

知识点

1. 数字图像分类 P3

(1) RGB 图像

- ① RGB 的值用整数表示，代表亮度。加法混合。
- ② 图像大小计算：宽×高×位深度÷8 个 字节（Byte），RGB 各 256 级亮度则为 24 位真彩色。
- ③ 分辨率为 $W \times H \times 3$

(2) 灰度图像

- ① 灰度级为 2 时退化为二值图像
- ② 图像大小计算：宽×高×log 灰度级÷8 个 字节
- ③ 分辨率为 $W \times H$

(3) 二值图像

(4) 索引图像

2. 数字图像处理的工程应用 P8-9

- (1) 航空航天：月面图像处理
- (2) 生物医学：CT 图像处理，辅助诊断病情
- (3) 公共安全：人脸识别，辅助犯罪侦查
- (4) 工业制造：工件定位、缺陷检测

3. 光源的颜色 P16-17

- (1) 波长越长，穿透能力越强；波长越短，扩散能力越强
- (2) 红外光穿透能力强，适合检测透光性差的物体；紫外光对表面的细微特征敏感，适合检测对比不够明显的地方。
- (3) 色温高的颜色偏蓝色，色温低的颜色偏红色；中间色
- (4) 三原色红绿蓝，任意一色都不能靠另外两色混合产生
- (5) 色光混合基本规律
 - ① 色光连续变化规律：由两种色光组成的混合色中，如果一种色光连续变化，混合色也连续变化。
 - ② 补色律：三原色光等量混合，可以得到白色光。以适当比例混合可以产生白光的两种颜色是互补色：红-青、绿-品红、蓝-黄。一种色光照射到其补色物体上，则被吸收：使用同色系光更亮，反色系光更暗，补色光则呈黑色。
 - ③ 中间色律：任何两种非补色光混合，便产生中间色。
 - ④ 代替律：颜色外貌相同的光，不管它们的光谱成分是否一样，在色光混合中都具有相同的效果。

4. 光源的选择 P18-20

- (1) 照明方式
 - ① 前景光照射：低角度照射适合检测物体表面凹凸伤痕
 - ② 背景光照射：观察透明物体缺陷、测量不透明物体轮廓
 - ③ 同轴光照射
- (2) 评价光源

① 对比度

② 鲁棒性：对环境的适应能力

③ 亮度：选择更亮的

④ 均匀性

⑤ 可维护性

⑥ 寿命及发热量

(3) 光源选择技巧

5. 相机的选择 P33

(1) 相机靶面像素数=被测区域的 $(W \div \text{精度要求}) * (H \div \text{精度要求})$

6. 像素的距离度量 P40

(1) 欧氏距离 D_e : 平方和开根

(2) 城市距离 D_c : x 和 y 的距离之和

(3) 棋盘距离 D_b : x 和 y 的距离取 max

7. 插值 P70

(1) 利用已知邻近像素点的灰度值来产生未知像素点的灰度值，以提高图像分辨率，解决小数坐标问题

(2) 方法：最近邻插值、双线性插值、双三次插值

8. 图像频域滤波 看图 P94-95

(1) 滤波器分类：低通、高通、带阻、带通

- (2) 图像低通滤波：理想低通、高斯低通、巴特沃斯低通滤波
- (3) 图像高通滤波：理想高通、高斯高通、巴特沃斯高通滤波
- (4) 低通平滑去噪声，高通锐化边缘

9. 图像分割 P129

- (1) 定义：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。
- (2) 非连续性分割（基于点相关）
 - ① 根据亮度值突变检测局部不连续性，然后将它们连接起来形成边界，把图像分成不同区域
 - ② 点检测、边缘检测、Hough 变换
- (3) 相似性分隔（基于区域相关）
 - ① 将具有同一灰度级或相同组织结构的像素聚集在一起，形成图像中的不同区域
 - ② 阈值分割、区域生长、分类合并、聚类分割
- (4) 三类：基于阈值、基于边缘检测、基于区域

10. 双峰阈值法 P136

- (1) 如果灰度级直方图呈现明显的双峰状，则选取双峰之间的谷底所对应的灰度级作为阈值分割。
- (2) 原理：认为图像由前景和背景（不同的灰度级）两部分组成，图像的灰度分布曲线近似认为是由两个正态分布函数叠加而

成，图像的直方图将会出现两个分离的峰值，双峰之间的波谷处就是图像的阈值所在。

11. 边缘检测 P140-143

- (1) 通过某种算法提取出图像中对象与背景间的交界线，将边缘定义为图像中灰度发生急剧变化的区域边界。
- (2) 不连续性分类
 - ① 阶跃不连续：图像灰度在不连续处的两边的像素灰度值有明显差异
 - ② 线条不连续：图像灰度突然从一个值变化到另一个值，保持一个较小的行程后又返回到原来的值
- (3) 基本步骤：滤波、增强、检测、定位
- (4) 边缘算子模板 看图

12. 边缘检测算子 P146

- (1) Roberts 算子：对灰度陡峭和噪声较少的图像处理效果较好，但提取边缘的结果比较粗，定位不太准确。

| | |
|----|---|
| -1 | 0 |
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

