输出设备和图像信息的处理；第三部分说明图像识别在自动检查、机械零件自动分类、焊缝缺陷识别、几何形体识别及其在组装生产线上的应用。

本书供从事机械、自动化、无线电及仪表方面的工程技术人员阅读，自动化有关专业的大专师生也可参考。

图像识别技术及其应用

李月景 编著

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $15^{5/8}$ · 插页 4 · 字数 340 千字

1985年3月北京第一版·1985年3月北京第一次印刷

印数 0,001—9,100 · 定价 2.65 元

*

统一书号：15033·5715

出版者的话

随着我国社会主义工业的发展，自动化技术在机械工业中的应用范围已由机械加工过程扩展到设计、生产准备、工艺准备、检验试验、装配及生产管理等各个方面，涉及到计算机应用、人工智能、现代控制理论和系统工程等许多领域。

为适应机械工业自动化技术飞速发展的需要，满足从事机械工业自动化的工程技术人员、管理干部知识更新的迫切要求，我们决定出版这套《机械工业自动化技术》丛书。

本丛书各分册书名分别为：《机械工业自动化》、《机械加工自动化》、《热加工自动化》、《物料搬运自动化》、《计算机辅助电路分析》、《计算机辅助企业管理》、《自动化装置及其应用》、《工业机器人及其应用》、《微型计算机及其应用》、《计算机网络及其应用》、《图像识别技术及其应用》、《系统辨识技术及其应用》等，将陆续出版。

本丛书主要由机械工业自动化学会和机械工业自动化情报网共同组织，并得到中国机械工程学会和北京机械工业自动化研究所领导和有关同志的大力支持。

本丛书编委会对丛书的列选、组稿、审稿付出了辛勤劳动，还有不少单位对审稿工作给予了热情帮助，在此一并表示感谢。

由于组织出版这类丛书是初步尝试，缺点和错误在所难免，希批评指正。

机械工业出版社

编委会成员

主任委员：王良楮

副主任委员：严筱钧 顾绳谷 蔡福元 段扬泽

委员（按姓氏笔划序）：

刘兆新	卢庆熊	朱逸芬	阳含和
吕林	李仁	李忠德	陈家彬
杜祥瑛	严蕊琪	周斌	季瑞芝
张岫云	张弟元	唐璞山	章以钧

袁为章

前 言

图像识别是人工智能的一个重要方面，在现代自动控制技术及第五代电子计算机中都占有极重要的地位。本书主要目的是介绍图像识别的基本概念、基本理论、基本方法及技术，说明图像信息的获取方法、处理方法、识别方法以及某些实际应用。通过介绍使读者对图像识别具有一些基本理论知识，建立一些基本概念及其应用概况。

由于图像识别涉及的学科很多，包括统计学、组合数学、开关理论、控制论、信息论、运筹学、生物学、心理学、语言学和计算机科学等等多种学科，所以要比较完整地描述图像识别是困难的，本书只能作一般性的叙述，读者若要进一步深入研究，还得参看其它各门学科的图像识别及图像处理等专著。

本书由周斌同志主审参加审稿的有邵寿颐、余松煜、陈启蒙、李忠德等同志，他们提出了许多宝贵意见；此外，法国科梅夫科学仪器公司倪荣庆博士及李仲荣同志提供了某些资料及图片；书中并参考及引用了一些论文及讲义（有关内容见参考文献），对此表示衷心的感谢。

由于水平所限，书中难免有错误与不妥之处，恳请读者批评指正。

编者
1983年

目 录

前言	
绪论	1
第一章 基本概念	7
第一节 图像识别问题及其分类	7
一、什么是图像 什么是图像识别问题	7
二、识别分类	8
第二节 图像识别与图像处理及图像理解的关系	9
一、什么是图像处理	9
二、什么是图像理解	11
三、图像识别与图像处理及图像理解的关系	12
第三节 文字识别	14
一、相关匹配识别原理	15
二、概率判定准则	17
三、句法模式识别	18
第四节 图像识别方法	20
一、识别方法概述	20
二、识别实例	22
三、识别系统组成(分类模型)	25
参考文献	27
第二章 图像识别的统计方法	29
第一节 概率统计基础知识	30
一、概率统计方法的提出	30
二、随机事件	30
三、事件发生的可能性大小——概率	31

四、随机事件的“和”与“积” 概率加法定理	33
五、条件概率 概率乘法定理	35
六、全概率公式	36
七、贝叶斯公式	37
八、随机事件的独立性	38
九、独立试验序列	39
第二节 特征抽取及选择	41
一、特征向量	41
二、特征抽取及选择	42
三、判别函数(识别函数)	44
第三节 线性判别函数	46
一、线性判别函数定义	46
二、线性分类器	47
三、线性判别函数的几何意义	48
四、系数调整(误差修正)	50
第四节 非线性判别函数	52
一、广义线性判别函数	53
二、非线性可分的二类问题	57
第五节 统计分类法	59
一、问题的提出	59
二、贝叶斯法则	61
三、贝叶斯分类器	65
第六节 最小距离分类法	69
一、二类别情况	69
二、多类别情况	70
三、决策区域	71
四、最近邻域分类法	73
第七节 聚类分类法	74
一、聚合分类	74

