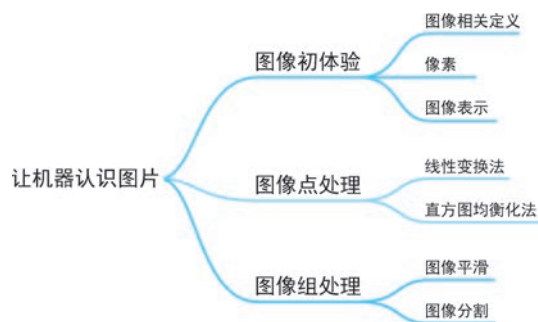


第3章

让机器认识图片：图像处理



3.1 图像初体验



1. 图像

图像(Image)是用各种观测系统以不同形式和手段(如照相机)观测客观世界而获得的,可以直接或间接作用于人眼,进而产生视知觉的实体。如照片、绘画作品、剪贴画、地图、书法作品、传真文件、卫星云图、影视画面、X光片、脑电图、心电图等都是图像。

数字图像(Digital Image)是对连续图像数字化或者离散化的结果,也称离散图像。



本书讨论的基本都是电子设备获得的且借助计算机技术加工的数字图像,在不引起歧义时均称为图像。

2. 像素

在介绍像素之前,请大家思考一下你会选择使用什么样的方式来表示这个五彩斑斓的世界呢?

像素(Pixel)的示例如图 3-1 所示,它是一张由一个个小方块所组成的图片,其中的一个个小方块就是像素。如果用更为专业一点的术语来解释的话,那就是:原始采集的数字图像一般采用光栅图像的形式存储,将图像区域分成很小的单元(一般都是小正方形),在每个单元中,使用一个介于最大值和最小值之间的灰度值来表示该单元处图像的亮度。

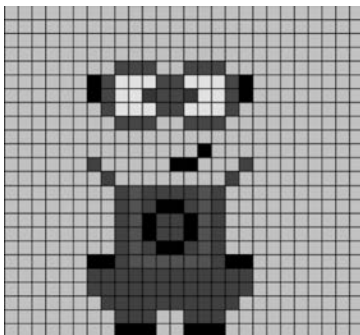


图 3-1 像素示例

像素一般具有相同的形状和尺寸,但可以有不同的属性(如灰度)。此处为大家引入一个新名词——分辨率。分辨率与其单位长度内所选取的像素数成正比,所以像素数越多,图像的空间分辨率也就越高。人们所看的视频有不同的分辨率,分辨率低表示它在单位长度内像素分割过少,使得每个像素块过大,让人眼感受到了每个像素颜色的变化。而对于高分辨率的图像,其每个像素之间就是连续的吗?其实这只是一种“视觉欺骗”,因为那一个个表示像素的小方块实在太小了,已经超越了人眼的分辨能力,所以看起来才会像连起来一样。

【知识拓展】

灰度值(Gray Value)是把白色与黑色之间按对数关系分成若干级,称为“灰度等级”。范围一般为 $0 \sim 255$, 0 为黑色, 255 为白色,故黑白图片也称为灰度图像,在图像识别领域拥有广泛用途。

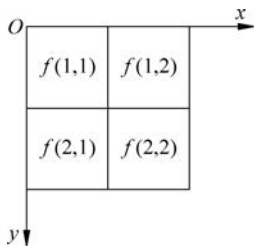


图 3-2 像素表示图

3. 图像表示

使用一个二维函数 $f(x, y)$ 来表示一张灰度图像,那怎么理解这个函数的表示形式呢?可将它放在直角坐标系中来理解,但此刻仅使用直角坐标系的第四象限。为了方便表示,此处 y 轴的正方向朝下。因此,上述函数 $f(x, y)$ 中的 x 表示 x 轴, y 表示 y 轴。接下来将一张图片的左上角与直角坐标系的原点重合。如图 3-2

所示,我们可以使用 $f(1,1)$ 来表示第一行、第一列小方格的数值。

接下来,如式(3-1)所示,用二维 $m \times n$ 矩阵来表示一幅二维图像:

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} f_{11} & \cdots & f_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m1} & \cdots & f_{mn} \end{bmatrix} \quad (3-1)$$

