

基于水色图像的水质评价

利用图像处理技术，通过水色图像实现水质的自动评价。

分析方法与过程

通过拍摄水样，采集得到水样图像，而图像数据的维度过大，不容易分析，需要从中提取水样图像的特征，提取反映图像本质的一些关键指标，以达到自动进行图像识别或分类的目的。显然，图像特征提取是图像识别或分类的关键步骤，图像特征提取的效果直接影响到图像识别和分类的好坏。

图像特征主要包括颜色特征、纹理特征、形状特征和空间关系特征等。与几何特征相比，颜色特征更为稳健，对于物体的大小和方向均不敏感，表现出较强的鲁棒性。由于本案例中水色图像是均匀的，故主要关注颜色特征。颜色特征是一种全局特征，描述了图像或图像区域所对应的景物的表面性质。一般颜色特征是基于像素点的特征，所有属于图像或图像区域的像素都有各自的贡献。在利用图像的颜色信息进行图像处理、识别、分类的研究中，在实现方法上已有大量的研究成果，主要采用颜色处理常用的直方图法和颜色矩方法等。

颜色直方图是最基本的颜色特征表示方法，它反映的是图像中颜色的组成分布，即出现了哪些颜色以及各种颜色出现的概率。其优点在于它能简单描述一幅图像中颜色的全局分布，即不同色彩在整幅图像中所占的比例，特别适用于描述那些难以自动分割的图像和不需要考虑物体空间位置的图像。其缺点在于它无法描述图像中颜色的局部分布及每种色彩所处的空间位置，即无法描述图像中的某一具体的对象或物体。

基于颜色矩^[18]提取图像特征的数学基础为图像中任何的颜色分布均可以用它的矩来表示。根据概率论的理论，随机变量的概率分布可以由其各阶矩唯一的表示和描述。一幅图像的色彩分布也可认为是一种概率分布，那么图像可以由其各阶矩来描述。颜色矩包含各个颜色通道的一阶矩、二阶矩和三阶矩，对于一幅 RGB 颜色空间的图像，具有 R、G 和 B 三个颜色通道，则有 9 个分量。

颜色直方图产生的特征维数一般大于颜色矩的特征维数，为了避免过多变量影响后续的分类效果，在本案例中选择采用颜色矩来提取水样图像的特征，即建立水样图像与反映该图像特征的数据信息关系，同时由有经验的专家对水样图像根据经验进行分类，建立水样数据信息与水质类别的专家样本库，进而构建分类模型，得到水样图像与水质类别的映射关系，并经过不断调整系数优化模型，最后利用训练好的分类模型，用户就能方便地通过水样图像，自动判别出该水样的水质类别。图 9-2 为基于水色图像特征提取的水质评价流程，主要包括以下步骤。

- 1) 从采集到的原始水样图像中进行选择性抽取与实时抽取，形成建模数据和增量数据。
- 2) 对 1) 形成的两个数据集进行数据预处理，包括图像切割和颜色矩特征提取。
- 3) 利用 2) 形成的已完成数据预处理的建模数据，由有经验的专家对水样图像根据经验进行分类，构建专家样本。
- 4) 利用 3) 的专家样本构建分类模型。
- 5) 利用 4) 的构建好的分类模型进行水质评价。

数据预处理

图像切割

提取水样图像中央 101×101 像素的图像。设原始图像 I 的大小为 $M \times N$ ，则截取宽度从第 $\text{fix}\left(\frac{M}{2}\right) - 50$ 个像素点到 $\text{fix}\left(\frac{M}{2}\right) + 50$ 个像素点，长度从第 $\text{fix}\left(\frac{N}{2}\right) - 50$ 个像素点到 $\text{fix}\left(\frac{N}{2}\right) + 50$ 个像素点的子图像。

特征提取

在本案例中选择采用颜色矩来提取水样图像的特征，下面给出各阶颜色矩的计算公式。

(1) 一阶颜色矩

一阶颜色矩采用一阶原点矩，反映图像的整体明暗程度。

$$E_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N p_{ij} \quad (9-1)$$

其中， E_i 是在第 i 个颜色通道的一阶颜色矩，对于 RGB 颜色空间的图像， $i = 1, 2, 3$ ， p_{ij} 是第 j 个像素的第 i 个颜色通道的颜色值。

(2) 二阶颜色矩

二阶颜色矩采用的是二阶中心距的平方根，反映图像颜色的分布范围。

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (p_{ij} - E_i)^2} \quad (9-2)$$

其中， σ_i 是在第 i 个颜色通道的二阶颜色矩， E_i 是在第 i 个颜色通道的一阶颜色矩。

(3) 三阶颜色矩

三阶颜色矩采用的是三阶中心距的立方根，反映图像颜色分布的对称性。

$$s_i = \sqrt[3]{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (p_{ij} - E_i)^3} \quad (9-3)$$

其中， s_i 是在第 i 个颜色通道的三阶颜色矩， E_i 是在第 i 个颜色通道的一阶颜色矩。

提取切割后的图像颜色矩，作为图像的颜色特征。

模型构建

模型输入：采用支持向量机作为水质评价分类模型

结果与分析：获得模型混淆矩阵表

水质评价