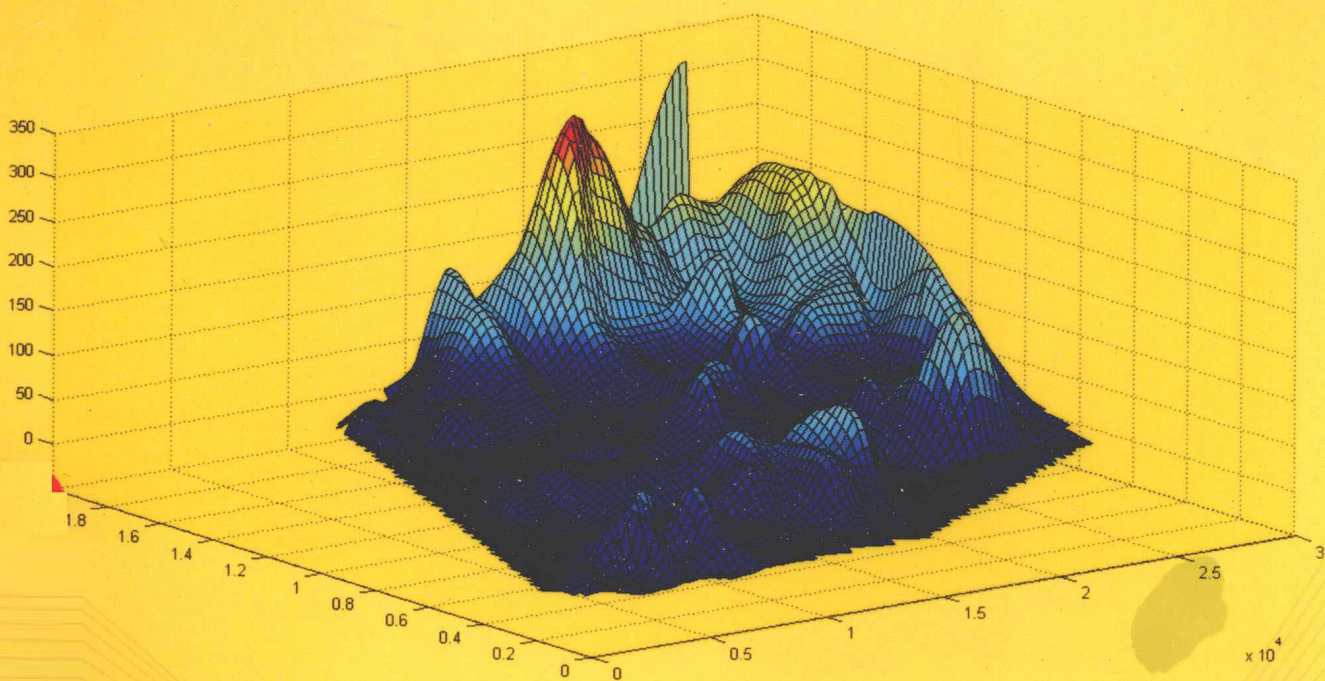


MATLAB 工程应用书库 ←

# MATLAB

## 数字图像处理实战

赵小川 何灏 缪远诚 等编著



附赠超值  光盘

全书所有实例源代码

- 合理、完善的知识体系结构
- 内容丰富，重点突出，应用性强
- 深入、详细剖析 MATLAB 工程应用技术



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

MATLAB 工程应用书库

# MATLAB 数字图像处理实战

赵小川 何灏 缪远诚 等编著



机械工业出版社

本书深入浅出地介绍了数字图像基础和 MATLAB 数字图像处理的新功能及其应用案例,同时还结合作者科研、教学的经验,对数字图像处理的学习、思维、方法和技巧进行了总结与点拨。本书分为“基础”、“应用”、“提高”三大部分,共 7 章,内容包括数字图像基础、数字图像变换、数字图像分析、图像特征提取、图像识别技术、实战案例详解和思维技法点拨。本书具有系统全面、循序渐进、内容新颖、突出前沿、例程丰富以及解释翔实的特点。

本书适用于对数字图像处理技术感兴趣、打算系统学习的读者,也可作为电子信息工程、计算机科学与技术相关专业的本科生、研究生的教材,还可作为本科毕业设计、研究生学术论文的参考资料。

## 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 数字图像处理实战 / 赵小川等编著. —北京:机械工业出版社, 2013.6

(MATLAB 工程应用书库)

ISBN 978-7-111-42352-2

I. ①M… II. ①赵… III. ①Matlab 软件—应用—数字图象处理  
IV. ①TN911.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 089739 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:张淑谦

责任编辑:张淑谦

责任印制:乔宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2013 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·21.75 印张·537 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-42352-2

ISBN 978-7-89433-940-9(光盘)