其中 f_{11} 表示第一行、第一列的像素值, f_{mn} 表示第 m 行、第 n 列的像素值。

1) 二值图像

二值图像(Binary Image),见图 3-3(a)(案例图片为莱娜图)。二值图像,顾名思义,只有两个值,即 0 和 1,其中 0 表示黑,1 表示白;或者 0 表示背景,1 表示前景。因此保存也相对简单,每个像素只需要 1 位就可以完整存储信息。如果把每个像素看成随机变量,共有 n 个像素,那么二值图像有 2^n 个变化,而 8 位灰度图像就会有 256^n 个变化,8 位 RGB 图像将会有 $(256 \times 256 \times 256)^n$ 个变化。因此对于同样尺寸的图像,二值图像保存的信息更少。



(a) 二值图像



(b) 灰度图像



(c) 彩色图像

图 3-3 三种图像的示例

2) 灰度图像

灰度图像(Gray Image),见图 3-3(b),是二值图像的进化版本,是彩色图像的退化版本,灰度图像保存的信息没有彩色图像多,但比二值图像多,灰度图像只包含一个通道的信息,而彩色图像通常包含三个通道的信息,单一通道可以理解为单一波长的电磁波,所以红外遥感等单一通道电磁波产生的图像均为灰度图像,且灰度图像易于采集和传输,因此基于灰度图像开发的算法非常丰富。

灰度图像是每个像素只有一个采样颜色的图像,这类图像通常显示为从最暗的黑色到最亮的白色的灰度。灰度图像与二值图像不同,在计算机图像领域中二值图像只



有黑色与白色两种颜色,但灰度图像在黑色与白色之间还会有许多级的颜色深度。因此灰度图像经常是在单个电磁波频谱(如可见光)内测量每个像素的亮度得到的,用于显示的灰度图像通常用每个采样像素 8 位的非线性尺度来保存,这样就可以有 256 级灰度(如果用 16 位,则有 65 536 级灰度)。

【知识拓展】

采样(Sampling)。先举一个形象的例子,例如,要化验一亩地中土壤的酸碱性,我们需要将所有的土壤都拿来化验吗? 完全不需要,可以通过采样方法来化验。如果采样的土壤里,恰巧有个西红柿曾腐烂在那里,那么它的酸性肯定大,但它不能代表这块地整体的土壤特性,所以需要用科学的方法进行采样。对于固体粉末的采样,可将粉末搅匀并堆成一个圆柱体,然后均匀地切成四等份,取位置对称的两块,然后再将它们堆成圆柱体后再进行切分,这样采样的粉末就有一定的代表性,这就是采样的过程。

3) 彩色图像

彩色图像(Color Image),见图 3-3(c),每个像素通常是由红(R)、绿(G)、蓝(B)三个分量来表示的。红色、绿色、蓝色三个通道都以灰度显示,用不同的灰度色阶来表示红色、绿色、蓝色在图像中的比重。通道中的纯白色代表该色光在此处的最高亮度,亮度级别是 255。最终,颜色由三原色叠加而成。

三种图像的颜色、数据和存储形式对比如表 3-1 所示。

表 3-1 三种图像的对比

对比内容	二值图像	灰度图像	彩色图像
颜色	黑白(2)	黑灰白(256)	彩色(256^3)
数据	0、1	0~255	三通道(0~255)
存储形式	二维矩阵	二维矩阵	三维矩阵

【知识拓展】

莱娜图。莱娜图源于美国南加州大学图像与信号研究所电气工程副教授 Alexander Sawchuk 的一次偶然相遇,当时他的团队希望找一幅引人注目的图像来测试最新的图像压缩算法。碰巧《花花公子》杂志上莱娜的图像吸引了他们,于是他们

便将这期杂志的插页图扫描了下来,截取其中的一部分作为研究使用的样例图像,这幅 512×512 像素的经典图像就诞生了。当然,选择莱娜图的原因不仅因为她的美丽,而是这张图片混合了折痕、色彩与纹理等复杂元素,是当时做算法测试的完美选项。