二、等级分群技术	78
第八节 参数估计和学习	80
一、什么是参数估计	80
二、学习	81
三、监督学习	82
四、无监督学习	84
参考文献	86
第三章 图像识别的模糊集识别法	88
第一节 模糊集的一般概念	88
一、概述	88
二、普通集合	90
三、模糊集合	92
第二节 模糊关系及其性质	100
一、普通关系(通常关系)	100
二、模糊关系	103
第三节 隶属原则与图像识别中的直接方法	105
一、三角形的模糊集分类	106
二、四边形的模糊集分类	110
三、多边形的模糊集分类	111
第四节 其它模糊集识别法举例	112
附录 I 集合运算规律	118
附录 II 模糊集运算的基本性质	119
参考文献	119
第四章 句法结构识别法	121
第一节 句法结构概要	121
一、问题的提出	121
二、什么是句法结构	122
三、树、链、图	126
四、句法结构的数学描述方法——数理语言	127

五、图像描述语言, 图像描述文法	130
六、短语结构文法	131
七、短语结构语言及识别机	133
八、结构分析	134
第二节 句法结构方法	135
一、句法方法的图像识别系统框图	135
二、图像结构的表示方法	138
三、统计法与句法结构法的比较	145
第三节 误差校正句法分析	146
一、解决噪声和干扰的方法	146
二、利用随机文法进行识别	147
三、转换文法及误差校正句法分析	149
四、句法结构的分类与聚合	151
参考文献	153
第五章 图像分割及图像分析	156
第一节 图像分割	156
一、分割的目的及依据	156
二、利用相似性进行分割	157
三、利用非连续性进行分割	160
四、区域分割	162
五、语意基础上的区域分割	164
第二节 形状分析	166
一、启发式方法	166
二、变换方法	167
三、细化和骨架	169
第三节 纹理分析	169
一、一般概念	169
二、纹理分析的句法结构分析法	170
三、纹理分析的统计方法	174

参考文献	177
第六章 图像信息的获取	179
第一节 机械式图像信息传感器	179
第二节 电视摄像机图像信息传感器	181
一、视像管	182
二、硅靶摄像管	185
第三节 飞点扫描式图像信息传感器	187
第四节 光敏二极管矩阵图像信息传感器	188
第五节 激光扫描器	190
第六节 电荷耦合图像信息传感器	193
第七节 彩色图像信息传感器	196
一、三管彩色摄像机	196
二、单管彩色摄像机	198
三、彩色飞点扫描设备	203
第八节 图像位置检出器 (PSD)	204
一、数字方式	205
二、模拟方式	206
三、触针与监视器	207
四、图像信息传感器比较	207
参考文献	209
第七章 图像信息编码	211
第一节 图像编码技术	211
一、编码的目的及方法	211
二、保真度准则计算	212
第二节 编码处理	214
一、映射作用	215
二、量化器	217
三、量化误差分析	218
四、编码器	219

目 录

第三节 数字化基础	221
一、电视图像信息的频率特性	221
二、采样周期计算 采样点数及灰度级的确定	225
三、采样方式的选择	228
四、图像的数学模型和数字图像的信息量	230
参考文献	233
第八章 图像输入及输出过程	
第一节 图像处理及识别系统举例	235
第二节 图像的计算机表示法及输入输出过程	237
一、图像的计算机表示法	237
二、图像输入及输出过程	238
三、图像输出设备	240
第三节 图像输入及输出系统举例	246
一、机械扫描式(光机式扫描器)图像输入 及输出系统	246
二、电视摄像机图像输入设备	247
第四节 图像处理及识别系统介绍	253
一、硬件部分	254
二、软件部分	258
参考文献	262
第九章 图像信息处理	264
第一节 图像信息处理的分类	264
一、按图像处理手段分类	265
二、按图像处理的输入和输出形式分类	268
第二节 图像增强(改善技术)及复原(修复技术)	273
一、频域法及空域法图像增强技术	274
二、图像平滑化及尖锐化	279
三、同态滤波法增强图像	285
第三节 伪彩色处理	287

一、密度(强度)分层技术	287
二、伪彩色图像处理基本框图	289
三、用滤波方法实现彩色编码	291
第四节 图像复原问题	292
第五节 微型机数字图像处理系统	295
一、系统组成及指标	295
二、图像的输入和输出	296
三、图像的伪彩色屏幕显示	298
四、利用行式打印机打印图像	300
五、软件系统	302
参考文献	304
第十章 图像识别在自动检测中的应用	307
第一节 自动检查识别实例	307
第二节 焊缝缺陷自动识别	319
一、处理及识别系统框图	319
二、图像采样原理	320
三、热场图像处理	322
四、焊缝缺陷的识别与分类	328
第三节 机械零件自动分类	337
一、识别框图	337
二、贝叶斯分类器及贝叶斯参数估计	337
三、贝叶斯分类器程序框图	339
四、识别实例	341
第四节 利用模糊集隶属函数识别机械零件	347
一、识别框图	347
二、螺栓的识别分类	348
三、识别程序及计算实例	351
参考文献	355
第十一章 机械几何形体的识别	357