定价:59.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言



随着信息处理技术和计算机技术的飞速发展，数字图像处理技术已在工业检测、航空航天、星球探测、军事侦察、公安防暴、人机交互和文化艺术等领域受到了广泛重视并取得了众多成就。因此，越来越多的科研人员、高校学生投身于数字图像的学习、研究当中。

采用 MATLAB 软件进行数字图像处理，具有高效、可视化效果好的特点。特别是 2012 年以来，MATLAB 软件针对数字图像处理技术推出了诸多新功能，包括在图像处理工具箱的基础上又推出了机器视觉工具箱（Computer Vision System）、C 代码转换工具等。

## 1. 本书的特色

### （1）系统全面，循序渐进

全书以“需求分析→理论推导→编程实现→应用实例→优化总结→前沿展望”为主线，全面系统地讲解了现代数字图像处理的相关内容，根据循序渐进的原则和读者认知心理的特点，将内容层层递进，使所论述的内容更容易被吸收，真正实现 MATLAB 数字图像处理技术的“入门、提高、精通、应用”。

### （2）内容新颖，突出前沿

本书在介绍图像变换、图像分析、特征提取的基础上，讲述了 MATLAB 在数字图像处理方面的最新功能，如 MATLAB 2012 Computer Vision System 基于系统对象的编程、基于系统模型的实现以及如何快速通过 M 语言生成 C 语言。同时，本书还详细介绍了现代数字图像处理的最新进展，对 SIFT、SURF、仿生处理方法等新算法的基本原理、实现过程、核心代码、应用实例等进行了详细论述，便于读者了解现代数字图像处理领域的研究热点和最新研究动向。

### （3）案例丰富，解释翔实

本书根据编者近些年来从事数字图像处理教学、科研的经验，列举了近 100 个关于数字图像处理的 MATLAB 源代码实例，并附有详细注解。通过对源代码的解析，不但可以加深读者对相关理论的理解，而且可以有效地提高读者在数字图像处理方面的编程能力。本书所提供程序的编程思想、经验技巧也可为读者采用其他计算机语言进行数字图像处理编程提供借鉴。

## 2. 本书的结构安排

本书的结构安排如图 1 所示，从逻辑上分为“基础”、“应用”、“提高”三大部分，共 7 章，内容包括数字图像基础、数字图像变换、数字图像分析、图像特征提取、图像识别技术、实战案例详解和思维技法点拨。

## 3. 读者对象

本书适用于对数字图像技术感兴趣、打算系统学习的读者；也可作为电子信息工程、计算机科学与技术相关专业的本科生、研究生的教材；还可作为本科毕业设计、研究生学术论文的参考资料。



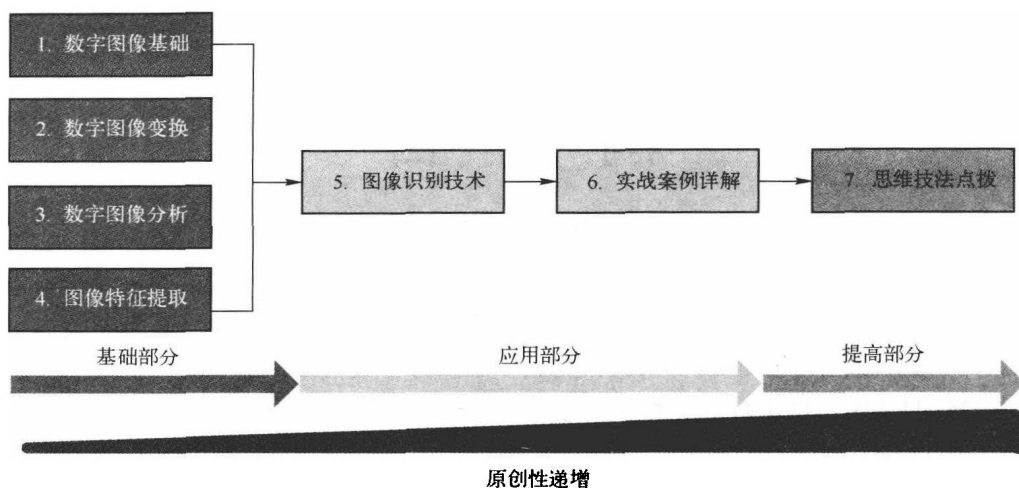


图1 本书结构

## 4. 致谢

感谢加拿大 University of British Columbia 的 David Lowe 教授和北京航空航天大学的陈殿生教授对本书的支持以及给本书提供的科研资料。

本书主要由赵小川、何灏、缪远诚编著，参与编著的还有寇宇翔、李喜玉、牛金喆、刘祥、李阳、肖伟、常之光、王萱、梁冠豪、苏晓东、赵国建、王浩浩、丁宇、徐鹏飞、徐如强、邝威、孙祥溪、龚汉越、王鑫、常青、李杰、姚猛、刘剑锋等。