4. 图像处理

图像处理是一门用计算机对图像信息进行处理的技术,主要包括点处理、组处理、几何处理和帧处理四种方法。

点处理方法是处理图像最基本的方法,处理对象是像素。点处理方法简单有效,主要用于图像亮度调整和图像**对比度**调整等。

组处理方法处理的范围比点处理方法处理的范围大,处理对象为一组像素,因此又叫**区处理方法**或**块处理方法**。组处理方法在图像上的应用主要表现在:检测图像边缘、图像柔化和锐化、增加和减少图像随机噪声等。

几何处理方法是指经过运算,改变图像的像素位置和排列顺序,从而实现图像的放大与缩小、图像旋转、图像镜像以及图像平移等效果的处理过程。

帧处理方法是指将一幅以上的图像以某种特定的形式合成在一起,形成新的图像。其中,特定的形式是指:通过“**逻辑与**”“**逻辑或**”等逻辑运算关系进行合成,通过相加或相减进行合成,以及通过图像覆盖或取平均值进行合成等。图像处理软件通常具有图像的帧处理功能,并且以多种特定的形式合成图像。

本书主要针对点处理和组处理进行相关的讲解,几何处理将通过案例展示。

【知识拓展】

对比度(Contrast Ratio)指的是一幅图像中明暗区域最亮的白和最暗的黑之间不同亮度层级的测量,差异范围越大代表对比越大;差异范围越小代表对比越小。对比度 $120:1$ 可显示生动、丰富的色彩。

逻辑与(AND)、**逻辑或(OR)**是计算机编程中一种常见的运算,其中“逻辑与”使用“&”来表示,含义为操作数 1 和操作数 2 中有一个为假,结果就为假;只有两个操作数都为真时,结果才为真。“逻辑或”使用“||”来表示,含义为操作数 1 和操作数 2 中有一个为真,结果就为真;只有两个操作数都为假时结果才为假。逻辑与、逻辑或的真值表见表 3-2。



表 3-2 逻辑与、逻辑或的真值表

操作数 1	操作数 2	操作数 1 & 操作数 2	操作数 1 操作数 2
真	真	真	真
真	假	假	真
假	真	假	真
假	假	假	假



3.2 图像点处理

什么是点处理(Point Operation)呢? 点处理可以理解为运算结果仅与该点自己的灰度值有关,常用的方法有线性变换和直方图均衡化。

点处理方法是像素的灰度值进行变换,是一种点到点的变换,即输出图像每个像素点的灰度值仅由对应的输入像素点的灰度值决定。可描述为 $G(x,y)=F(g(x,y))$, 其中 (x,y) 是像素的坐标, $g(x,y)$ 是像素 (x,y) 原来的灰度值, F 是灰度值的变换函数, $G(x,y)$ 是像素 (x,y) 变换后(增强后)的灰度值。可以看出,点运算的关键是寻找合适的 F 函数, F 的自变量是灰度值 $g(x,y)$, 与像素的坐标 (x,y) 没有任何关系。

1. 线性变换

通俗地讲,线性变换(Linear Stretch)即比例变换,即因变量和自变量之间存在固定的比例系数,该系数为常数。灰度变换函数 F 为线性函数,如式(3-2)所示:

$$G = F(g) = k \cdot g + b \quad (3-2)$$

其中 k, b 为参数, g 是图中某一点的灰度值。

当 $k > 1$ 时,输出图像对比度增大,如图 3-4(b)所示;当 $k < 1$ 时,输出图像对比度降低,如图 3-4(c)所示;当 $k = 1, b \neq 0$ 时,输出图像的灰度值上移或下移,其效果是使整个图像更亮或更暗,如图 3-4(d)所示。

2. 直方图均衡化

灰度直方图(Histogram)是灰度级的函数,它表示图像中具有某种灰度级的像素的个数,反映图像中每种灰度的出现频率。如图 3-5(b)所示,其为 3-5(a)灰度图的灰度直方图,横坐标是灰度级,纵坐标是该灰度级出现的次数,是图最基本的统计特征。