- (2) Prewitt 算子：对灰度渐变和噪声较多的图像处理效果较好，但边缘较宽，间断点多。

| | | |
|----|----|----|
| -1 | -1 | -1 |
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

| | | |
|---|---|----|
| 1 | 0 | -1 |
| 1 | 0 | -1 |
| 1 | 0 | -1 |

(3) Sobel 算子：对灰度渐变和噪声较多的图像处理效果较好，对噪声具有平

| | | |
|----|----|----|
| -1 | -2 | -1 |
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 2 | 1 |

| | | |
|---|---|----|
| 1 | 0 | -1 |
| 2 | 0 | -2 |
| 1 | 0 | -1 |

滑作用，提供较精确的边缘方向信息，但是边缘定位精度不够高。对精度要求不高时，较为常用。

(4) Laplacian 算子：对噪声比较敏感，很少用来检测边缘，而是用来判断边缘像素是暗区还是明区。有旋转不变性。

| | | |
|---|----|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | -4 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |

| | | |
|---|----|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | -8 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

(5) LoG 算子：高斯滤波和拉普拉斯边缘检测结合，具有 Laplacian 算子的优点，而且克服了对噪声敏感的缺点

(6) Canny 算子：使用两种不同的阈值分别检测强边缘和弱边缘，并且当弱边缘和强边缘相连时，才将弱边缘包含在输出图像中。不容易受噪声干扰，可以精确地定位边缘点。是既能滤去噪声，又能保持边缘特性的边缘检测最优滤波器。

13. Hough 变换 P148

(1) Hough 变换的基本原理是利用点与线的对偶性，通过曲线表达形式把原图像空间的曲线变为参数空间的一个点，这样就把原空间中的图像检测问题转化为寻找参数空间中的点的峰值问题，即把检测整体特性化为检测局部特性。

14. 区域生长算法 P153

- (1) 基本思想：区域生长法的基本思想是将有相似性质的像素点合并到一起。对每一个区域要先指定一个种子点作为生长的起点，然后将种子点周围领域的像素点和种子点进行对比，将具有相似性质的点合并起来继续向外生长，直到没有满足条件的像素被包括进来为止。这样一个区域的生长就完成了。
- (2) 在基于区域的图像分割中，区域生长算法是基于图像灰度值的相似性来进行区域的生长。当待加入像素点的灰度值和已经分割好的区域所有像素点的平均灰度值的差的绝对值小于或等于某一个阈值时，该像素点加入到已经分割到已经分割的区域。反之则区域生长算法停止。
- (3) 省流：需要设定种子点；在现有区域的 4-邻域中，选择与现有区域灰度均值最接近的一个点加入区域；重复直到 4-邻域中不存在低于阈值的点。

15. 图像特征提取与选择 P164

- (1) 特征提取：从模式的某种描述状态提取出所需要、用另一种形式表示的特征。
- (2) 特征选择：对模式采用多维特征向量描述，在原特征空间中选择对分类有效的特征，组成新的降维特征空间。
- (3) 联系：特征提取和特征选择都属于降维。这两者达到的效果是

一样的，就是试图去减少特征数据集中的属性（即特征）的数目。

(4) 区别：特征提取主要通过属性间的关系，如组合不同的属性得到新的属性，改变了原来的特征空间。特征选择是从原始特征数据集中选择出子集，是一种包含的关系，没有更改原始的特征空间。

16. 颜色模型 P175-177

(1) 颜色模型是某个三维颜色空间中的一个可见光子集，它包含某个色彩域的所有色彩。任何一个色彩域都只是可见光的子集，任何一个颜色模型都无法包含所有的可见光。

(2) RGB 模型：原色叠加（光混合）模型，常用于显示器

(3) CMY 模型：青-品红-黄，原色相减（颜料混合）模型，CMYK 常用于印刷业

(4) HSI 模型：色调-饱和度-亮度，颜色的波长、颜色深浅程度/纯度、颜色明暗程度

17. 基于主成分分析的特征选择 P193

(1) 主成分分析（PCA）是图像识别中常用的降维技术，又被称为 Hotelling 算法，或者 KL 变换。

(2) KL 变换是最小均方误差意义上的最优变换，具有去相关性好的特点，主要思路是使转换基是一组标准正交基。

(3) KL 变换基本步骤

- ① 计算 N 维样本数据的均值
- ② 计算协方差矩阵对应的特征值和特征向量
- ③ 将特征值从大到小排列，取前面 m 个特征值对应的特征向量重构正交矩阵，用该矩阵与样本向量相乘即可实现降维

