

# 2D计算机视觉

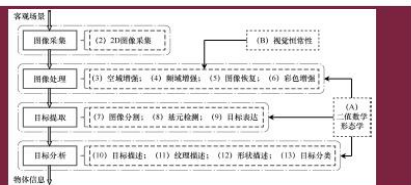
## 原理、算法及应用

计算机视觉  
丛书



### 2D计算机视觉

原理、算法及应用



2D COMPUTER VISION  
Principles, Algorithms and Applications

### 2D计算机视觉

原理、算法及应用

章毓晋 编著

电子工业出版社

2D COMPUTER VISION  
Principles, Algorithms and Applications

### 2D计算机视觉

原理、算法及应用

章毓晋 编著



责任编辑：朱雨萌  
封面设计：博雅锦



定价：149.00元

中国工信出版集团

电子工业出版社  
http://www.phei.com.cn



# 第1章 计算机视觉基础

计算机视觉是一门借助计算机来实现人类视觉功能的信息学科

人类视觉过程可看作是一个复杂的从感觉（感受到的是对3-D世界进行2-D投影得到的图像）到知觉（由2-D图像认知3-D世界的内容和含义）的过程。计算机视觉是指利用计算机实现人的视觉功能，希望能根据感知到的图像对实际的目标和场景做出有意义的解释和判断

