1、一种细胞计数方法，其特征在于，所述方法包括：

获取待计数细胞样的目标细胞图像；

基于所述目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定所述目标细胞图像中的细胞数量；

其中，所述单细胞参考面积是通过细胞图像样本和目标损失函数训练得到的，所述目标损失函数用于指示所述细胞图像样本中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述单细胞参考面积通过如下步骤得到：

获取细胞图像样本；

基于所述目标损失函数，从所述细胞图像样本中确定细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异；

以减小所述差异为目标，对单细胞参考面积进行参数优化。

3、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述基于所述目标损失函数，从所述细胞图像样本中确定各个细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异，包括：

针对各个所述细胞区域，分别确定各个所述细胞区域的细胞面积与所述单细胞参考面积的比值；

比较所述比值和所述比值对应的邻近整数，得到各个所述细胞区域的比较结果；

结合各个所述细胞区域的所述比较结果确定所述差异。

4、根据权利要求1至3任一项所述的方法，其特征在于，所述基于所述目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定所述目标细胞图像中的细胞数量，包括：

针对所述目标细胞图像中每个细胞区域，基于每个所述细胞区域的细胞面积和所述单细胞参考面积，确定每个所述细胞区域对应的细胞个数；

结合每个所述细胞区域对应的细胞个数，获得所述目标细胞图像中的细胞数量。

5、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述获取待计数细胞样的目标细胞图像，包括：

获取所述待计数细胞样的原始细胞图像；

利用降低噪声的方式对所述原始细胞图像进行预处理，得到预处理后的细胞图像；

对所述预处理后的细胞图像进行颜色空间转换和阈值分割，得到二值化细胞图像；

利用腐蚀操作的方式对所述二值化细胞图像进行形态学操作，得到所述目标细胞图像。

6、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述获取待计数细胞样的目标细胞图像之后，还包括：

检测所述目标细胞图像中细胞区域的细胞轮廓；

利用所述细胞轮廓的轮廓面积确定所述细胞区域的细胞面积。

7、一种细胞计数装置，其特征在于，所述装置包括：

获取模块，用于获取待计数细胞样的目标细胞图像；

确定模块，用于基于所述目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定所述目标细胞图像中的细胞数量；

其中，所述单细胞参考面积是通过细胞图像样本和目标损失函数训练得到的，所述目标损失函数用于指示所述细胞图像样本中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异。

8、一种计算机设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至6中任一项所述的方法的步骤。

9、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至6中任一项所述的方法的步骤。

10、一种计算机程序产品，包括计算机程序，其特征在于，该计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至6中任一项所述的方法的步骤。

**细胞计数方法、装置、计算机设备、存储介质和产品**

**技术领域**

本申请涉及计算机视觉和图像处理技术领域，特别是涉及一种细胞计数方法、装置、计算机设备、存储介质和产品。

**背景技术**

细胞计数和图像分析是生物细胞研究中的重要环节。传统的细胞计数方法主要依赖于人工在显微镜下进行计数，这种方法耗时且易受主观因素影响。随着计算机视觉技术的发展，自动化的细胞图像分析方法逐渐成为研究的热点。相关技术中的自动化细胞图像分析方法虽然提高了计数效率，但在处理复杂图像和细胞团簇时仍然存在效率较低且准确性不足的问题。

**发明内容**

基于此，有必要针对上述技术问题，提供一种能够提高处理效率及准确性的细胞计数方法、装置、计算机设备、存储介质和产品。

第一方面，本申请提供了一种细胞计数方法。该方法包括：

获取待计数细胞样的目标细胞图像；

基于所述目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定所述目标细胞图像中的细胞数量；

其中，所述单细胞参考面积是通过细胞图像样本和目标损失函数训练得到的，所述目标损失函数用于指示所述细胞图像样本中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异。

在其中一个实施例中，所述单细胞参考面积通过如下步骤得到：

获取细胞图像样本；

基于所述目标损失函数，从所述细胞图像样本中确定各个细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异；