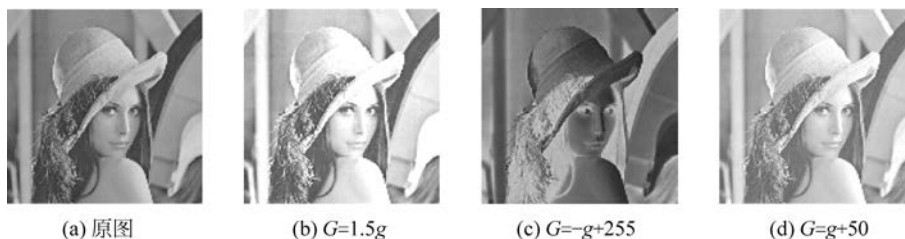


图 3-4 线性变换示例

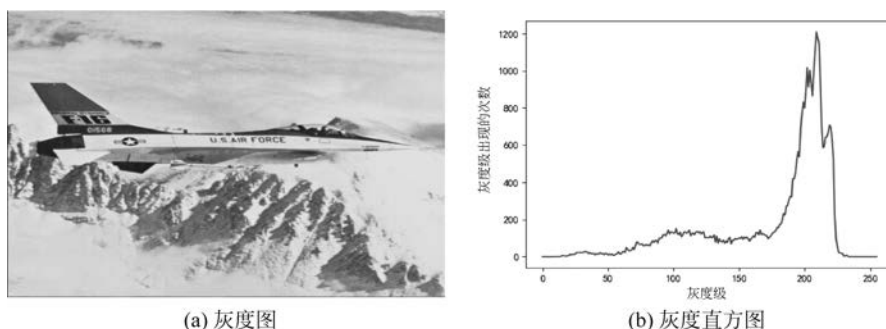


图 3-5 直方图示例

直方图的优点有很多,直方图能反映图像概貌,例如,图像中有几类目标,目标和背景的分布如何,通过直方图可以直接计算图像中的最大亮度、最小亮度、平均亮度、对比度以及中间亮度等,还可以使用直方图完成图像分割、目标检索等。因为不同的目标具有不同的颜色分布,使用归一化的直方图进行目标匹配,还不易受到目标翻转和目标大小变化的影响。且在图像查询的系统中,用直方图存储目标,具有特征占有空间小且执行速度快等优点。

但直方图也存在一些缺点,因其没有记录位置信息,不同的图像可能会有相同或相近的直方图。一幅图像旋转、翻转后的直方图是相同的,所以放大、缩小后的直方图是相近的。

式(3-3)表示原图像到新图像的变换函数:

$$S_k = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}, \quad k=0,1,\dots,L-1 \quad (3-3)$$

其中, L 为灰度级, n 为图像中像素的总数, n_j 表示灰度值为 j 的个数, S_k 表示像素值为 k 的累计概率。

式(3-3)可以理解为把一幅图的像素值按照从小到大的顺序进行排序,统计图像中每种像素值出现的个数,计算每种像素值出现的概率以及累计概率(S_k)。最后,使用



255 乘以每种像素值的累计概率就是映射后的新像素值。

【知识拓展】

累计概率 (Cumulative Probability) 用于描述随机变量落在任一区间上的概率, 常被视为数据的某种特征。它的运算方式是将包括自身及之前的概率累加, 具体运算过程见下面的示例。

50	30	30	100
10	50	70	50
255	255	50	50
10	70	50	50

图 3-6 一幅图像的像素值

一幅图像的像素值如图 3-6 所示, 设置像素级为 255 (即 $L = 255$), 使用式 (3-3) 对像素值进行统计, 如表 3-3 所示。

表 3-3 直方图均衡化计算统计表

像素值	像素次数	概率	累计概率	新像素值
10	2	12.5%	12.5%	31.875
30	2	12.5%	25%	63.75
50	7	43.75%	68.75%	175.3125
70	2	12.5%	81.25%	207.1875
100	1	6.25%	87.5%	223.125
255	2	12.5%	100%	255

表 3-3 中的第一列表示像素值, 第二列表示该像素值出现的次数, 第三列表示该像素值出现的概率。如像素值 10, 所有像素值共出现 16 次, 其中, 10 出现了两次, 则它的概率为 12.5%。第四列表示累计概率, 简单来说就是将之前的概率相加, 像素值 10 只有自身, 所以为 12.5%, 像素值 30 则是将像素值 10 和自身的概率相加, 之后的像素值累计概率的计算方式以此类推。第五列为新像素的值, 表示依据累计概率重新分配新像素值, 具体计算方式为将自身的累计概率乘以 255。