本章先对计算机视觉进行概括介绍，以为后续各章的学习打下基础



# 第1章 计算机视觉基础

## 1.1 视觉基础

## 1.2 视觉和图像

## 1.3 视觉系统和图像技术

## 1.4 本书结构框架和内容概况



# 1.1 视觉基础

## 视觉

人类用眼睛去观测周围世界，并用人脑感知周围世界的一种能力

## 常用术语

眼睛（人眼）：接受入射光的感光器官

视网膜：含有光感受器和神经组织网络

大脑：感知图像、处理信息的功能单元



# 1.1 视觉基础

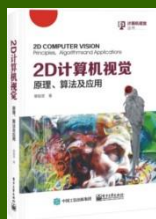
## 常用术语

**可见光：**人眼能感受到的一定波长范围内的电磁波，对应亮蓝白色到暗红色之间

**彩色（颜色）：**人类视觉系统对不同频率或不同波长的电磁波有不同感知的结果

**视力：**空间分辨/精细辨别能力，正常人的最少可辨视觉阈值约0.5"

**视野（视场）：**约为 $200^{\circ}$ （宽） $\times 135^{\circ}$ （高）



# 1.1 视觉基础

## 视感觉和视知觉

**视感觉：**发生于景物在视网膜上成像的过程中，关心 ① 光的物理特性；② 光刺激视觉感受器官的程度；③ 光在作用于视网膜后经视觉系统加工而产生的感觉

**视知觉：**主要涉及人从客观世界接受视觉刺激后如何将物像转变为神经反应，以及反应所采用的方式和获得的结果，兼有心理因素

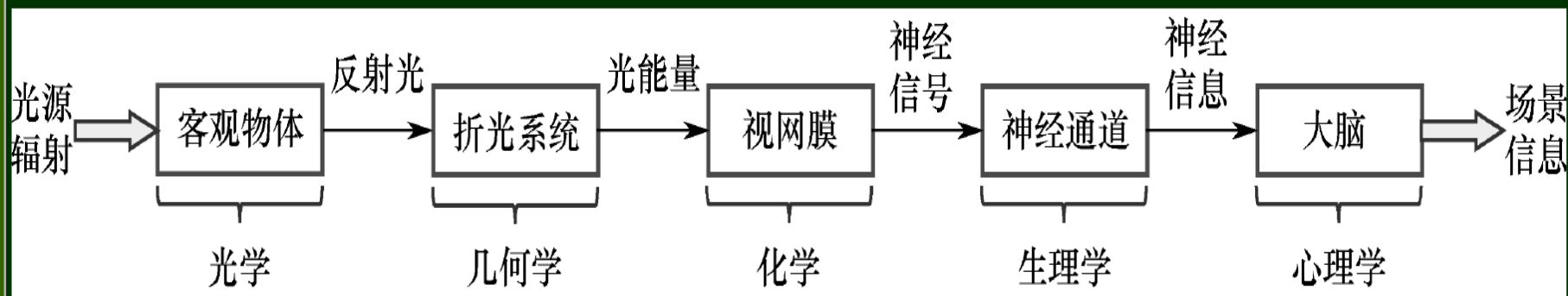


# 1.1 视觉基础

## 视觉过程

视觉是一个复杂的过程，涉及到几何学、光学、化学、生理学、心理学等多方面的知识

从光源发出辐射到大脑获得场景信息涉及一系列步骤

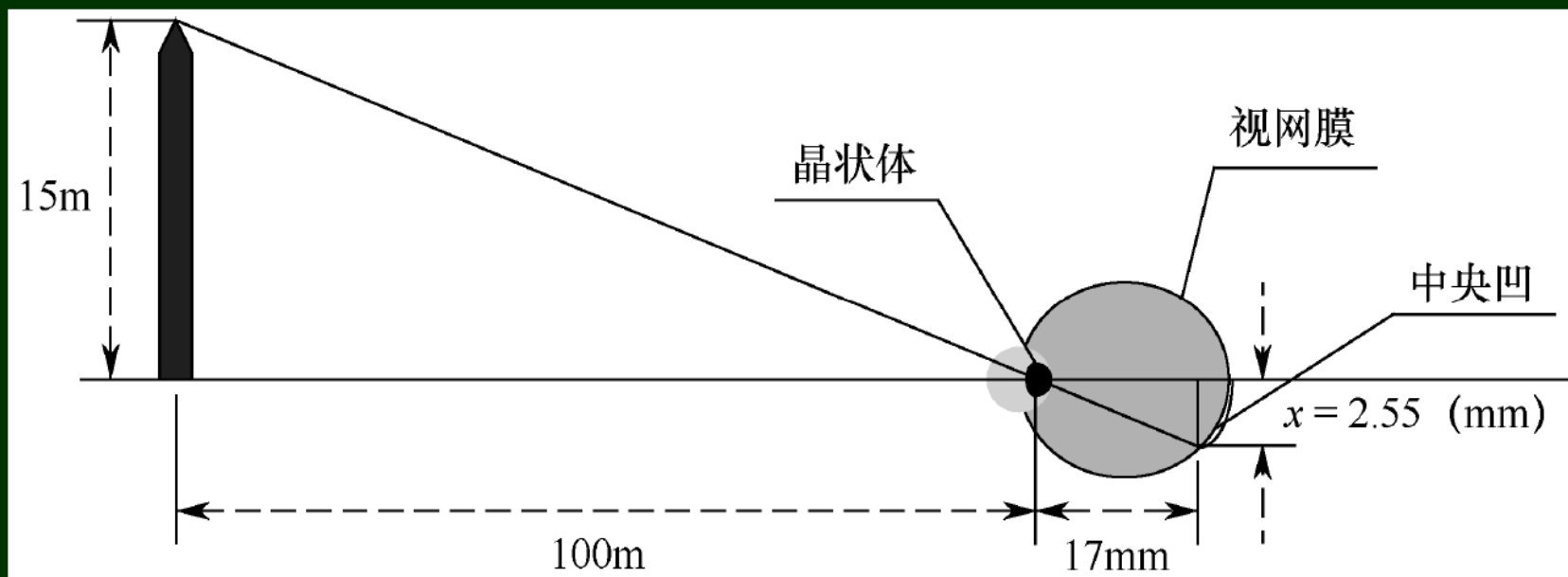




# 1.1 视觉基础

## 1. 光学过程

从成像角度可将眼睛和相机进行简单比拟。  