以减小所述差异为目标，对单细胞参考面积进行参数优化。

在其中一个实施例中，所述基于所述目标损失函数，从所述细胞图像样本中确定各个细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异，包括：

针对各个所述细胞区域，分别确定各个所述细胞区域的细胞面积与所述单细胞参考面积的比值；

比较所述比值和所述比值对应的邻近整数，得到各个所述细胞区域的比较结果；

结合各个所述细胞区域的所述比较结果确定所述差异。

在其中一个实施例中，所述基于所述目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定所述目标细胞图像中的细胞数量，包括：

针对所述目标细胞图像中每个细胞区域，基于每个所述细胞区域的细胞面积和所述单细胞参考面积，确定每个所述细胞区域对应的细胞个数；

结合每个所述细胞区域对应的细胞个数，获得所述目标细胞图像中的细胞数量。

在其中一个实施例中，所述获取待计数细胞样的目标细胞图像，包括：

获取所述待计数细胞样的原始细胞图像；

利用降低噪声的方式对所述原始细胞图像进行预处理，得到预处理后的细胞图像；

对所述预处理后的细胞图像进行颜色空间转换和阈值分割，得到二值化细胞图像；

利用腐蚀操作的方式对所述二值化细胞图像进行形态学操作，得到所述目标细胞图像。

在其中一个实施例中，所述获取待计数细胞样的目标细胞图像之后，还包括：

检测所述目标细胞图像中细胞区域的细胞轮廓；

利用所述细胞轮廓的轮廓面积确定所述细胞区域的细胞面积。

第二方面，本申请还提供了一种细胞计数装置。该装置包括：

获取模块，用于获取待计数细胞样的目标细胞图像；

确定模块，用于基于所述目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定所述目标细胞图像中的细胞数量；

其中，所述单细胞参考面积是通过细胞图像样本和目标损失函数训练得到的，所述目标损失函数用于指示所述细胞图像样本中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异。

第三方面，本申请还提供了一种计算机设备。该计算机设备包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现以下步骤：

获取待计数细胞样的目标细胞图像；

基于所述目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定所述目标细胞图像中的细胞数量；

其中，所述单细胞参考面积是通过细胞图像样本和目标损失函数训练得到的，所述目标损失函数用于指示所述细胞图像样本中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异。

第四方面，本申请还提供了一种计算机可读存储介质。该计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现以下步骤：

获取待计数细胞样的目标细胞图像；

基于所述目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定所述目标细胞图像中的细胞数量；

其中，所述单细胞参考面积是通过细胞图像样本和目标损失函数训练得到的，所述目标损失函数用于指示所述细胞图像样本中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异。

第五方面，本申请还提供了一种计算机程序产品。该计算机程序产品，包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现以下步骤：

获取待计数细胞样的目标细胞图像；

基于所述目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定所述目标细胞图像中的细胞数量；

其中，所述单细胞参考面积是通过细胞图像样本和目标损失函数训练得到的，所述目标损失函数用于指示所述细胞图像样本中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异。

上述细胞计数方法、装置、计算机设备、存储介质和产品，通过获取待计数细胞样的目标细胞图像，基于目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定目标细胞图像中的细胞数量；其中，单细胞参考面积是通过细胞图像样本和目标损失函数训练得到的，该目标损失函数用于指示细胞图像样本中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异。由于理想状况下单个细胞或细胞团簇的面积与其包含的细胞数量可以呈线性比例关系，且单细胞或细胞团簇的面积接近单细胞面积的整数倍，本申请预先通过细胞图像样本和表征细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间差异的目标损失函数对单细胞参考面积进行训练优化，再将优化后的单细胞参考面积直接用于计算目标细胞图像各个细胞区域的细胞计数中，能够更准确和高效地完成细胞计数，尤其在处理细胞团簇和复杂背景的情况下，提高了计数效率和准确性。

