

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G06K 9/80 (2006.01)

G06K 9/46 (2006.01)

G06K 9/62 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200310123855.5

[45] 授权公告日 2006年6月14日

[11] 授权公告号 CN 1259636C

[22] 申请日 2003.12.31

[21] 申请号 200310123855.5

[71] 专利权人 厦门大学

地址 361005 福建省厦门市思明南路 422 号

[72] 发明人 焦念志 骆庭伟 王博亮 王程

审查员 王艳

[74] 专利代理机构 厦门南强之路专利事务所

代理人 马应森

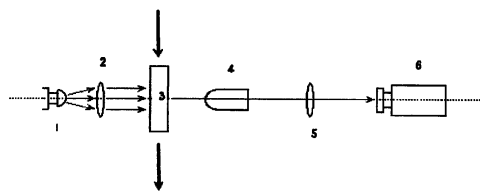
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

## [54] 发明名称

赤潮生物图像自动识别装置与识别方法

## [57] 摘要

涉及一种赤潮生物图像自动识别装置及方法。设有发光二极管、光源透镜、流动室、物镜、景深透镜和照相机；发光二极管位于光源透镜的焦点处，流动室位于光源透镜与物镜之间，景深透镜位于物镜与照相机之间。识别方法为：获取图像、预处理、目标探测、图像分割、图像特征获取、目标分类识别、结果输出。通过透镜的处理，可产生均匀的背景光源，有利于获得效果良好的图像。采用远焦物镜，增加流动室与物镜间的操作空间，给流动室较广的发展空间，提高仪器应用范围。可对图像进行自动分析，提高仪器的自动化程度，同时也满足赤潮生物现场监测的要求，有望实现对赤潮生消过程进行实时监测，并在此基础之上提供赤潮危险程度的预警。



---

1、赤潮生物图像自动识别装置，其特征在于设有发光二极管、光源透镜、流动室、远焦物镜、景深透镜和照相机；发光二极管位于光源透镜的焦点处，流动室位于光源透镜与远焦物镜之间，景深透镜位于远焦物镜与照相机之间；所述的远焦物镜至少为10倍。

## 赤潮生物图像自动识别装置与识别方法

### 技术领域

本发明涉及一种图像识别装置与识别方法，尤其是利用图像特征将赤潮生物从水体中的浮游生物类群中区分开来，然后根据其特征对其进行识别，实现对赤潮生物种类的鉴定，而且由于其获取图像来源的特殊性，可以实现对赤潮生物的现场监测的赤潮生物图像自动识别装置及其识别方法。

### 背景技术

赤潮是我国近海常见的重要灾害之一，是海洋生态环境监测的重要项目。从20世纪70年代以来，我国赤潮发生频率以每10年增加3倍的速度上升，2002年赤潮事件达到了79次，累计面积超过10000平方公里，造成了严重的生态、资源、环境问题以及重大的经济损失（2002年中国海洋环境质量公报）。但是，目前对赤潮生物的监测，国内外尚未有十分理想的监测技术和仪器。传统的赤潮生物的定性定量主要是利用显微镜对水样进行观察，寻找其中的赤潮生物，然后根据其特征对其进行计数、种类鉴定。这是一项耗时、费力、专业水平要求高的工作。因此，寻找一种快速识别方法，实现对浮游植物随环境变化、特别是对赤潮发生、发展、消亡过程的实时检测，是国内外同行共同追求的目标。

赤潮生物在细胞形状、结构、色素组成、蛋白质组成和DNA序列等方面均存在种间差异性。利用这些差异可实现对赤潮生物的识别。这其中图象识别是最基本、最经典的方法。在与图象有关的研究方面，国外近年来进行了一些探索并取得进展，如美国Fluid Imaging Technologies, Inc.公司生产的显微成像分析仪（Flow Cytometer And Microscope, FlowCAM）可用于较大型的浮游生物特别是浮游动物的监测的仪器。但由于缺乏赤潮生物数据库、无图像识别系统，无法对获取的图像进行自动分析，尚无法对赤潮生物进行自动识别与监测。

### 发明内容

本发明的目的在于针对上述现有技术的缺点，提供一种赤潮生物图像自动识别装置及其识别方法，以此为赤潮生物种群类别的鉴定提供一种手段，可以直接对水体的浮游生物进行高精度低成本的在线监测，并在此基础之上进行“赤潮危险程度”预测。