限于编者的水平和经验，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

## 目 录

前言	
<b>第 1 章 数字图像基础</b>	1
1.1 数字图像处理概述	1
1.1.1 什么是数字图像	1
1.1.2 数字图像的形成过程	2
1.1.3 数字图像处理技术及其发展	4
1.1.4 数字图像的矩阵表示	5
1.2 数字图像处理的开发工具	6
1.2.1 MATLAB 软件	6
1.2.2 OpenCV 机器视觉库	8
1.2.3 VLIB 软件库	11
1.3 MATLAB 图像处理操作基础	12
1.3.1 图像处理工具箱的基本功能	12
1.3.2 数字图像处理的基本操作	13
1.3.3 视频图像的基本操作	16
1.3.4 MATLAB 中的图像类型	17
1.3.5 体验数字图像处理	17
<b>第 2 章 数字图像变换</b>	20
2.1 图像的空间变换	20
2.1.1 图像的几何变换	20
2.1.2 灰度级插值	34
2.1.3 图像的邻域操作	40
2.2 图像的傅里叶变换	42
2.2.1 什么是频率域	42
2.2.2 解析离散傅里叶变换	42
2.2.3 例程精讲	43
2.2.4 离散傅里叶变换的性质	44
2.2.5 二维傅里叶变换的应用：相位相关	48
2.3 图像的余弦变换	51
2.3.1 从 DFT 到 DCT	51
2.3.2 例程精讲	53
2.3.3 离散余弦变换的性质	57
2.3.4 离散余弦变换应用：基于 DCT 的图像去噪	58
2.4 图像滤波	59
2.4.1 空域滤波	60

2.4.2	频域滤波	68
2.5	图像的小波变换	75
2.5.1	小波分析的起源	75
2.5.2	连续小波变换	76
2.5.3	离散小波变换	77
2.5.4	小波变换的步骤及特点	81
2.5.5	例程精讲	82
2.5.6	小波变换的应用：基于小波变换的图像增强	92
2.6	图像的 Hough 变换	94
2.6.1	Hough 变换的基本原理	94
2.6.2	例程精讲	95
2.6.3	融会贯通：基于 Hough 变换检测圆	97
2.7	图像的 Walsh-Hadamard 变换	101
2.7.1	Walsh-Hadamard 变换的基本原理	101
2.7.2	例程精讲	104
2.7.3	Walsh-Hadamard 变换在图像压缩领域的应用	105
2.8	图像的 K-L 变换	106
2.8.1	K-L 变换的基本原理	107
2.8.2	例程精讲	109
2.9	基于数学形态学的图像变换	112
2.9.1	数学形态学的起源	112
2.9.2	熟悉数学形态学的基本运算	113
<b>第 3 章</b>	<b>数字图像分析</b>	<b>119</b>
3.1	图像的色彩空间	119
3.1.1	常见的色彩空间	119
3.1.2	例程精讲	123
3.1.3	彩色增强	125
3.2	图像的直方图	128
3.2.1	灰度直方图	128
3.2.2	例程精讲	129
3.2.3	融会贯通	131
3.2.4	应用：基于直方图的对比度增强	131
3.3	图像的纹理特征分析	136
3.3.1	什么是“图像的纹理特征”	136
3.3.2	灰度共生矩阵	137
3.3.3	例程精讲	138
3.3.4	融会贯通：灰度-梯度共生矩阵	141
3.4	图像的自相关函数	146
3.4.1	图像的自相关函数	146

3.4.2	例程精讲	146
3.4.3	图像局部自相关函数	147
3.5	视频图像分析与处理	148
3.5.1	视频图像及其特点分析	148
3.5.2	视频序列图像分析	149
3.5.3	视频序列图像处理	152
3.6	图像质量的评价	153
3.6.1	图像质量的客观评价	153
3.6.2	图像质量的主观评价	158
<b>第 4 章</b>	<b>图像特征提取</b>	<b>159</b>
4.1	图像的不变矩	159
4.1.1	不变矩的基本原理	159
4.1.2	例程精讲	161
4.2	图像的边缘检测	162
4.2.1	运用一阶微分算子检测图像边缘	163
4.2.2	运用二阶微分算子检测图像边缘	164
4.2.3	基于 Canny 算子检测图像边缘	168
4.2.4	基于 SUSAN 特征检测算子的边缘提取	170
4.3	Harris 角点检测	174
4.3.1	何谓“角点”	174
4.3.2	Harris 角点的基本原理	175
4.3.3	Harris 角点的实现步骤	177
4.3.4	Harris 角点的性质	178
4.3.5	例程精讲	179
4.4	SIFT 特征提取与描述	182
4.4.1	SIFT 算法	183
4.4.2	SIFT 特征描述	186
4.4.3	例程精讲	188
4.5	SURF 特征提取与描述	208
4.5.1	积分图像	208
4.5.2	DoH 近似	209
4.5.3	尺度空间表示	211
4.5.4	SURF 特征描述算子	213
4.5.5	例程一点通	216
<b>第 5 章</b>	<b>图像识别技术</b>	<b>219</b>
5.1	模式识别的概念	219
5.1.1	什么是模式识别	219
5.1.2	模式识别的主要方法	219
5.1.3	模式识别的应用	220