**附图说明**

图1为一个实施例中细胞计数方法的应用环境图；

图2为一个实施例中细胞计数方法的流程示意图；

图3为一个实施例中确定单细胞参考面积步骤的流程示意图；

图4为一个实施例中确定差异步骤的流程示意图；

图5为另一个实施例中细胞计数方法的流程示意图；

图6为一个实施例中细胞计数装置的结构框图；

图7为一个实施例中计算机设备的内部结构图。

**具体实施方式**

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

计算机视觉技术（Computer Vision，CV）计算机视觉是一门研究如何使机器“看”的科学，更进一步的说，就是指用摄影机和电脑代替人眼对目标进行识别、跟踪和测量等机器视觉，并进一步做图形处理，使电脑处理成为更适合人眼观察或传送给仪器检测的图像。作为一个科学学科，计算机视觉研究相关的理论和技术，试图建立能够从图像或者多维数据中获取信息的人工智能系统。计算机视觉技术通常包括图像处理、图像识别、图像语义理解、图像检索、OCR（Optical Character Recognition，光学字符识别）、视频处理、视频语义理解、视频内容/行为识别、三维物体重建、3D技术、虚拟现实、增强现实、同步定位与地图构建等技术，还包括常见的人脸识别、指纹识别等生物特征识别技术。

机器学习（Machine Learning，ML）是一门多领域交叉学科，涉及概率论、统计学、逼近论、凸分析、算法复杂度理论等多门学科。专门研究计算机怎样模拟或实现人类的学习行为，以获取新的知识或技能，重新组织已有的知识结构使之不断改善自身的性能。机器学习是人工智能的核心，是使计算机具有智能的根本途径，其应用遍及人工智能的各个领域。机器学习和深度学习通常包括人工神经网络、置信网络、强化学习、迁移学习、归纳学习、示教学习等技术。

本申请实施例提供的技术方案涉及计算机视觉和图像处理技术领域，利用计算机视觉技术对待检测细胞样本的细胞图像进行图像处理和分析，最终确定出细胞图像中的细胞数量。

本申请实施例提供的细胞计数方法，可以应用于如图1所示的应用环境中。该应用环境包括显微镜102和终端104，可选地，还可以包括服务器106。显微镜102可以是普通的光学显微镜，显微镜102的操作人员可以通过图像采集组件（比如照相机或者集成有摄像头的其它设备）采集显微镜102的目镜中的显微图像。

例如，上述显微镜102上可以集成有照相暗盒，显微镜102的操作人员可以通过安装在照相暗盒上的照相机拍摄显微镜102的目镜中的显微图像，然后通过照相机中集成的图像输出接口，将照相机拍摄的显微图像导入至终端104或者服务器106。

或者，上述显微镜102也可以是集成有图像采集组件的电子显微镜，该电子显微镜还对外提供图像输出接口，显微镜102的操作人员通过操作电子显微镜的图像采集功能采集显微镜102的目镜中的显微图像，并通过图像输出接口将显微图像导入至终端104。

其中，上述图像输出接口可以是有线接口，比如USB（Universal Serial Bus，通用串行总线）接口、HDMI（High Definition Multimedia Interface，高清多媒体接口）接口或者以太网接口等等；或者，上述图像输出接口也可以是无线接口，比如WLAN（Wireless Local Area Network，无线局域网）接口、蓝牙接口等等。

相应地，根据上述图像输出接口的类型的不同，操作人员将照相机拍摄的显微图像导出的方式也可以由多种，比如，通过有线或者短距离无线方式将显微图像导入至终端104，或者，也可以通过局域网或者互联网将显微图像导入至终端104或者服务器106。

终端104中可以安装有获取显微图像的处理结果并呈现的应用程序，终端104获取到显微镜102的目镜中的显微图像后，可以通过上述应用程序获取对显微图像进行处理得到的处理结果，并对处理结果进行呈现。

其中，终端104可以是具有一定的处理能力以及界面展示功能的终端设备，比如，终端104可以是手机、平板电脑、电子书阅读器、智能眼镜、膝上型便携计算机和台式计算机等等。

