

拓展资源 8.1 知识要点

1. 图像分割

图像分割就是指把图像分成各具特性的区域并提取出感兴趣目标的技术和过程。

(1) 图像分割是由图像处理过渡到图像分析的关键步骤。一方面，它是目标表达的基础，对特征测量有重要的影响；另一方面，使得更高层的图像分析和理解成为可能。

(2) 图像分割的应用。图像分割几乎出现在有关图像处理的所有领域中，并涉及各种类型的图像。图像分割在基于内容的图像检索和压缩、工业自动化、在线产品检验、遥感图像、医学图像、保安监视、军事、体育和农业工程等方面都有广泛的应用。例如，在基于内容的图像检索和面向对象的图像压缩中，将图像分割成不同的对象区域等；在遥感图像中，合成孔径雷达图像中目标的分割，遥感云图中不同云系和背景分布的分割等；在医学应用中，脑部图像分割成灰质、白质、脑脊髓等脑组织和其他脑组织区域等；在交通图像分析中，把车辆目标从背景中分割出来等。在各种图像应用中，只要需要对图像目标进行提取、测量等，就都离不开图像分割。图像分割的准确性将直接影响后续任务的有效性。

(3) 图像分割是图像处理和计算机视觉中的重点和难点之一。提出的各种类型的图像分割算法达上千种之多，这些分割算法都是针对某一类型图像和某一具体的应用问题而提出的，并没有一种适合所有图像的通用分割算法，通用方法和策略仍面临着巨大的困难。另外，还没有制定出选择适用分割算法的标准，这给图像分割技术的应用带来许多实际问题。

2. 边缘检测

边缘定义为图像局部特性的不连续性，具体到灰度图像中就是图像差别较大的两个区域的交界线，广泛存在于目标物与背景之间、目标物与目标物之间。

(1) 边缘点检测。边缘点检测就是要确定图像中有无边缘点，若有还要进一步确定其位置。具体实施时，一要根据实际应用环境及被检测的边缘类型确定检测算子和判断准则，二要依据沿着边缘走向的灰度值缓变或不变，而垂直于边缘走向的灰度则突变的特性。

(2) 边缘类型。边缘类型主要表现为阶跃式、脉冲式和屋顶式。

(3) 边缘检测方法。边缘检测有多种方法，主要用一阶微分算子，所选取算子模板不同对图像处理的效果也不同。用二阶微分算子（如 Laplacian 算子）检测边缘时，可能会把噪声当边缘点检测出来，而真正的边缘点会被噪声淹没而未检测出。此时，可采用 LoG 算子。该方法先采用 Gaussian 算子对原图像进行平滑，然后施以 Laplacian 算子，从而克服了 Laplacian 算子对噪声敏感的缺点。

3. Hough 变换

Hough 变换是考虑像素间的整体关系，在预先知道区域形状的条件下，利用 Hough 变换可以方便地得到边界曲线而将不连续的边缘像素点连接起来。

(1) Hough 变换的优点。Hough 变换的主要优点就在于受噪声和曲线间断的影响较小，是将边缘点连接成边缘线的全局最优方法。

(2) Hough 变换的基本思想。Hough 变换是在于不同坐标系下点一线的对偶关系。Hough 变换把在图像空间中的检测问题转化为参数空间的简单累加统计问题。它用于直线检测的基本策略为：由图像空间的边缘点去计算参数空间中该线点的可能轨迹，并在一个累加器中对

计算出的共线点计数。

(3) **Hough 变换的作用。**Hough 变换不仅可以检测直线，还可以检测圆、椭圆和抛物线等形状的曲线。

4. 阈值分割

(1) **阈值分割。**阈值分割的实质是利用图像的灰度直方图信息获得用于分割的阈值。它是用一个或几个阈值将图像的灰度级分为几个部分，认为属于同一部分的像素是同一个物体，该方法特别适用于目标和背景占据不同灰度级范围的图像。

(2) **阈值分割步骤。**阈值分割算法主要有以下两个步骤：一是确定需要的分割阈值，二是将分割阈值与像素值进行比较以划分像素。在这两步中，确定阈值是分割的关键。