观察整个计算过程, 再结合名字进行均衡化, 不难发现, 直方图均衡化只是使用概率这个媒介对整幅图像的像素值进行了重新分配, 避免了像素相差太大, 从而起到了均衡化的作用。



3.3 图像组处理



组处理比点处理的处理范围大, 其处理对象是一组像素。本节使用组处理对图像

进行图像平滑和图像分割,以便读者更好地了解组处理。

3.3.1 图像平滑

1. 图像噪声

图像噪声按照其产生的原因可以分为外部噪声和内部噪声,外部噪声是指系统外部干扰以电磁波或经电源串进系统内部而引起的噪声。如电气设备因天体放电现象等引起的噪声,可以看到图 3-7 中的水平条纹,即受到了外界电源干扰的红外图像。

内部噪声一般可分为下列 4 种。

- (1) 由光和电的基本性质所引起的噪声,如粒子运动的随机性。
- (2) 由电器的机械运动产生的噪声,如各种接头的抖动引起的电流变化,磁头、磁带的振动。
- (3) 由元器件材料本身引起的噪声,如磁盘的表面缺陷、胶片的颗粒性。
- (4) 由系统内部设备电路所引起的噪声,如电源的噪声。

如图 3-8 所示,由于夜晚环境照度很低,摄像机的 CCD(电耦合元件)传感器的电子噪声太大,得到的图像的信噪比很小。



图 3-7 外部噪声示例



图 3-8 内部噪声示例

【知识拓展】

信噪比(Signal to Noise Ratio)是指一个电子设备或者电子系统中信号与噪声的比例。信噪比是音频放大器中一个重要的性能指标,计量单位是分贝(dB)。一般来说,信噪比越大,说明混在信号里的噪声越小,声音回放的音质越高,否则相反。

2. 卷积核

卷积核(Convolution Kernel)可以用来刻画原图像的水平边缘。可以看作对某个



局部的加权求和,它的原理是,在观察某个物体时,我们既不能观察每个像素也不能一次观察整体,而是先从局部开始认识,这就对应了卷积。卷积核的大小一般有 1×1 、 3×3 和 5×5 的尺寸(一般是奇数 $\times$ 奇数)。图 3-9 所示为一幅 4×4 的图像像素点。下面举例说明卷积核是如何工作的,如式(3-4)就是一个卷积核,可以把它看成一个矩阵,只是计算的方式不同。

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

图 3-9 原图像素

$$\text{Kernel} = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (3-4)$$

计算流程:先使用式(3-4)中卷积核与图 3-10(a)中黑色小方块对应的位置相乘,再相加,也就是 $\frac{1}{9} \times (1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 3 + 1 \times 5 + 1 \times 6 + 1 \times 7 + 1 \times 9 + 1 \times 10 + 1 \times 11) = 6$ 。之后与图 3-10(b)、图 3-10(c)、图 3-10(d)执行相同的操作。最终结果如图 3-11 所示。

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

(a) 第一次操作

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

(b) 第二次操作

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

(c) 第三次操作

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

(d) 第四次操作

图 3-10 卷积操作

3. 均值滤波

均值滤波(Mean Filter)可以用来对目标图像的噪声进行抑制。采用线性的方法,平均窗口范围内的所有像素值,图 3-12 中所示的式子是常见的均值卷积核,图 3-13 所示为均值滤波示例。此外,均值滤波本身存在着固有的缺陷,不能很好地保护图像细节,在图像去噪的同时也破坏了图像的细节部分,从而使图像变得模糊,不能很好地去除噪声点,对椒盐噪声表现较差,对高斯噪声表现较好。

