

拓展资源 10.1 知识要点

1. 颜色特征

颜色是图像的基本特征之一，应用非常广泛。颜色特征常用颜色直方图描述，它是直接根据图像或图像区域中的全部像素点的灰度值或彩色值进行统计计算得到的，反映图像颜色的全局特性，对图像本身的尺度、方向和视角的依赖性较小，具有较高的稳定性。一般根据颜色直方图可以推导计算出其他不同的颜色特征，如图像的颜色均值、方差、能量、熵和颜色矩（颜色的 1~3 阶的 3 个中心矩）等。

2. 纹理特征

许多图像在较大的区域内灰度分布在宏观上呈现周期性或结构性，这种灰度分布宏观上的规律性称为图像纹理。

1) 纹理特征分类

描述纹理的方法可以分为三大类：统计法、结构法和频域法。

对于灰度分布在宏观上呈现周期性的纹理可以认为区域内灰度函数的基本部分是一周期函数，它叠加一个噪声，周期函数的周期是图像纹理的最基本特征，周期长的纹理显得粗糙，反之显得纹理细致；灰度分布在宏观上呈现结构性的纹理可以认为区域内存在一些基本的纹理单元——纹理基元（Texel），区域纹理是由这些基元按照一定的结构规律重复形成的，纹理基元的大小和重复的方向是图像纹理的最基本特征，基元尺寸大的纹理显得粗糙，反之显得纹理细致；利用傅里叶频谱分析纹理时，将图像划分成若干个子区域，对每个子区域的图像进行傅里叶变换，粗纹理区域的频谱能量主要集中在低频率域上，细纹理区域的能量将集中在高频率域上。使用极坐标以不同的半径在圆域或环域中对功率谱积分，所得的积分值可以反映纹理的粗细程度。利用在不同方向的扇形域中对功率谱积分可以分析纹理的方向性。

2) 纹理特征方法

常用的描述纹理的统计方法还有灰度共生矩阵法、灰度差分统计法、等灰度行程长度法和纹理谱法等；常用的描述纹理的结构方法还有纹理基元参数法和文法等；常用的描述纹理的频谱方法还有小波变换得到的纹理特征、Gabor 函数滤波提取的纹理特征等。

3. 边界特征

边界特征主要借助区域的外部特征即区域的边界来描述区域。当希望关注区域的形状特征时，一般会采用这种描述方式，可以选定某种预定的方案对边界进行表达，再对边界特征进行描述。

当一个目标物区域边界上的点已被确定时，就可以利用这些边界点来区别不同区域的形状。这样既可以节省存储信息，又可以准确地确定物体。教材中主要介绍了边界表达方法：链码、多边形近似和标记图。对边界特征进行描述的方法比较多，教材中主要介绍了一些简单的特征描述、形状数和傅里叶描述子。其中，一些简单的边界特征描述包括边界长度、边界直径、离心率和曲率等。

4. 链码及形状数

从闭合边界点集可以得到它的 4 链码和 8 链码，使用 8 链码反映边界的信息更全面。在

使用链码时，由于起点不同会造成同一曲线链码的多样性。为此将每个链码看做一个多位数字构成的自然数，然后将值最小的链码定义为该曲线的归一化链码。闭合边界的归一化链码满足平移不变性和唯一性。然后利用链码的一阶差分，将链码进行旋转归一化处理，并且将值最小的差分码定义为曲线的形状数。每个形状数序列的长度定义为该形状数的阶。闭合边界的形状数满足平移、旋转不变性和唯一性，可以用来描述目标物的边界。

5. 傅里叶描述子

设边界点集为 $\{(x_i, y_i), i=0,1,2,\dots,N-1\}$ ，把每对坐标看作一个复数，即

$$s(n)=x(n)+jy(n), n=0, 1, 2, \dots, N-1$$

从而将关于点集边界描述的二维问题简化为一维问题。

对于闭合曲线，函数 $s(n)$ 是周期为 N 的周期函数的采样，其傅里叶级数为

$$s(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} a(k) \exp\left(\frac{j2\pi kn}{N}\right) \quad 0 \leq n \leq N-1$$

而傅里叶级数的系数为

$$a(k) = \sum_{n=0}^{N-1} s(n) \exp\left(\frac{-j2\pi kn}{N}\right) \quad 0 \leq k \leq N-1$$

式中， $a(k)$ 为复系数，称为该边界曲线的傅里叶描述子。

可以只使用傅里叶描述子的前 M 个点来重建边界，此时将后面的 $N-M$ 个系数全置为0，重建公式为

$$\hat{s}(n) = \sum_{k=0}^{M-1} a(k) \exp\left(\frac{j2\pi kn}{N}\right) \quad k=0, 1, 2, \dots, N-1$$

傅里叶变换的高频分量对应一些细节而低频分量对应总体形状，因此用一些低频分量的傅里叶系数足以近似描述边界形状。傅里叶描述子的优点是仅使用少数低价系数就得到了高质量的边界形状表示。

6. 区域特征

区域特征主要是描述构成区域内部所有像素的整体特性。主要介绍了简单的区域描述、拓扑描述、形状描述和矩。简单的区域描述包括区域面积、区域重心、区域灰度或颜色特性。区域面积用来描述区域的大小，即统计属于该区域的像素点的个数。区域重心是一个点，其横、纵坐标值分别为该区域中所有像素点的横、纵坐标值的平均值。区域灰度或颜色特性主要包括区域灰度或颜色的最大值、最小值、中值、平均值、方差及高阶矩等统计量，它们大多可以借助灰度或颜色直方图得到。除撕裂或扭接外，在任何变形下都不改变的图形性质称为拓扑特性，这里主要介绍的拓扑描述有孔、连接部分和欧拉数。区域的形状描述用于反映区域的几何特性。如果区域的灰度分布是已知的，则可以用矩来描述区域，它是灰度分布的各阶矩来描述区域及其灰度分布特性。利用二阶和三阶规格化中心矩，Hu 导出了 7 个不变矩组，它们具有平移、旋转和尺度不变性。