(3) **阈值分割算法适用情况。**用阈值分割时，一般假设图像由具有单峰灰度分布的目标和背景组成，处于目标或背景内部相邻像素间的灰度值是高度相关的，但处于目标和背景交界处两边的像素在灰度值上有很大的差别。此时，图像的灰度直方图基本上可看做由分别对应目标和背景的两个单峰直方图混合构成的。进一步，如果这两个分布大小（数量）接近且均值相距足够远，而且两部分的均方差也足够小，则直方图应为较明显的双峰。类似地，如果图像中有多个单峰灰度分布的目标，则直方图有可能表现为较明显的多峰，对这类图像用阈值分割可以取得较好效果。

(4) **阈值分割分类。**阈值分割有单阈值分割方法和多阈值分割方法。单阈值分割可看做多阈值分割的特例，许多单阈值分割算法可以推广以进行多阈值分割；反之，有时也可将多阈值分割问题转化为一系列单阈值分割问题来解决。

(5) **阈值分割的主要方法。**阈值分割方法主要有迭代法、最大类间方差法、动态阈值法、最大熵法、最小误差阈值法和聚类法等。

5. 区域分割

阈值分割法由于没有或很少考虑空间关系，使得多阈值选择受到限制，基于区域的分割方法可以弥补这点不足，该方法利用的是图像的空间性质，认为分割出来的属于同一区域的像素应具有相似的性质。传统的区域分割法有区域增长法和区域分裂合并法。该类方法在没有先验知识可以利用时，对含有复杂场景或自然场景等先验知识不足的图像进行分割，也可以取得较好的性能。但是，该类方法是一种迭代的方法，空间和时间开销都比较大。

6. 区域生长法

区域生长法的基本思想是将具有相似性质的像素结合起来构成区域。相邻与相似性准则是区域生长的条件，具体步骤如下。

(1) 选择或确定一组能正确代表所需区域的种子像素为起点。

(2) 按照生长准则将符合条件的相邻像素包括进来进行生长。

(3) 根据生长过程停止的条件或规则判断生长的结束。

影响算法性能的因素有：种子点集的选择、生长准则和停止条件。

7. 区域分裂合并法

区域生长法通常需要人工交互或自动方式获得种子点，这给分割带来一定的难度。区域分裂合并法不需要预先指定种子点，它按某种一致性准则分裂或合并区域。它的研究重点是分裂和合并规则的设计。分裂合并法可以先进行分裂运算，再进行合并运算；也可以分裂和合并运算同时进行，经过连续的分裂和合并，最后得到图像的精确分割。分裂合并算法对分

割复杂的场景图像比较有效。

首先将图像分解成互不重叠的区域，再按照相似性准则进行合并。可以利用图像二叉树表达方法的迭代分裂合并法。其主要步骤为：

- (1) 对任一区域 R_i ，如果 $P(R_i)=\text{FALSE}$ ，就将该区域分裂为不重叠的 4 等份。
- (2) 将 $P(R_i \cup R_j)=\text{TRUE}$ 的任意两个相邻区域进行合并。
- (3) 当无法再继续合并或者分裂时，停止操作。

其中 P 表示具有相同性质的逻辑谓词。最小分块的大小及判定区域为同一性质的准则的选择，对算法的最终性能都有很大的影响。

8. 形态学图像处理

数学形态学的应用几乎覆盖了图像处理的所有领域。数学形态学可以应用于二值图像，也可以应用于灰度图像。在二值图像中目标点灰度值为 1，这些目标点构成一个集合；背景点灰度值为 0，它们构成目标点集的补集。形态学的基本运算是膨胀和腐蚀。膨胀使物体扩张到其邻域内的最近像素；腐蚀则使物体缩小。腐蚀和膨胀不是可逆运算，它们的组合构成了新的运算——开运算和闭运算。

数学形态学在二值图像中具有如下 8 种应用：① 用于提取二值图像中目标的边界。② 用于区域填充。③ 用于连通区域的提取。④ 对集合的细化。⑤ 对集合的粗化。⑥ 提取集合的骨架。⑦ 提取区域的凸壳。⑧ 对图像进行修剪。

数学形态学在灰度图像中可以有如下 3 种应用：① 图像平滑。② 提取边界。③ 纹理区域分割。