(4) PCA 方法的主要目的：找到一组正交基，对原有的高维数据简化，有效地找出数据中最主要的特征，去除噪声和冗余。

18. 基于灰度相关的模板匹配 P208-209

- (1) 平均绝对差 MAD 算法：基本思路是在搜索图 $S(x,y)$ 中，以 (i,j) 为左上角，取与模板图像相同大小的 $M \times N$ 子图，计算其与模板的相似度；遍历整个搜索图，在所有能取到的子图中，选取与模板图最相似的子图作为最终匹配结果。利用平均绝对差作为相似性测度。
- (2) 绝对误差和 SAD 算法：与 MAD 算法思路几乎完全一致，只是相似度测量公式有所不同，变为计算子图与模板图的 $L1$ 距离。
- (3) 误差平方和 SSD 算法
- (4) 归一化积相关 NCC 算法
- (5) 序贯相似性检测算法 SSDA
- (6) 绝对转换差之和 SATD 算法

19. 基于特征相关的模板匹配 P215/224

- (1) 基于特征的算法利用图像的显著特征，具有计算量小、速度快等特点，对于图像的畸变、噪声、遮挡等也有一定的鲁棒性，但该类算法的匹配性能在很大程度上取决于特征提取的质量。
- (2) SIFT 尺度不变特征转换算法：具有旋转、尺度、亮度、仿射不变性，视角、噪声稳定性好，易于与其他算法结合等优点，但实时性差、对边缘光滑的特征点提取能力低。
- (3) SURF 算法：是对 SIFT 算法的改进，继承了其优点，且更快
- (4) ORB 算法

20. 运动图像序列分析

- (1) 光流法、配准法
- (2) 物体运动分类
 - ① 刚性运动：形状和大小保持不变，只发生位置上的变化。
任何刚性运动都可以分解为平移和旋转。
 - ② 非刚性运动：除了发生位置上的变化外，还会发生变形。
这种物体称为非刚体或弹性体。
- (3) 弹性体的变形主要包括：膨胀/收缩、扭曲、尖化、弯曲，蛇形体变形和局部变形。
- (4) 光流法基本思想：利用图像灰度在时间和空间上的变化估计物体的运动场，可获得图像上每一点的瞬时速度分布。

计算题

1. 形态学处理 P140-143

- (1) 腐蚀 $X \ominus S$ ：用结构元素 S 的中心点对准当前遍历的像素，用结构元素所覆盖下的原图对应区域内所有像素的最小值替换当前像素值。遍历所有 1，有 0 变 0。
- (2) 膨胀 $X \oplus S$ ：用结构元素 S 的中心点对准当前遍历的元素，取当前结构元素所覆盖下的原图对应区域内的所有元素的最大值，用该最大值替换当前像素值。遍历所有 0，有 1 变 1。
- (3) 开运算 $X \circ S = (X \ominus S) \oplus S$ ：先腐蚀，再膨胀
- (4) 闭运算 $X \bullet S = (X \oplus S) \ominus S$ ：先膨胀，再腐蚀
- (5) 细化
- (6) 填充

2. 双线性插值 P70

- (1) 竖 $\downarrow x$, 横 $\rightarrow y$: $u = i \div 3$ $v = j \div 3$,
- (2) 上面用(1-u), 下面用 u
- (3) 左边用(1-v), 右边用 v

$$\begin{aligned} f(i+u, j+v) = & \\ (1-u)(1-v)f(i, j) + & \\ (1-u)vf(i, j+1) + & \\ (4) \quad u(1-v)f(i+1, j) + & \\ uvf(i+1, j+1) & \end{aligned}$$

3. 空间滤波增强 P72

- (1) 均值滤波：用以该点为中心的 $M \times N$ 邻域内的均值代替，补 0
- (2) 中值滤波

分析题

1. 手写字符识别

- (1) 对字符图像二值化处理、反相、去噪、膨胀，得到预处理后的二值字符图像
- (2) 利用投影法，定位字符所在的区域，并裁剪出字符图像
- (3) 通过分析字符的结构，设计占空比矩阵作为特征矩阵，并提取
- (4) 记录所有模板图像的特征矩阵，构建模板库
- (5) 基于匹配算法，计算待检测图像与模板库样本的匹配程度
- (6) 利用 KNN 算法，以欧氏距离作为度量，计算最终匹配结果
- (7) 计算垂直投影的伪代码、计算占空比矩阵的伪代码
- (8) 流程图：输入→字符定位→图像分割→特征提取→

2. 汽车牌照识别

- (1) 采集并读取车牌图像
- (2) 图像预处理：灰度转换、二值化、形态学处理、平滑等
- (3) 牌照定位：采用 Canny 算子进行边缘检测，定位牌照位置
- (4) 牌照字符分割：采用垂直投影的思想分割 7 个字符

- (5) **字符识别建模**: 利用数据集完成 **BP 神经网络的训练**和测试，
16-(16-5)-1, 4*4 个分块特征矩阵特征值（占空比）作为输入
(6) **牌照字符识别**: 将待识别拍照分割好的字符送入训练好的三个
(汉字、字母、数字) **BP 神经网络中识别**, 输出车牌号码。

3. 总结

- (1) 采集→预处理(二值化)→分割裁剪(投影法)→特征提取(分
块占空比矩阵)→构建模板库/训练 **BP 神经网络**→匹配/识别
(2) 车牌在分割前多一步: 定位牌照(边缘检测、外接矩形)