5.2	基于图像的模式识别方法 .....	221
5.2.1	句法模式识别 .....	221
5.2.2	统计模式识别 .....	222
5.2.3	模糊模式识别 .....	225
5.2.4	神经网络模式识别 .....	226
5.3	基于图像模式识别的过程 .....	226
5.4	基于神经网络与矩特征的模式识别 .....	228
5.4.1	神经网络简介 .....	228
5.4.2	识别算法实现流程 .....	234
5.4.3	例程精讲 .....	242
5.4.4	实验结果 .....	251
<b>第 6 章</b>	<b>实战案例详解 .....</b>	<b>254</b>
6.1	测绘领域的应用：基于 SURF 的图像拼接 .....	254
6.1.1	研究图像拼接的意义 .....	254
6.1.2	基本原理及实现步骤 .....	254
6.1.3	例程精讲 .....	258
6.1.4	实际中需要注意的问题 .....	264
6.2	信息安全领域的应用：基于小波变换的数字水印技术 .....	267
6.2.1	数字水印技术 .....	267
6.2.2	嵌入数字水印的基本原理 .....	268
6.2.3	数字水印的特点 .....	268
6.2.4	基于小波变换的数字水印嵌入 .....	269
6.2.5	例程精讲 .....	269
6.3	多媒体通信领域的应用：基于 PIFS 分形压缩编码技术 .....	273
6.3.1	压缩编码概述 .....	273
6.3.2	基于 PIFS 的图像压缩 .....	273
6.4	安防领域的应用：高效视频监控系统 .....	278
6.4.1	视频监控系统的基本原理 .....	278
6.4.2	基于 Computer Vision System 的系统设计 .....	279
6.5	交通领域中的应用：基于视频的车流量统计 .....	283
6.5.1	车流量检测系统 .....	284
6.5.2	基于高斯混合背景模型的背景建模 .....	284
6.5.3	例程精讲 .....	285
<b>第 7 章</b>	<b>思维技法点拨 .....</b>	<b>290</b>
7.1	学习点拨：谈学习数字图像处理的经验 .....	290
7.1.1	面向应用：层层分解、抓住要点 .....	290
7.1.2	面向学习：追根溯源、比较总结 .....	291
7.2	思维点拨：运用 Triz 思维，突破图像处理瓶颈 .....	293
7.2.1	Triz 理论概述 .....	293

7.2.2 实例分析：运用 Triz 理论改进 Hough 变换的实时性 .....	294
7.3 方法点拨：基于 MDA（模型驱动构架）的图像处理 .....	295
7.3.1 模型驱动开发思想概述 .....	295
7.3.2 模型驱动开发的优势 .....	296
7.3.3 模型驱动开发在图像处理领域中的应用 .....	297
7.3.4 基于 Simulink-Blocks 的模型驱动开发图像处理 .....	297
7.4 技巧点拨：仿生理理论助力图像处理技术发展 .....	302
7.4.1 仿生理理论与图像处理技术相结合的优势 .....	302
7.4.2 实例分析：猫视觉皮层仿生的图像分割 .....	303
附录 .....	308
附录 A 常用 MATLAB 图像处理指令功能语法索引 .....	308
附录 B 系统对象功能汇总 .....	326
附录 C Triz 矛盾矩阵表 39 项技术参数及 40 条创新原理 .....	328
参考文献 .....	335



# 第1章 数字图像基础

## 本章导读

亲爱的朋友们，从现在开始，我们就将一起进入数字图像处理的世界了，这是一个充满挑战的过程。“良好的开端是成功的一半”，为了使大家能够尽快对数字图像的相关理论和知识有一个清晰的理解和把握，本章向大家介绍一些关于数字图像处理的常用基本知识。

本章分别从基本概念、开发应用、MATLAB 基础三个大的方面对数字图像处理的基础知识进行详细的讲解，如图 1-1 所示。这三大方面从内容结构上讲属于并行关系，读者可以根据自己的情况有选择地进行阅读。

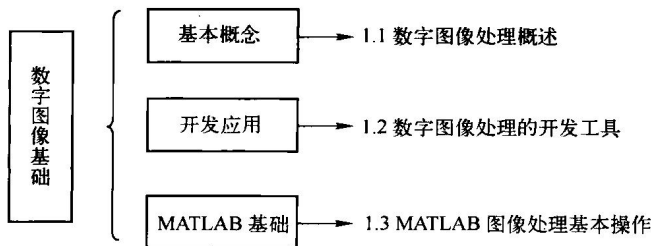


图 1-1 第 1 章结构安排

## 1.1 数字图像处理概述

### 1.1.1 什么是数字图像

不同领域的人对“图像”的概念有着不同的理解。图 1-2 所示是从不同角度对图像的定义。



图 1-2 从不同角度对图像的定义

图像的种类有很多,根据人眼的视觉特性可将图像分为可见图像和不可见图像。可见图像包括单张图像、绘图、图像序列等,不可见图像包括不可见光成像和不可见量形成的图,如电磁波谱图、温度计压力等的分布图。图像按像素空间坐标和亮度(或色彩)的连续性可以分为模拟图像和数字图像。