在图1所示的应用环境中，终端104和显微镜102是物理上分离的实体设备。在可能的实现方式中，终端104和显微镜102也可以集成为单个实体设备；比如，显微镜102可以是具有终端104的计算和界面展示功能的智能显微镜，或者，显微镜102可以是具有终端104的计算能力的智能显微镜，该智能显微镜可以通过有线或无线接口输出图像处理结果。

其中，服务器106是一台服务器，或者由若干台服务器，或者是一个虚拟化平台，或者是一个云计算服务中心。

其中，上述服务器106可以是为终端104或显微镜102中安装的应用程序提供后台服务的服务器，该后台服务器可以对应用程序的版本进行管理、对应用程序获取到的显微图像进行后台处理并返回处理结果等等。

可选地，终端104与服务器106之间通过通信网络相连。可选地，显微镜102与服务器106之间通过通信网络相连。可选地，该通信网络是有线网络或无线网络。

为了便于介绍，下面将以本申请实施例由计算机设备执行为例进行介绍说明，计算机设备是具备计算和处理能力的电子设备。该计算机设备可以是单个设备，比如，可以是图1所示应用环境中的终端104或者服务器106；或者，该计算机设备也可以是多个设备的集合，比如，该计算机设备可以包括上述图1所示系统中的终端104和服务器106，即本申请实施例可以由上述终端104和服务器106交互执行。

在一个实施例中，如图2所示，提供了一种细胞计数方法，包括以下步骤：

步骤202，获取待计数细胞样的目标细胞图像。

其中，目标细胞图像可以指用于细胞计数的显微图像，或者，可以是显微图像中所圈出的目标计数区域图像。

示例性地，将待计数细胞样品使用荧光染料或特定标记，以增强细胞的可见性，计算机设备可以通过显微镜获取经过荧光染色或标记的细胞样品在显微镜视野下的显微图像，从而得到目标细胞图像。

步骤204，基于目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定目标细胞图像中的细胞数量。

其中，细胞区域可以指目标细胞图像中能够反映细胞所在位置并与背景区域显著区分的图像部分，其可以是细胞边界所围成的区域。

一般情况下，目标细胞图像包括多个细胞区域，每个细胞区域可能对应单细胞，也可能对应多个细胞形成的细胞团簇。可以理解地，待计数细胞样品中的细胞群通常是处于相同生长周期的同种类型细胞，其中各个细胞的体积大小通常是相近的，即每一个细胞在显微镜下的轮廓大小均是相近的。那么，对应细胞团簇的细胞区域的面积大小与该细胞团簇所包含的细胞个数呈正比例关系。基于此，本申请实施例预先确定待计数细胞样品对应的单细胞参考面积，将单细胞参考面积作为标准用于比较和估算待计数细胞样品中单个细胞的典型面积。

本申请实施例的单细胞参考面积是预先通过与待计数细胞样相同的细胞样品的图像样本和目标损失函数训练得到的。由于细胞团簇包括多个独立的细胞，每个细胞贡献的面积基本相同，在理论上细胞团簇的面积接近单细胞面积的整数倍。本申请实施例通过目标损失函数来引导优化单细胞参考面积参数，以使各个细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积之间的关系最符合整数倍条件。

比如，以目标损失函数最小化为目标来更新单细胞参考面积，即各个细胞区域分别对应的差异的总和应该尽可能小，其中，单个细胞区域对应的差异是指该细胞区域的细胞面积与其最接近的单细胞参考面积的整数倍之间的差异。

示例性地，计算机设备可以预先获取或存储待计数细胞样品对应的单细胞参考面积，在细胞计数过程中，计算机设备通过比较单细胞参考面积和目标细胞图像中各个细胞区域的细胞面积，从而可以区分各个细胞区域分别对应的为单个细胞或者为细胞团簇，并进一步确定对应为细胞团簇的细胞区域中的细胞个数，从而得到目标细胞图像中的细胞总数。