光线通过瞳孔被晶状体聚焦在视网膜上而成像







# 1.1 视觉基础

## 2. 化学过程

两类光接收细胞：锥细胞和柱细胞

锥细胞数量相对较少，分为3种，分别对入射的辐射有不同的频谱响应，对颜色很敏感，仅在较亮的环境下工作，对应适亮视觉

柱细胞数量相对较多，分布面大但分辨率比较低，不产生颜色感受，仅在较暗的环境下工作，主要提供视野的整体视像，对应适暗视觉



# 1.1 视觉基础

## 3. 神经处理过程

在大脑中枢的神经系统里进行  
借助突触构成光神经网络

光神经网络连到大脑中的纹状皮层。在那里，对光刺激产生的感觉响应经过一系列处理最终形成关于场景的表象，从而将对光的感覺转化为对景物的知觉响应

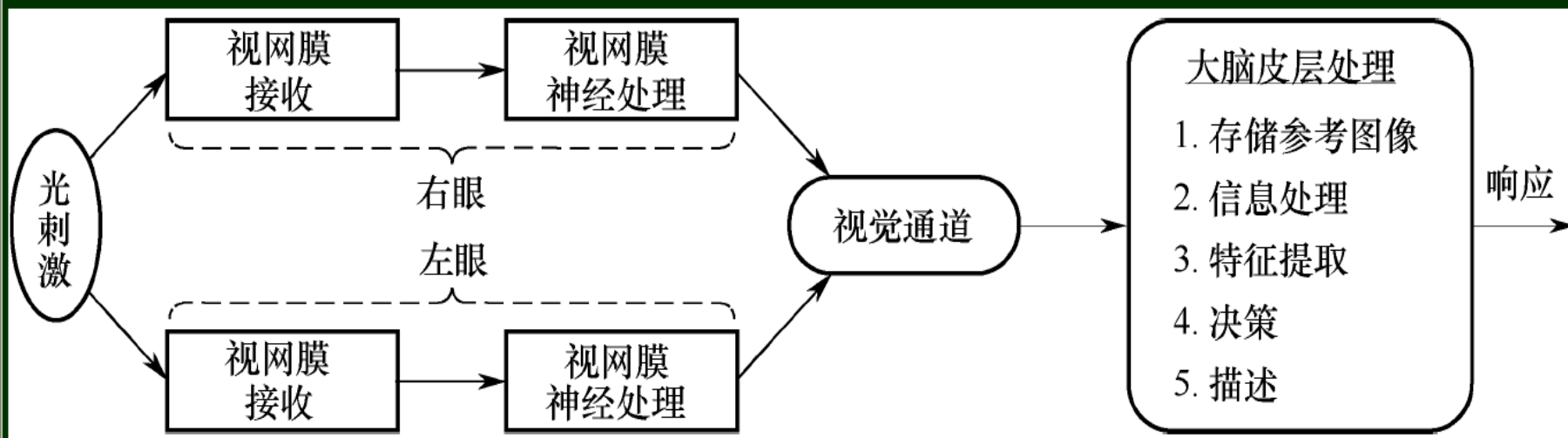
形成关于场景的表象和解释



# 1.1 视觉基础

## 视觉过程流图

视觉过程先从刺激人眼开始



最终引起视知觉，或者说在大脑中对光刺激产生响应，从而形成关于场景的表象和解释



## 1.2 视觉和图像

视觉对象是人眼直接感受到的图像

连续图像也称模拟图像

数字图像也称离散图像

“离散”指图像在空间上和亮度上都间断的

计算机视觉需要借助许多图像技术来实现

客观世界在空间上是3-D的，但大部分成像装置都将3-D世界投影到二维（2-D）像平面

2-D计算机视觉基本上基于各种2-D图像技术



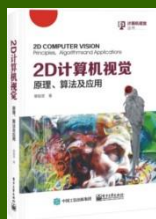
## 1.2 视觉和图像

### 图像和数字图像

图像可定义为用各种观测系统以不同形式和手段观测客观世界而获得的，可以直接或间接作用于人眼并进而产生视知觉的实体

一幅图像一般可用一个2-D函数 $f(x, y)$ 来表示

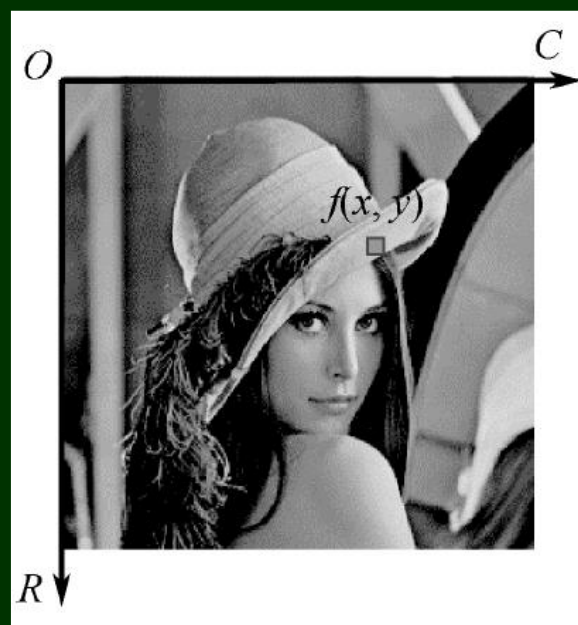
广义上来说，图像表示一种辐射能量的空间分布，这种分布可以是5个变量的矢量函数，记为 $T(x, y, z, t, l)$ ，包括了空间、时间、频谱变量



## 1.2 视觉和图像

### 图像和数字图像

两幅典型的公开图像



常在屏幕显示中采用



常在图像计算中采用



## 1.2 视觉和图像

### 像素和图像表示

图像可分解为许多个基本单元，简称像素  
图像的矩阵表示

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1N} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2N} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f_{M1} & f_{M2} & \cdots & f_{MN} \end{bmatrix}$$

图像的矢量表示

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} \mathbf{f}_1 & \mathbf{f}_2 & \cdots & \mathbf{f}_N \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{f}_i = \begin{bmatrix} f_{1i} & f_{2i} & \cdots & f_{Mi} \end{bmatrix}^T \quad i = 1, 2, \cdots, N$$



## 1.2 视觉和图像

### 图像存储与格式

图像存储需要大量的空间：1幅 $1024 \times 1024$ 的8 bit图像需要1MB的存储器

图像数据一般以各种图像文件格式存储

- (1) BMP格式：标准图像格式
- (2) GIF格式：公用的图像文件格式
- (3) JPEG格式：国际压缩标准
- (4) PNG格式：无损压缩
- (5) TIFF格式：独立于操作系统和文件系统