那么,什么是数字图像呢?数字图像是相对于模拟图像而言的。简言之,模拟图像就是物理图像,人眼能够看到的图像,它是连续的。由于计算机无法直接处理模拟图像,数字图像应运而生。数字图像是模拟图像经过采样和量化使其在空间上和数值上都离散化,而形成的一个数字点阵。

数字图像与模拟图像相比,有以下几个方面的特点。

1) 灵活性方面。对模拟图像的处理,只能进行简单的放大、缩小等;而数字图像的处理方式非常精确、灵活,可以进行变形、改变亮度、色度、添加滤镜等效果。

2) 传输性方面。模拟图像以实物为载体,传输相对困难;而数字图像以数字信息为载体,传输相对较快。

3) 再现性方面。模拟图像不易保存,时间长了会有所变化;而数字图像不会因为保存、传输或复制而产生图像质量上的变化。

### 1.1.2 数字图像的形成过程

从理论上讲,图像是一种二维的连续函数,然而在计算机上对图像进行数字处理时,首先必须对其在空间和亮度上进行数字化,这就是图像的采样和量化的过程。空间坐标 $(x,y)$ 的数字化称为图像采样,而幅值数字化称为灰度级量化,其量化过程如图1-3所示。

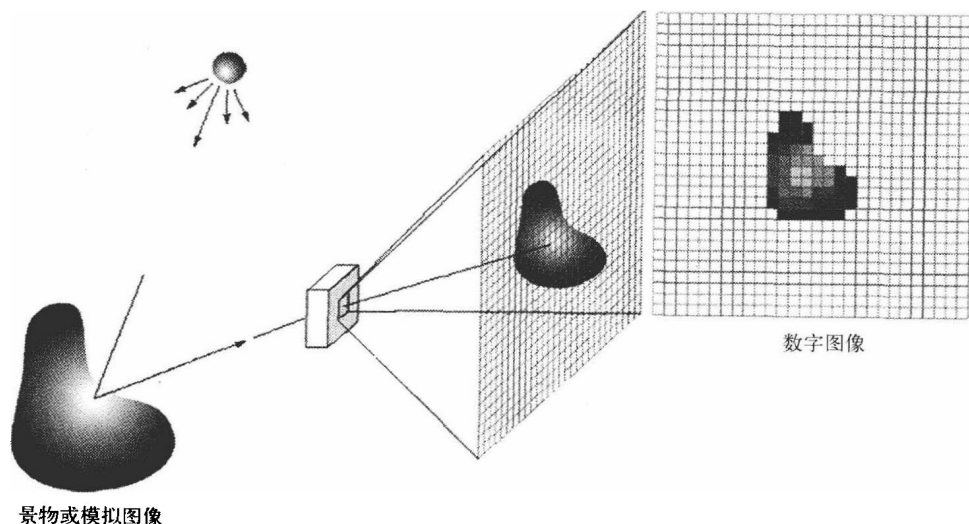


图 1-3 物理图像数字化的过程

#### (1) 图像采样

图像采样是对图像空间坐标的离散化,它决定了图像的空间分辨率。采样可以这样形象地理解:用一个方格把待处理的图像覆盖,然后把每一小格上模拟图像亮度的平均值作为该小方格中点的值,如图1-4所示。