【知识拓展】

椒盐噪声(Impulse Noise)是数字图像中的常见噪声,一般是由图像传感器、传输信

道及解码处理等产生的黑白相间的亮暗点噪声。

高斯噪声 (Gaussian Noise)是指概率密度函数服从高斯分布(即正态分布)的一类噪声。

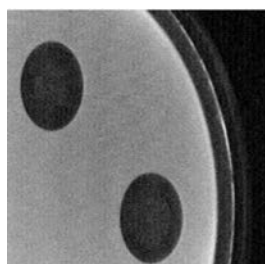
6	7
10	11

图 3-11 卷积操作结果

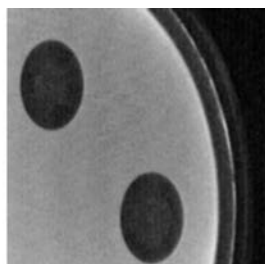
$$T^3 = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad T^5 = \frac{1}{25} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T^3 = \frac{1}{5} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad T^5 = \frac{1}{21} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

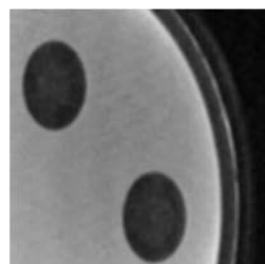
图 3-12 常见的均值卷积核



(a) 原始图像



(b) 3×3均值滤波

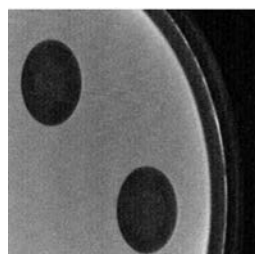


(c) 5×5均值滤波

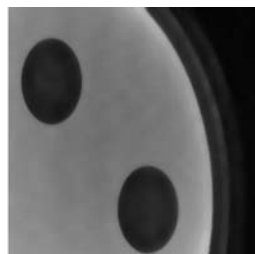
图 3-13 均值滤波示例

4. 中值滤波

中值滤波 (Median Filter)对脉冲噪声具有很好的去除效果,并且在去除过程中,能有效地保护信号的边缘,使之清晰,对椒盐噪声表现较好。中值滤波采用非线性的方法,与线性均值滤波相比有着很大的优势。此外,中值滤波的算法比较简单,也易于用硬件实现。图 3-14 所示为中值滤波示例。



(a) 原始图像



(b) 半径为5的滤波图像

图 3-14 中值滤波示例



具体方法为将当前像素点及其邻域内的像素点排序后取中间值作为当前值的像素点。中值： n 个数据进行排列后得到一个有序序列 $A_0 \cdots A_{n-1}$ ，其中 $A_{\frac{n-1}{2}}$ 称为中值。

例如， $[1, 2, 3, 100, \mathbf{101}, 102, 106, 108, 109]$ 的中值为 101。

中值滤波：对于一个滑动窗口内 $n \times m$ 个像素按灰度级排序，用处于中间位置像素的灰度级来代替窗口中心像素原来的灰度级。中值滤波是一种排序滤波器。

3.3.2 图像分割

图像分割 (Image Segmentation) 是用来将图像分成若干独立子区域的一项技术。在图像研究和应用中，很多时候关注的仅是图像中的目标或前景 (其他部分称为背景)，它们对应图像中特定的、具有独特性质的区域。为了分割目标，需要将这些区域分离提取出来，在此基础上才有可能进一步利用，如进行特征提取、目标识别。因此，图像分割是图像处理到图像分析的关键步骤，在图像领域占据着至关重要的地位。

图像分割主要分为如下两种：非语义分割和语义分割。

1. 非语义分割

非语义分割在图像分割中所占比重高，目前算法也非常多，研究时间较长，而且算法也比较成熟，此类图像分割算法有阈值分割、聚类分割和水平集分割等。

(1) 阈值分割 (Threshold Segmentation) 是图像分割中应用较多的一类，它的算法思想是给定输入图像一个特定阈值，这个阈值可以是灰度值或梯度值，如果某像素值大于这个阈值，则该像素点设定为前景像素值，如果小于这个阈值则该像素点设定为背景像素值。图 3-15 所示为阈值分割示例。



(a) 原图

(b) 阈值分割图

图 3-15 阈值分割示例

(2) 聚类分割 (Cluster Segmentation) 是一个应用非常广泛的无监督学习算法，该算法在图像分割领域也有较多的应用。聚类的核心思想就是利用样本的相似性，把相似的像素点聚合成同一个子区域。