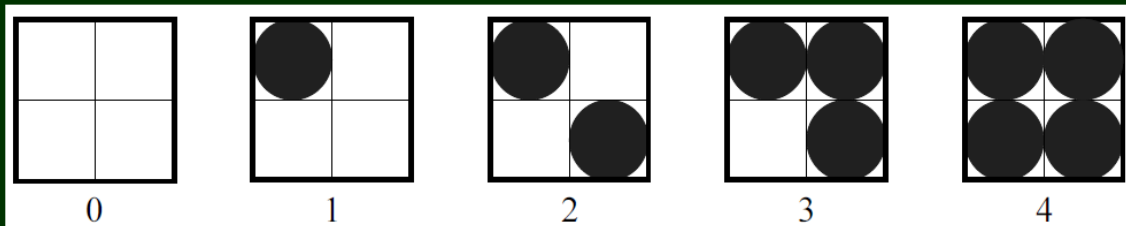
## 1.2 视觉和图像

### 图像显示和打印

将图像数据以图的形式展示

**半调输出：**在只有两级的设备上输出多级灰度图像的技术。这里利用了人眼的集成特性

将一个像素细分为多个单元结合的输出现区域，对各个单元分别以二值输出，结合起来就得到多个灰度值





## 1.2 视觉和图像

### 图像显示和打印

**抖动技术：**半调输出通过降低图像的空间分辨率来提升图像的幅度分辨率

半调输出的灰度级数会受到限制。用较少的灰度级数显示图像可能会产生虚假轮廓而导致图像质量下降

抖动技术通过变动图像的幅度值来改善量化过粗图像的显示质量



## 1.2 视觉和图像

### 图像显示和打印

抖动技术：加一个随机的小噪声，与原图没有任何有规律的联系

原始图像

半调图像

抖动图像1

抖动图像2

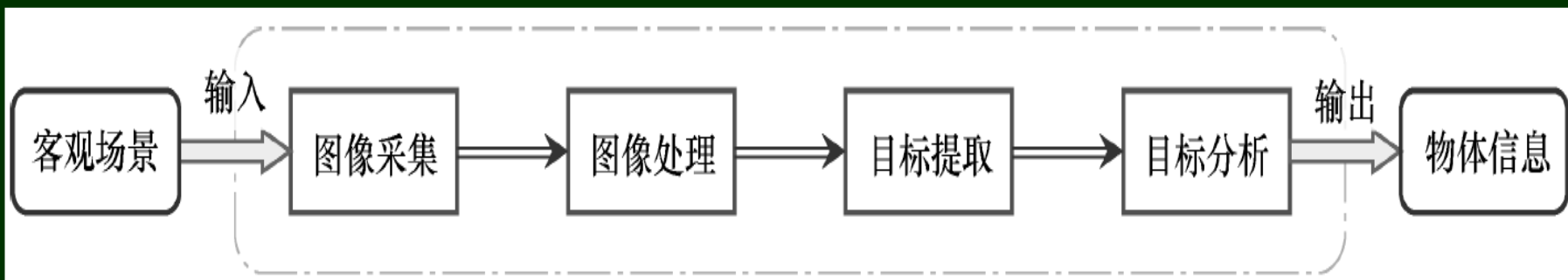




## 1.3 视觉系统和图像技术

### 视觉系统流程

视觉系统需要能采集客观场景的图像  
对图像进行加工（预处理），改善图像质量  
将其中对应感兴趣景物的图像目标提取出来  
通过对目标的分析获取客观景物的有用信息