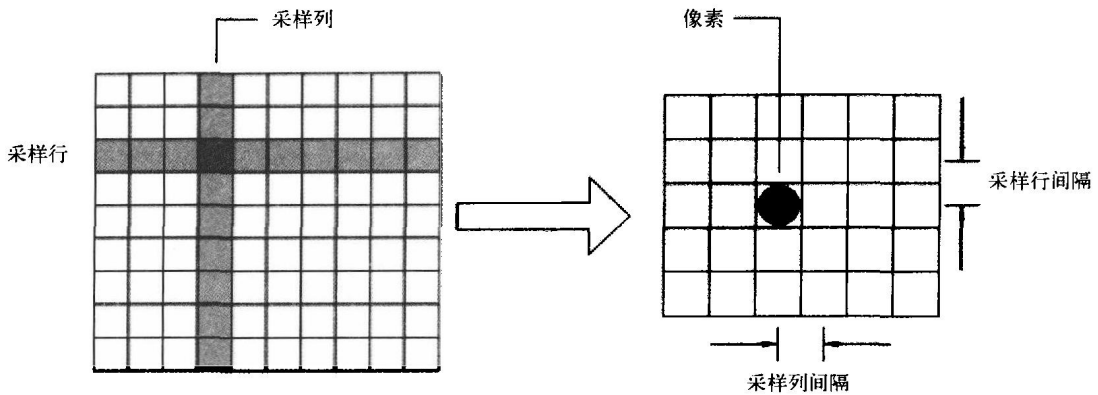


图 1-4 图像采样过程示意图

对一幅图像采样时，若每行（横向）采样数为  $M$ ，每列（纵向）采样数为  $N$ ，则图像大小为  $M \times N$  个像素， $f(x,y)$  表示点  $(x,y)$  处的灰度值，则  $F(x,y)$  构成一个  $M \times N$  实数矩阵，如式 (1-1) 所示。图 1-5 所示的是像素不同的图像比较。

$$F(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \cdots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (1-1)$$

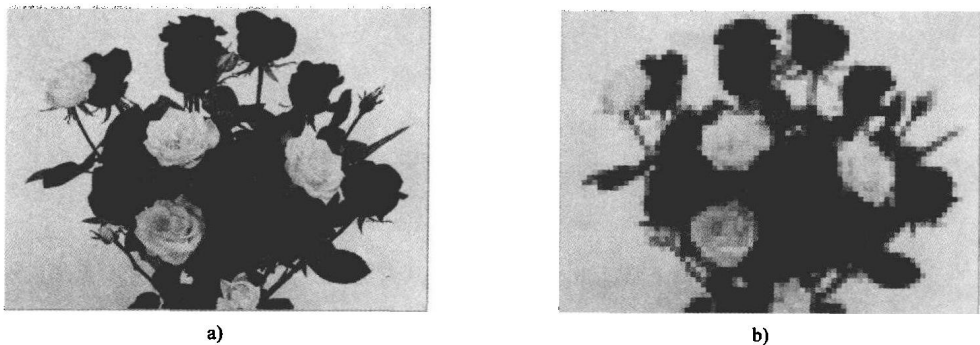


图 1-5 像素不同的图像比较

a) 像素为 320×240 的图像 b) 像素为 80×60 的图像

像素的大小与图像的分辨率有关，分辨率越高，像素就越小，图像就越清晰。

(2) 灰度量化的

把采样后所得的各像素灰度值从模拟量到离散量的转换称为图像灰度的量化。量化是对图像幅度坐标的离散化，它决定了图像的幅度分辨率。

量化的方法包括分层量化、均匀量化和非均匀量化。分层量化是把每一个离散样本的连续灰度值分成有限的层次；均匀量化是把原图像的灰度层次从最暗至最亮均匀分为有限个层次，如果采用不均匀分层就称为非均匀量化。

当图像的采样点数一定时，采用不同量化级数的图像质量不一样。量化级数越多，图像质量越好；量化级数越少，图像质量越差。量化级数小的极端情况就是二值图像。

下面介绍几种常见的数字图像类型。

- 黑白图像（见图 1-6）：图像每个像素只能是黑或白，没有中间的过渡，故又称为二值图像。二值图像的像素值为 0、1。



图 1-6 黑白图像及其表示

- 灰度图像（见图 1-7）：灰度图像是指每个像素的信息由一个量化的灰度级来描述的图像，没有彩色信息。

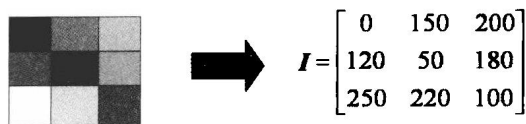


图 1-7 灰度图像及其表示

- 彩色图像（见图 1-8）：彩色图像是指每个像素的信息由 RGB 三原色构成的图像，其中 RGB 是由不同的灰度级来描述的。

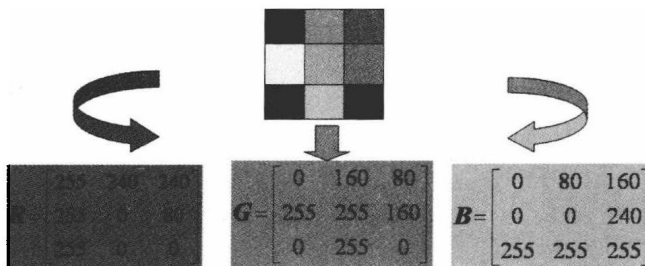


图 1-8 彩色图像及其表示

- 序列图像：把具有一定联系的、具有时间先后关系的图像称为序列图像。电视剧或电影图像主要是由序列图像构成的。

## 1.1.3 数字图像处理技术及其发展

数字图像处理（Digital Image Processing）是通过计算机对图像进行去除噪声、增强、复原、分割、提取特征等处理的方法和技术。

数字图像处理最早出现于 20 世纪 50 年代，当时的电子计算机技术已经发展到一定水平，人们开始利用计算机来处理图形和图像信息。数字图像处理作为一门学科大约形成于 20 世纪 60 年代初期。早期的图像处理的目的是改善图像的质量，它以人为对象，以改善人的视觉效果为目的。图像处理中，输入的是质量低的图像，输出的是改善质量后的图像，常用的图像处理方法有图像增强、复原、编码、压缩等。首次获得实际成功应用的是美国喷气推进实验室（JPL）。JPL 对航天探测器徘徊者 7 号在 1964 年发回的几千张月球照