XV

第一节 图像基元选择	358
一、基元选择准则	358
二、机械几何形体描述	359
三、物体的形状描述	362
第二节 文法关系	362
一、上下文无关文法	362
二、再生规则分类	365
第三节 句法分析	366
第四节 句法分析法识别圆柱齿轮	368
一、圆柱齿轮的树状图、文法及语言	369
二、用计算机实现的流程图及程序	375
三、齿轮参数计算	378
第五节 利用模糊集隶属原理识别汽车类型	383
一、汽车识别的特征抽取	384
二、隶属函数推导	384
三、阈值 V 的选取	388
四、隶属函数计算举例	389
五、识别所用设备	391
第六节 利用模糊聚类分析自动识别汽车类型	393
一、模糊聚类原理	393
二、模糊相似阵 μ_R 的建立	394
三、确定 λ 截集 R_λ	395
四、识别程序框图及程序	397
参考文献	400
第十二章 图像识别在其它方面的应用	402
第一节 图像定量分析	402
一、图像分析、灰度和像点	402
二、系统框图	403
三、测量	407

四、应用举例	408
五、分析仪在图像处理方面的应用	409
第二节 多色图样中色边界的识别	412
一、多色图样识别方法	413
二、色阶电平（过渡电平）	414
三、过渡色的描述与分析	416
四、过渡色的捕获和处理模型	420
第三节 图像信息预处理举例	424
一、预处理系统框图	425
二、视频图像的阈值处理	426
第四节 图像处理中的平行处理技术	435
一、平行处理技术的基本概念	436
二、处理单元结构举例——CLIP-3阵列	439
三、CLIP-3平行处理应用实例	441
第五节 可编程观测系统	444
一、观测系统	444
二、影像系统	446
三、系统编程	448
第六节 通用零件供给系统	451
一、系统图	451
二、零件供给机	454
三、观测系统	457
四、简化对照法	458
五、控制系统框图	460
结束语	461
参考文献	462
英汉名词对照	464
附录	

绪 论

随着微电子技术及计算机技术的蓬勃发展，最近兴起了一门新型技术科学——图像识别，它创始于五十年代后期，在六十年代初开始掘起，仅仅二十多年已受到许多学科的广泛重视，并在科研与工业生产中，尤其在机器人方面得到了应用。

图像识别所提出的问题，是研究用计算机代替人们自动地去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，从而部分代替了人的脑力劳动。如在自动装配线中检验零件的质量，并对零件进行分类；从金属敲击声中确定金属的性质和成分；从钢水的翻腾声和溅射声中判断钢的含碳量和温度；从鱼群回音图中判别鱼的种类，数量和分布；在人所不能触及的区域内识别工件及物体的形状和排列状态，检查事故；识别人体内的病灶和缺陷；识别货物标签、帐单、邮政编码、金相图、气象卫星图及资源卫星图等等。总之，图像识别的研究，其目的在于研制能自动处理某些信息的系统，以代替人去完成图像分类及辨识的任务。这种系统亦称“识别机”。

在视觉、听觉和触觉的识别中，视觉图像识别有特别重大的意义。从信息论的角度来看，“图像”所包含的信息量最大，不仅有灰度，还有色彩，不仅有平面，还有立体等，其内容极为广泛。图像实际上是景物在仪器焦平面上的透视投影。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。我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光强和不同波长的光波所引起，它们与景物表面的特性、方向、光线条件以及干扰等多种因素有关。在各种恶劣的工作环境里，图像与景物已有较大的差别。因此要把图像分出它是属于哪一类，往往要经过预处理、分割、特征抽取、分析、分类、识别等一系列过程。现在这些技术完全可通过电子计算机进行模拟，对图像信息进行处理来达到对它的识别。

同时，在图像识别中，广泛采用的很多概念、名词术语和方法，很多就是从人类认识图像的过程中直接移植过来的。

近几十年来，由于数理统计学的发展，总结归纳了人们的认识逻辑，也促进了图像识别的发展，使图像识别有了一定的理论基础。现今，图像识别仍广泛采用早在 30 年代费肖尔 (Fisher) 就提出过的、解决两类事件分类问题判别分析的方法。并且还能把多类图像的分类问题化为若干个两类图像的分类问题。最近几年利用模糊数学进行的模糊集识别法、更是模仿人的认识思维过程。这些就是从人的认识事物的过程中得到的启示，并应用于图像识别技术的简单例证。

象人类识别事物一样，要对事物进行观察、抓住特点、分析比较、去伪存真、加以判断，机器进行图像识别中也要对研究的图像进行信息获取、信息加工、特征抽取和比较判断分类。这都反映了机器与人的认识过程的某些相似性。所以，自动识别机的很多过程都是模仿人的识别过程来进行的。反过来，机器图像识别的研究也将有助于人类对识别机理的理论研究。