上述细胞计数方法中，通过获取待计数细胞样的目标细胞图像，基于目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定目标细胞图像中的细胞数量；其中，单细胞参考面积是通过细胞图像样本和目标损失函数训练得到的，该目标损失函数用于指示细胞图像样本中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异。由于理想状况下单个细胞或细胞团簇的面积与其包含的细胞数量可以呈线性比例关系，且单细胞或细胞团簇的面积接近单细胞面积的整数倍，本申请预先通过细胞图像样本和表征细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间差异的目标损失函数对单细胞参考面积进行训练优化，再将优化后的单细胞参考面积直接用于计算目标细胞图像各个细胞区域的细胞计数中，能够更准确和高效地完成细胞计数，尤其在处理细胞团簇和复杂背景的情况下，提高了计数效率和准确性。

以下将进一步介绍本申请实施例的单细胞参考面积的确定过程。

在一个实施例中，如图3所示，单细胞参考面积通过如下步骤得到：

步骤302，获取细胞图像样本。

可以理解地，细胞图像样本指与待计数细胞样相同的细胞样品的图像样本。或者，该细胞图像样本可以包括目标细胞图像。

步骤304，基于目标损失函数，从细胞图像样本中确定细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异。

示例性地，计算机设备可以设定一个初始的单细胞参考面积作为初始参数，基于目标损失函数和初始的单细胞参考面积，针对每个细胞区域计算其细胞面积与其最接近的单细胞参考面积整数倍之间的差异，再结合大量的细胞图像样本中各个细胞区域分别对应的差异的总和，从而得到所述细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异。

步骤306，以减小该差异为目标，对单细胞参考面积进行参数优化。

示例性地，计算机设备在每次迭代训练中，基于目标损失函数和当前的单细胞参考面积计算该差异，再通过优化算法（如梯度下降或其他适合的方法）调整单细胞参考面积，直至该差异小于预设的损失阈值或者迭代训练次数达到预设的迭代次数。

在如图3示出的实施例的一种可能的实现方式中，如图4所示，基于目标损失函数，从细胞图像样本中确定各个细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异，包括：

步骤402，针对各个细胞区域，分别确定各个细胞区域的细胞面积与单细胞参考面积的比值。

步骤404，比较比值和比值对应的邻近整数，得到各个细胞区域的比较结果。

其中，比值对应的邻近整数是指与该比值最接近的整数。

步骤406，结合各个细胞区域的比较结果确定该差异。

示例性地，针对各个细胞区域，计算机设备将各个细胞区域的细胞面积与单细胞参考面积相除，得到各个细胞区域分别对应的比值。再结合各个比值与其最接近的整数的差异，来确定最终的差异值。

例如，目标损失函数可以表示为：

；

；

其中，*i*为表征细胞区域的细胞轮廓索引，*n*为找到的轮廓数即细胞区域个数，*Si*为第*i*个细胞轮廓对应的细胞面积，*s*为单细胞参考面积参数，*ki*为中间变量。

可选地，细胞图像样本为细胞样品在第一显微镜放大倍率下的显微图像，目标细胞图像为细胞样品在第二显微镜放大倍率下的显微图像。第一显微镜放大倍率和第二显微镜放大倍率可以相同，或者，第一显微镜放大倍率和第二显微镜放大倍率也可以不同。在第一显微镜放大倍率和第二显微镜放大倍率不同的情况，计算机设备将通过细胞图像样本和目标损失函数训练得到的单细胞参考面积，基于第一显微镜放大倍率和第二显微镜放大倍率的比例关系进行相应的换算，从而确定用于确定目标细胞图像中细胞数量的单细胞参考面积。

在一些优选的实施方式中，第一显微镜放大倍率和第二显微镜放大倍率相同，即采用与目标细胞图像的显微镜放大倍率相同的细胞图像作为样本，用来训练优化以确定单细胞参考面积参数，从而进一步提高细胞计数的准确性。