(3) 水平集分割(Level Set Segmentation)方法由 Osher 和 Sethian 提出,可以用于界面追踪。水平集使用光滑的距离函数来捕捉相界面,各个物理量可以在界面上光滑、连续地过渡,且相界面的捕捉效果好。在 20 世纪 90 年代末期被广泛应用在各种图像领域。图 3-16 所示为水平集分割示例图。



图 3-16 水平集分割示例

【知识拓展】

相界面(Phase Interface)是指物质的两相之间密切接触的过渡区。

两相系统(Biphasic System)也称为双向系统,是指所研究或指定的系统具有两种相态。自然界中物质的(相)状态有三种,分别为气态、液态和固态。不仅可以把其中两种相态所构成的系统都叫作两相系统,而且同一种相态下也可以构成两相系统。例如,生活中的油水混合物,油层与水层互不相溶,在油与水之间可以形成一个界面,这样的混合物也叫作两相系统。两相系统在生活中非常常见,也有相关的运用。

2. 语义分割

语义分割是计算机视觉中的基本任务,在语义分割中需要将视觉输入分为不同的语义可解释的类别,即分类类别在真实世界中是有意义的。举个简单的例子,例如,一幅图像中有两只猫,一条狗,还有背景,那么对于语义分割来说,就会将两只猫归为一类,一条狗归为一类,背景归为一类,并不会像非语义分割那样,进一步区分这两只猫。

对于这种特殊的要求,深度学习也提出了解决方案,如 FCN(全卷积)。现在的深度学习语义分割模型基本上都是基于 FCN 发展而来的,它是开山鼻祖,它衍生出了 SegNet、DeepLab 等一系列的算法,有兴趣的读者可阅读相关参考文献进一步了解相关算法思想。



3.4 本章小结

(1) 图像处理是一门用计算机对图像信息进行处理的技术,也是目前人工智能领域非常火热的分支。

(2) 图像处理的处理方式包括点处理、组处理、几何处理和帧处理。

(3) 图像点处理表示通过变换自身的像素点来改变图像的亮度、对比度等。主要的方法包括线性变换和直方图均衡化。

(4) 图像区处理表示通过考虑自身与周边的像素点,寻找图像的局部关系,对图像进行平滑和分割等。图像平滑主要有去除椒盐噪声的中值滤波和去除高斯噪声的均值滤波。图像分割针对不同的分割要求分为非语义分割和语义分割。



动动脑

1. 图 3-9 是一个 4×4 的图像像素点,在卷积运算后该图像变成了 2×2 像素,请思考下卷积运算后若想保持原先的尺寸,如何操作?

2. 对于椒盐噪声,为什么中值滤波效果比均值滤波效果好?

3. 卷积神经网络通常有哪几层?

4. 什么是 GPU,与 CPU 有什么区别?

5. 一幅灰度级均匀分布的图像,其灰度范围为 $[0,255]$,则该图像的信息量为()。

A. 0 B. 255 C. 6 D. 8

6. 图像与灰度直方图间的对应关系是()。

A. 一一对应 B. 多对一 C. 一对多 D. 都不对

7. 下列算法中属于局部处理的是()。

A. 灰度线性变换 B. 二值化 C. 傅里叶变换 D. 中值滤波

8. 下列算法中属于点处理的是()。

A. 梯度锐化 B. 二值化 C. 傅里叶变换 D. 中值滤波

9. 下列算法中属于图像平滑处理的是()。
- A. 梯度锐化 B. 直方图均衡 C. 中值滤波 D. Laplacian 增强
10. 一幅 256×256 像素的图像,若灰度级为 16,则存储空间所需要的大小是()。
- A. 256KB B. 512KB C. 1MB D. 2MB
11. 采用模板 $\begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix}$ 主要检测()方向的边缘。
- A. 水平 B. 45° C. 垂直 D. 135°
12. 二值图像中分支点的连接数为()。
- A. 0 B. 1 C. 2 D. 3
13. 图像灰度方差说明了图像()属性。
- A. 平均灰度 B. 图像对比度 C. 图像整体亮度 D. 图像细节
14. 数字图像处理研究的内容不包括()。
- A. 图像数字化 B. 图像增强 C. 图像分割 D. 数字图像存储