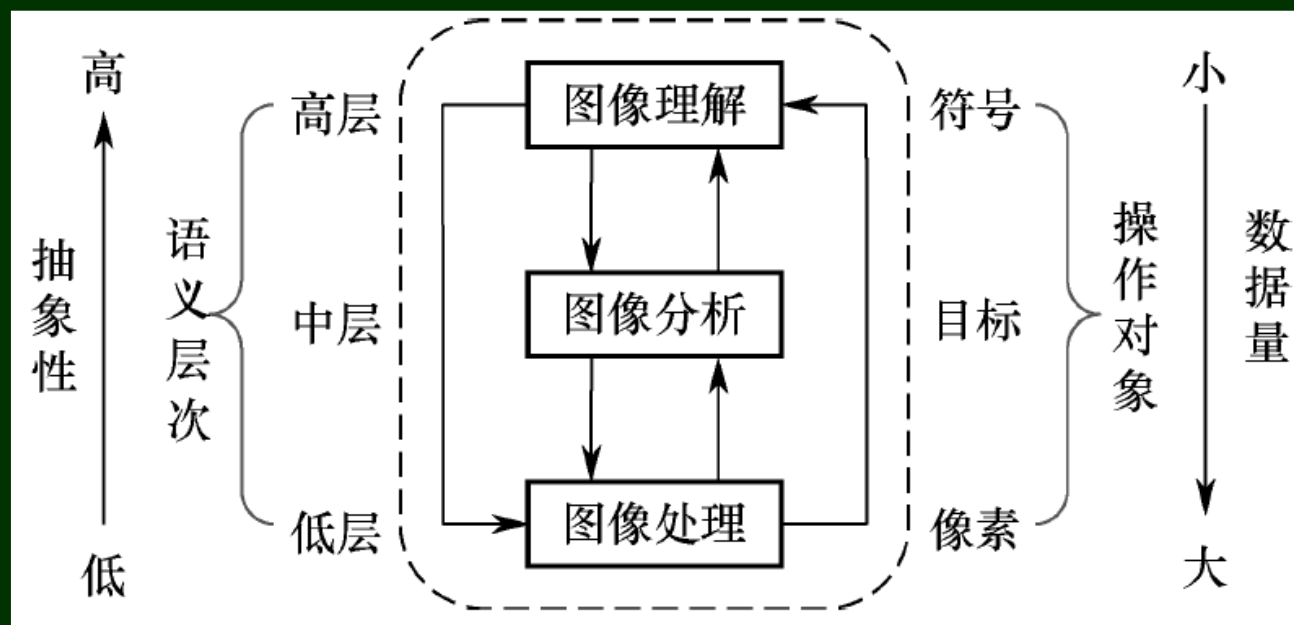




# 1.3 视觉系统和图像技术

## 图像技术层次

为完成视觉系统的功能，需要一系列的技术  
图像工程：图像处理、图像分析、图像理解





## 1.3 视觉系统和图像技术

### 图像技术层次

图像处理（IP）着重强调在图像之间进行的变换以改善图像的视觉效果

图像分析（IA）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

图像理解（IU）进一步研究图像中各目标的性质和它们之间的相互联系，并得出对图像内容含义的理解以及对原来客观场景的解释



# 1.3 视觉系统和图像技术

## 图像技术层次

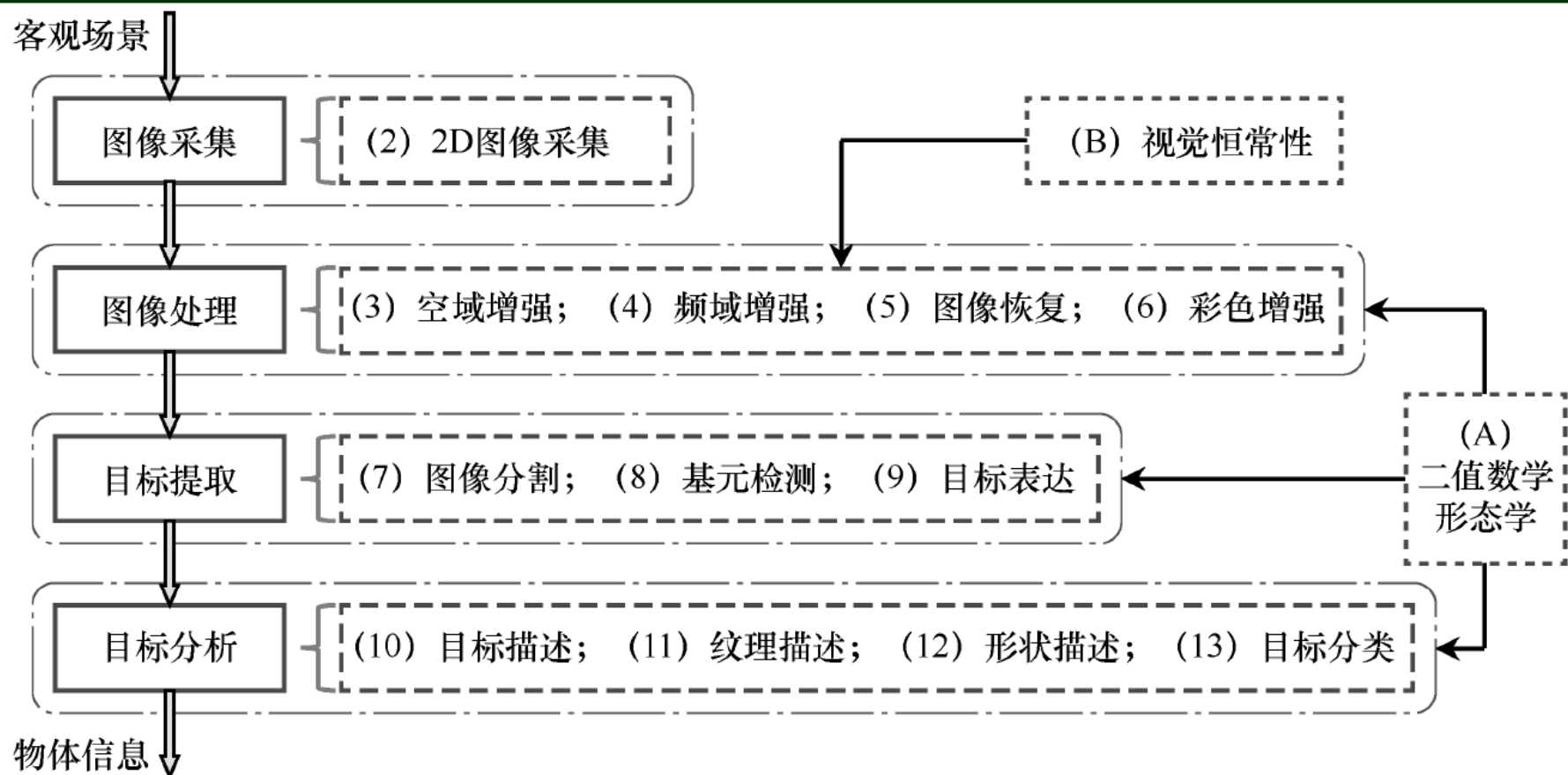
层 次	图像技术
图像处理	<b>图像获取</b> （各种成像方法，图像采集、表达及存储，以及摄像机标定等）
	<b>图像重建</b> （从投影等重建图像、间接成像等）
	<b>图像增强/图像恢复</b> （变换、滤波、复原、修补、置换、校正、视觉质量评价等）
	<b>图像/视频压缩编码</b> （算法研究、相关国际标准实现及改进等）
	<b>图像信息安全</b> （数字水印、信息隐藏、图像认证取证等）
	<b>图像多分辨率处理</b> （超分辨率重建、图像分解和插值、分辨率转换等）
图像分析	<b>图像分割和基元检测</b> （边缘、角点、控制点、感兴趣点检测等）
	<b>目标表达、目标描述、特征测量</b> （二值图像形态分析等）
	<b>目标特性提取分析</b> （颜色、纹理、形状、空间、结构、运动、显著性、属性等的提取分析）
	<b>目标检测和目标识别</b> （目标 2D 定位、追踪、提取、鉴别和分类等）
	<b>人体生物特征提取和验证</b> （人体、人脸和器官等的检测、定位与识别等）