在另一些优选的实施方式中，本申请实施例在获取目标细胞图像或细胞图像样本之前，可以尽量控制显微镜视野下的细胞呈平摊状，一定程度上避免细胞团形成三维结构，即防止细胞在显微镜视野方向上发生重叠，从而进一步提高本申请实施例提供的细胞计数方法的准确性。比如，在制备显微镜样品时，可以将细胞悬液稀释到适当浓度，使细胞在载玻片上均匀分布，减少聚集现象；又比如，在采用微通道装置时，可以通过微流控芯片内的平面微通道，把微流控芯片的流道深度设置为略大于细胞的直径，控制细胞在二维平面内移动和分布，以避免堆叠。

在一个实施例中，如图5所示，提供了一种细胞计数方法，该方法包括：

步骤502，获取待计数细胞样的原始细胞图像。

例如，将待计数细胞样品经荧光标记后，通过荧光共聚焦显微镜对微流控芯片流道中的细胞进行成像，得到该原始细胞图像。荧光共聚焦显微镜可以通过样品标记荧光素获得高分辨率的图像，并能在细胞内部无破坏地观察生化反应的过程。该荧光共聚焦显微镜可以是具有终端的计算和界面展示功能的智能显微镜，也可以通过接口将原始细胞图像输出至终端或者服务器。

步骤504，利用降低噪声的方式对原始细胞图像进行预处理，得到预处理后的细胞图像。

例如，计算机设备使用OpenCV库的cv.GaussianBlur函数对原始细胞图像应用高斯模糊。高斯模糊的目的是减少图像噪声，增强图像的平滑度，为后续的图像处理步骤提供更清晰的图像，模糊程度可以由高斯核的大小和标准差确定。

步骤506，对预处理后的细胞图像进行颜色空间转换和阈值分割，得到二值化细胞图像。

例如，计算机设备使用OpenCV库的cv.cvtColor函数将预处理后的细胞图像从BGR颜色空间转换到HSV颜色空间。HSV颜色空间更适合于根据颜色特征进行图像分割，因为它将颜色信息和亮度信息分开。接下来，计算机设备根据细胞在HSV颜色空间中的分布特征，确定细胞的色调(H)、饱和度(S)和亮度(V)的范围，通过实验或统计分析确定细胞的HSV值分布，从而设置合适的阈值。再使用cv.inRange函数，根据设置的HSV阈值将细胞从背景中分割出来，得到二值化细胞图像。该cv.inRange函数将图像中落在阈值范围内的像素点设置为白色，其余设置为黑色，从而实现细胞的初步分割。

步骤508，利用腐蚀操作的方式对二值化细胞图像进行形态学操作，得到目标细胞图像。

例如，计算机设备使用cv.erode函数对二值化细胞图像进行腐蚀操作。腐蚀操作可以去除小的噪声点，减小细胞对象的边界。再使用cv.dilate函数对腐蚀后的图像进行膨胀操作，膨胀操作可以连接邻近的细胞，填补细胞对象内部的小孔。

步骤510，检测目标细胞图像中细胞区域的细胞轮廓，利用细胞轮廓的轮廓面积确定细胞区域的细胞面积。

例如，计算机设备使用cv.findContours函数检测目标细胞图像中的轮廓，该函数可以返回图像中所有轮廓的列表，计算机设备对检测到的轮廓进行分析，计算每个轮廓的面积作为相应细胞区域的细胞面积。

步骤512，基于目标细胞图像中所有细胞区域的细胞面积和该细胞样品在当前显微镜放大倍率下的单细胞参考面积，确定目标细胞图像中的细胞数量。

示例性地，针对目标细胞图像中每个细胞区域，基于每个细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定每个细胞区域对应的细胞个数。结合每个细胞区域对应的细胞个数，获得目标细胞图像中的细胞数量。

例如，将每个轮廓（有可能是单细胞的轮廓，也有可能是细胞团簇的轮廓）的面积除以单细胞参考面积，得到的相除结果进行四舍五入取整后即为该细胞轮廓的细胞数（单细胞的相除结果即接近1）。将所有细胞轮廓所对应的细胞数求和，得到目标细胞图像中的细胞数量。