片使用了图像处理技术，如几何校正、灰度变换、去除噪声等方法，并考虑了太阳位置和月球环境的影响，由计算机成功地绘制出月球表面地图，获得了巨大的成功。随后又对探测飞船发回的近 10 万张照片进行更为复杂的图像处理，最终获得了月球的地形图、彩色图及全景镶嵌图，取得了非凡的成果，为人类登月创举奠定了坚实的基础，也推动了数字图像处理这门学科的诞生。此后，世界上很多机构也加强了对数字图像处理技术的研究，如改进设备，成立专业图像实验室等。同时其应用范围也从空间研究扩展到更为广阔的领域。

近 20 年来，各相关学科领域的发展对图像处理提出了越来越高的要求。因此，对数字图像处理技术的研究也越来越深入、广泛，其发展也更迅速。在遥感方面，数字图像处理技术主要应用在航空和卫星遥感方面。可以说，数字图像处理技术推动了遥感技术的进步，发展了多光谱图像遥感、SAR 图像遥感和微波图像遥感，以及与这些遥感技术相应的处理技术。目前，人们运用数字图像处理技术处理分析遥感图像，可以有效地进行资源和矿藏的勘探和调查、农业和城市的土地规划、作物估产、气象预报、灾害及军事目标的监视等；在生物医学工程方面，图像处理的应用开展较早。医学图像主要有 X 射线图像、超声图像和生物切片显微图像。运用图像处理技术可以提高图像的清晰度和分辨率，便于医生诊断；在工业和工程方面，图像处理技术已有效应用于无损探伤、质量检测和过程自动控制等方面，如应力分析、流场分析、机械零件检测和识别、印制电路板疵病检查等；在军事方面，飞行导航、导弹打靶的景物图像制导是对图像处理技术需求最迫切，也是最能体现其价值的应用领域。此技术是通过判读侦察照片，进行图像匹配识别和跟踪。此外，包括图像传输、存储和显示的自动化指挥系统，飞机、坦克和军舰模拟训练器，也都用到图像处理技术。

#### 1.1.4 数字图像的矩阵表示

二维图像进行均匀采样并进行灰度量量化后，就可以得到一幅离散化成  $M \times N$  样本的数字图像。该数字图像是一个整数阵列，因而可用矩阵来直观地描述该数字图像。如果采用如图 1-9 所示的采样网络来对图像进行采样量化，则可得到如式 (1-1) 的数字化图像表示。

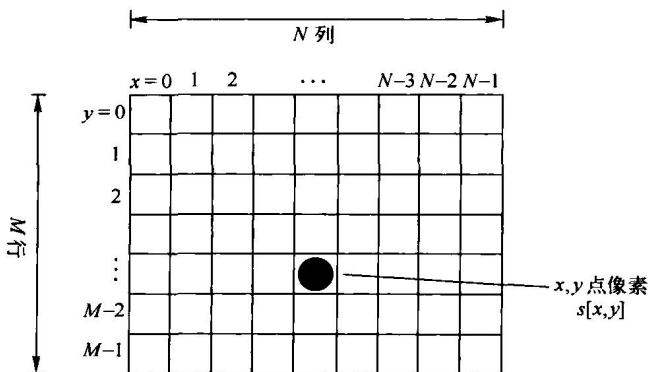


图 1-9 图像采样网格示意图

这样，一幅数字图像在 MATLAB 中可以很自然地表示为形如式 (1-2) 的矩阵。

$$f = \begin{bmatrix} f(1,1) & \cdots & f(1,N) \\ \vdots & & \vdots \\ f(M,1) & \cdots & f(M,N) \end{bmatrix} \quad (1-2)$$

注意：由于在 MATLAB 中矩阵的第一个元素的下标为 (1,1)，因此在式 (1-2) 中  $f(1,1)$  等于式 (1-1) 中的  $f(0,0)$ 。式 (1-1) 和式 (1-2) 在表示上意思是一样的，只是原点不同。

因此，对数字图像进行处理，也就是对特定的矩阵进行处理。在 C 语言中，对  $M \times N$  数字图像处理的核心代码如下。

```
for (j=0;j<N;j++)
  for(i=0;i<M;i++)
    { 对 I(i,j)的具体运算
    };
```

在 MATLAB 中，对  $M \times N$  数字图像处理的核心代码如下。

```
for i=1:N
  for j=1:M
    对 I(i,j)的具体运算
  end
end
```