# 1.4 本书结构框架和内容概况

## 结构框架和主要内容







# 1.4 本书结构框架和内容概况

## 各章概况

第1章：基本术语，图像技术总体情况

第2章：图像采集方法

第3章：空域图像增强方法

第4章：频域图像增强方法

第5章：图像恢复方法

第6章：彩色视觉和彩色图像增强方法

第7章：基本的图像分割方法



# 1.4 本书结构框架和内容概况

## 各章概况

第8章：图像中的基元检测方法

第9章：目标表达的一些基本方法

第10章：对目标的描述方法

第11章：对目标表面纹理的分析方法

第12章：对目标形状的分析方法

第13章：目标模式的分类方法

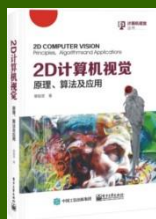
附录A：二值数学形态学；附录B：视觉恒常性



（1）数学知识：特别是线性代数，因为图像可表示为点阵，需借助矩阵表达解释各种加工运算过程；另外，统计和概率的知识也很有用

(2) 计算机科学知识：特别是计算机软硬件技术，因为对图像的加工需要使用计算机，通过编程用一定的算法在给定的平台上完成。

(3) 电子学知识：特别是信号处理，因为图像可看作1-D信号的扩展；以及电路原理，因为常常需要使用一定的电子设备和器件



## 1.5 各节要点和可参考的文献

- 1 视觉基础
- 2 视觉和图像
- 3 视觉系统和图像技术
- 4 本书结构框架和内容概况

自我检测题