本实施例中，通过图像预处理功能、阈值分割功能、形态学操作功能以及轮廓检测功能，能够实现从复杂的显微镜图像中准确提取目标细胞区域，为后续的细胞计数提供可靠的基础。将优化后的单细胞参考面积直接用于计算目标细胞图像各个细胞区域的细胞计数中，能够更准确和高效地完成细胞计数，尤其在处理细胞团簇和复杂背景的情况下，提高了计数效率和准确性。

在如5示出的实施例的一种可能的实现方式中，本申请实施例的计算机设备还可以提供用户友好的界面和参数调整功能、性能评估功能，使得细胞图像分析过程更加高效和直观。

示例性地，计算机设备显示参数调整页面，该参数调整页面包括参数调整控件，比如滑块和输入框等控件，计算机设备响应于滑块拖动操作和/或输入框输入操作，获取滑块拖动操作和/或输入框输入操作对应的调整参数值，并基于调整参数值对上述细胞图像处理的过程进行调整。比如，允许用户通过图形用户界面调整图像处理参数，参数包括HSV阈值、高斯模糊核大小、形态学操作的迭代次数等。

示例性地，计算机设备在图像处理过程中，显示图像处理速度页面，该图像处理速度页面能够显示计算机设备进行实时计算的软件程序的帧率(FPS)，帧率是衡量图像处理速度的重要指标。

本实施例中，计算机设备的图形用户界面（GUI）可以使用PySide6库创建图，GUI包括图像显示区域、参数调整控件、结果展示区域等。在GUI中显示经过预处理、分割、形态学操作后的图像，显示细胞计数和分析的结果。GUI提供滑块和输入框等控件，允许用户调整图像处理参数，用户输入的参数将实时更新到图像处理流程中。

应该理解的是，虽然如上所述的各实施例所涉及的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示，但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明，这些步骤的执行并没有严格的顺序限制，这些步骤可以以其它的顺序执行。而且，如上所述的各实施例所涉及的流程图中的至少一部分步骤可以包括多个步骤或者多个阶段，这些步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成，而是可以在不同的时刻执行，这些步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行，而是可以与其它步骤或者其它步骤中的步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

基于同样的发明构思，本申请实施例还提供了一种用于实现上述所涉及的细胞计数方法的细胞计数装置。该装置所提供的解决问题的实现方案与上述方法中所记载的实现方案相似，故下面所提供的一个或多个细胞计数装置实施例中的具体限定可以参见上文中对于细胞计数方法的限定，在此不再赘述。

在一个实施例中，如图6所示，提供了一种细胞计数装置，包括：获取模块602和确定模块604，其中：

获取模块602，用于获取待计数细胞样的目标细胞图像。

确定模块604，用于基于所述目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定所述目标细胞图像中的细胞数量；其中，所述单细胞参考面积是通过细胞图像样本和目标损失函数训练得到的，所述目标损失函数用于指示所述细胞图像样本中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异。

在一个实施例中，细胞计数装置还包括单细胞参考面积确定模块，该单细胞参考面积确定模块用于获取细胞图像样本；基于所述目标损失函数，从所述细胞图像样本中确定细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异；以减小所述差异为目标，对单细胞参考面积进行参数优化。

在一个实施例中，单细胞参考面积确定模块在执行基于所述目标损失函数，从所述细胞图像样本中确定细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异时，被配置为：针对各个所述细胞区域，分别确定各个所述细胞区域的细胞面积与所述单细胞参考面积的比值；比较所述比值和所述比值对应的邻近整数，得到各个所述细胞区域的比较结果；结合各个所述细胞区域的所述比较结果确定所述差异。

在一个实施例中，确定模块604在执行基于所述目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定所述目标细胞图像中的细胞数量时，被配置为：针对所述目标细胞图像中每个细胞区域，基于每个所述细胞区域的细胞面积和所述单细胞参考面积，确定每个所述细胞区域对应的细胞个数；结合每个所述细胞区域对应的细胞个数，获得所述目标细胞图像中的细胞数量。