本发明所说的赤潮生物图像自动识别装置设有发光二极管、光源透镜、流动室、物镜、景深透镜和照相机。发光二极管位于光源透镜的焦点处，流动室位于光源透镜与物镜之间，

景深透镜位于物镜与照相机之间。

所说的物镜最好为远焦物镜，其倍数至少 10 倍。

本发明所说的赤潮生物图像自动识别方法为：

1、获取图像：

细胞通过流动室，通过物镜进行放大，由照相机（CCD Camera）成像。

2、图像预处理：

由计算机对图像进行图像增强、去噪以及灰度补平等预处理。

3、目标探测。

4、图像分割：

分割出可能目标位置图像，减少图像处理信息量。

5、图像特征的获取：

提取目标的各个特征值，所说的特征值至少包括目标的结构特征和统计特征中的一种，其中结构特征至少包括轮廓、灰度、长度、宽度、纵横比、鞭毛有无多少等中的一种；统计特征至少包括标准偏差、方差、平均像素强度、最大像素强度等中的一种。对于赤潮生物而言，比较常用的特征值至少包括轮廓、大小、灰度、鞭毛等中的一种。

6、目标分类识别：

将图像中的每个特征值与储存于数据库中的、代表了已知赤潮生物的理想特征值进行比较，根据其相似性进行分类、识别。

7、结果输出：

根据识别的结果，对于不同的赤潮生物分别乘以不同的校正系数，以求较为准确、实时地反应现场水样中赤潮生物的真实情况。

在获取图像时，细胞可通过车载现场赤潮生物流式图像监测仪，在图像监测仪的流动室中，一方面，照相机通过物镜放大，对细胞进行显微成像；另一方面，细胞被激光激发，产生相应的荧光信号。荧光信号被光电倍增管采集，并通过电路处理，只有其强度达到一定程度，其对应的图像才被采用，并被送到计算机中，通过软件进行处理。由于赤潮生物一般都比较小，需要对其进行显微成像才能对其进行识别。

图像被送到计算机后，首先由软件对图像进行预处理。预处理的目的是减少存在于图像中的噪声，提高目标与图像的对比度，增强图像数据的可用性。通常，这些处理可以由中值滤波器或者原型自动目标筛选器等来完成。

目标探测的目的是确定图像中可能存在目标的子区域，减少图像处理的数据量。通常，目标探测所使用的技术有轮辐滤波器（Spoke）、直方图技术、双窗滤波器、松弛（Relaxation）

算法、塔形（Pyramid）处理法以及模式寻的器（Mode Seeker）技术等。其中，最常用的是轮辐滤波器。

图像分割技术主要以边界检测和纹理分析为基础，根据目标探测处理系统提供的数据，将可能目标位置图像分割出来，减少图像处理信息量。

图像分割以后，要对目标的各个特征值进行提取。特征值选择的主要目的是获得一些最有效的特征值，从而使同类目标具有最大限度的相似性，而对于不同类的目标，则具有最大的相异性。

目标分类识别是将图像中的每个特征值与储存于数据库中的、代表了已知赤潮生物的理想特征值进行比较，根据其相似性进行分类、识别。

结果输出主要包括两方面。一方面，对于单个细胞来说，如果其可信度概率超过已知赤潮生物所设置的域值，其输出结果将包括这个细胞的相关特征值和图像，并给出这个细胞可能的名称以及可信度概率；如果其可信度概率低于赤潮生物所设置的域值，则只输出其相关特征值和图像。另一方面，如果要监测一段时间内的赤潮生物情况，则给出经过流动室的各个赤潮生物名称以及域值以上的不同可信度概率区间范围内的粒子数及其总数。

与已有技术相比，本发明具有以下优点：

1、在发光二极管前面设有一个透镜，使得发光二极管在透镜的焦点处。通过透镜的处理，可以产生均匀的背景光源，有利于获得效果良好的图像。

2、采用远焦物镜，增加了流动室与物镜之间的操作空间，给流动室一个比较广阔的发展空间。这在高倍物镜方面表现得更为明显，使得对粒径较小的浮游生物进行现场监测变为可能，提高了仪器应用的范围。

3、采用 NA 值比较小的物镜，可以增加其景深，获得效果比较好的图像。同时，由于景深提高了，可以降低对流动室设计的要求，有利于流动室的发展，这也提高了同一物镜适于分析的粒径范围。

4、采用精度比较高的照相机，可以提高图像的质量，使得利用图像作为赤潮生物识别的标准的准确率提高。

5、采用了赤潮生物图像自动识别系统，可以对图像进行自动分析，提高了仪器的自动化程度，同时也满足了赤潮生物现场监测的要求，有望可以实现对赤潮生消过程进行实时监测，并在此基础之上提供赤潮危险程度的预警。