#### 经验分享：重要概念理解点睛

- “像素”的英文为“pixel”，它是“picture”和“element”的合成词，表示图像元素的意思。可以对“像素”进行如下理解：像素是一个面积概念，是构成数字图像的最小单位。
- “灰度”可以认为是图像色彩亮度的深浅。图像所能够展现的灰度级越多，也就意味着图像可以表现更强的色彩层次。如果把黑—灰—白连续变化的灰度值量化为 256 个灰度级，灰度值的范围为 0~255，表示亮度从深到浅，对应图像中的颜色为从黑到白。
- 数字图像处理就是将图像转换成一个数据矩阵存放在存储器中，然后再利用计算机或其他的大规模集成数字器件对数据矩阵信息进行数字处理，以达到所预期的效果。

## 1.2 数字图像处理的开发工具

### 1.2.1 MATLAB 软件

#### (1) 什么是 MATLAB

MATLAB 是矩阵实验室 (Matrix Laboratory) 的简称，是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件，广泛应用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级技术计算语言和交互式环境，主要包括 MATLAB 和 Simulink 两大部分。MATLAB 的启动界面如图 1-10



所示。

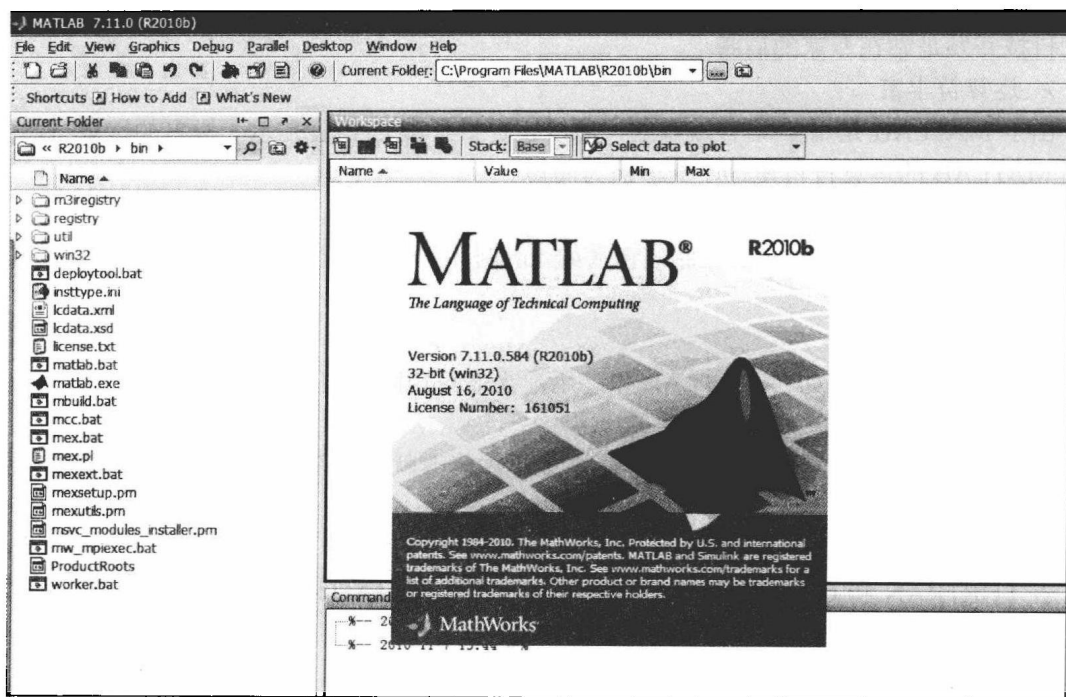


图 1-10 MATLAB 软件启动界面

MATLAB 将数值分析、矩阵计算、科学数据可视化以及非线性动态系统的建模和仿真等诸多强大功能集成在一个易于使用的视窗环境中，为科学研究、工程设计以及需要进行有效数值计算的众多科学领域提供了一种全面的解决方案，并在很大程度上摆脱了传统非交互式程序设计语言（如 C、FORTRAN）的编辑模式。

MATLAB 可以进行矩阵运算、绘制函数和数据、实现算法、创建用户界面、连接其他编程语言的程序等，广泛应用于以下领域。

- 数值分析。
- 数值和符号计算。
- 工程与科学绘图。
- 控制系统的设计与仿真。
- 数字图像处理技术。
- 数字信号处理技术。
- 通信系统设计与仿真。
- 财务与金融工程。

在数字图像处理方面，MATLAB 提供了数据采集、数据库接口、概率统计、样条拟合、优化算法、偏微分方程求解、神经网络、小波分析、信号处理、图像处理、模型预测、模糊逻辑、嵌入式系统开发、定点仿真、与 DSP 通信等非常多的工具箱，已经能满足几乎所有图像处理算法的开发需要。

## (2) 用 MATLAB 处理数字图像的特点