附图说明

图 1 为赤潮生物图像识别装置的结构示意图。

具体实施方式

如图 1 所示, 本发明在发光二极管 1 与流动室 3 之间加入一个光源透镜 2, 并使发光二极管 1 位于光源透镜 2 的焦点处, 这样可以获得比较均匀的背景光源。流动室 3 位于光源透镜 2 与物镜 4 之间, 景深透镜 5 位于物镜 4 与照相机 6 之间, 物镜选用远焦物镜。选用远焦物镜可获得比较大的工作距; 选用 NA 值比较小的物镜, 可获得比较高的景深。大的工作距, 可以获得比较大的操作空间, 也可以使得流动室获得比较大的发展空间。而高的景深可以获得比较清晰的图像。对于大多数的赤潮生物, 可以选用 10 倍远焦物镜, 如日本 Union 公司的 PLLWDM10X, 其工作距为 24.3mm, NA 值为 0.20, 景深为  $2 \times 189$  微米, 就可以获得比较好的效果。而对于粒径较小的浮游生物, 则需采用 20 倍或者更高倍数的远焦物镜, 这时远焦物镜的优势将更为明显, 如日本 Union 公司的 PLLWDM20X (其工作距为 11.2mm, NA 值为 0.40, 景深为  $2 \times 47$  微米)。

照相机的精度对于图像质量有着直接的影响。而由于人的分辨力的限制, 高精度的照相机可以获得更高的放大倍数。可采用 Sony 公司生产的 XC-8500CE 照相机, 其快门最高可达  $1/10,000$  秒, 可以有效防止流动样品发生图像模糊的问题。其像素规格为:  $8.3\mu\text{m} \times 8.3\mu\text{m}$ , 可以获得高质量的图像。

本发明可通过两个方面的放大处理来达到对赤潮生物的显微成像: 首先, 利用景深比较宽的物镜, 其次, 利用高分辨率的 CCD Camera 对其进行成像。由于人的分辨率是有限的, 因此, 可以对高分辨率的图像进行放大而不影响其分辨效果。

目标分类识别是将图像中的每个特征值与储存于数据库中的、代表了已知赤潮生物的理想特征值进行比较, 根据其相似性进行分类、识别。要进行赤潮生物的分类识别, 首先, 需要建立相应的数据库。数据库的建立主要是依据对已知赤潮生物的了解, 通过计算机对已知赤潮生物的图片进行分析, 获取其特征值。这些特征值代表了已知赤潮生物的特征, 可以使得相同种类的赤潮生物具有最大限度的相似性, 而对于其他种类的赤潮生物, 则具有最大的相异性。对于赤潮生物而言, 比较常用的特征值主要包括轮廓、大小、纵横比、平均像素强度、最大像素强度、鞭毛等。然后对这些特征值进行统计分析, 作为标准储存在计算机中, 充当分类识别的依据。其次, 利用神经网络, 将未知生物图像抽取的特征值与标准数据库进行比较。并根据比较的结果, 给每个图像分配一个可信度概率。将这些可信度概率与设置的域值进行比较, 如果超过域值, 则作为已知赤潮生物。

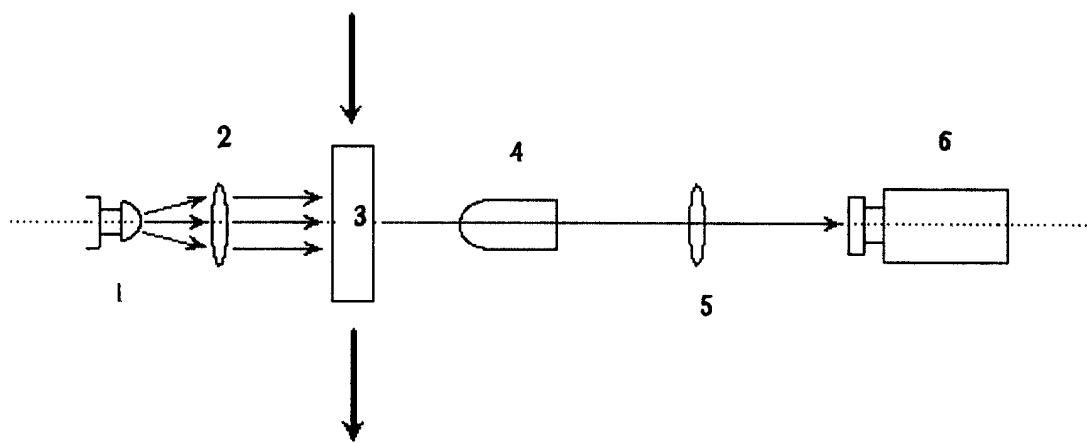


图 1