在一个实施例中，获取模块602在执行获取待计数细胞样的目标细胞图像时被配置为：获取所述待计数细胞样的原始细胞图像；利用降低噪声的方式对所述原始细胞图像进行预处理，得到预处理后的细胞图像；对所述预处理后的细胞图像进行颜色空间转换和阈值分割，得到二值化细胞图像；利用腐蚀操作的方式对所述二值化细胞图像进行形态学操作，得到所述目标细胞图像。

在一个实施例中，确定模块604还用于检测所述目标细胞图像中细胞区域的细胞轮廓；利用所述细胞轮廓的轮廓面积确定所述细胞区域的细胞面积。

上述细胞计数装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中，也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中，以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

在一个实施例中，提供了一种计算机设备，该计算机设备可以是终端，其内部结构图可以如图7所示。该计算机设备包括处理器、存储器、输入/输出接口、通信接口、显示单元和输入装置。其中，处理器、存储器和输入/输出接口通过系统总线连接，通信接口、显示单元和输入装置通过输入/输出接口连接到系统总线。其中，该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质和内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的输入/输出接口用于处理器与外部设备之间交换信息。该计算机设备的通信接口用于与外部的终端进行有线或无线方式的通信，无线方式可通过WIFI、移动蜂窝网络、NFC（近场通信）或其他技术实现。该计算机程序被处理器执行时以实现一种XXX方法。该计算机设备的显示单元用于形成视觉可见的画面，可以是显示屏、投影装置或虚拟现实成像装置。显示屏可以是液晶显示屏或者电子墨水显示屏，该计算机设备的输入装置可以是显示屏上覆盖的触摸层，也可以是计算机设备外壳上设置的按键、轨迹球或触控板，还可以是外接的键盘、触控板或鼠标等。

本领域技术人员可以理解，图7中示出的结构，仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图，并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定，具体的计算机设备可以包括比图中所示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者具有不同的部件布置。

在一个实施例中，提供了一种计算机设备，包括存储器和处理器，存储器中存储有计算机程序，该处理器执行计算机程序时实现上述各方法实施例中的步骤。

在一个实施例中，提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现上述各方法实施例中的步骤。

在一个实施例中，提供了一种计算机程序产品，包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述各方法实施例中的步骤。

需要说明的是，本申请所涉及的用户信息（包括但不限于用户设备信息、用户个人信息等）和数据（包括但不限于用于分析的数据、存储的数据、展示的数据等），均为经用户授权或者经过各方充分授权的信息和数据，且相关数据的收集、使用和处理需要遵守相关国家和地区的相关法律法规和标准。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读取存储介质中，该计算机程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、数据库或其它介质的任何引用，均可包括非易失性和易失性存储器中的至少一种。非易失性存储器可包括只读存储器（Read-Only Memory，ROM）、磁带、软盘、闪存、光存储器、高密度嵌入式非易失性存储器、阻变存储器（ReRAM）、磁变存储器（Magnetoresistive Random Access Memory，MRAM）、铁电存储器（Ferroelectric Random Access Memory，FRAM）、相变存储器（Phase Change Memory，PCM）、石墨烯存储器等。易失性存储器可包括随机存取存储器（Random Access Memory，RAM）或外部高速缓冲存储器等。作为说明而非局限，RAM可以是多种形式，比如静态随机存取存储器（Static Random Access Memory，SRAM）或动态随机存取存储器（Dynamic Random Access Memory，DRAM）等。本申请所提供的各实施例中所涉及的数据库可包括关系型数据库和非关系型数据库中至少一种。非关系型数据库可包括基于区块链的分布式数据库等，不限于此。本申请所提供的各实施例中所涉及的处理器可为通用处理器、中央处理器、图形处理器、数字信号处理器、可编程逻辑器、基于量子计算的数据处理逻辑器等，不限于此。

以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对本申请专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请的保护范围应以所附权利要求为准。



图 1



图 2



图 3



图 4



图 5



图 6



图 7

本申请涉及一种细胞计数方法、装置、计算机设备、存储介质和产品。所述方法包括：通过获取待计数细胞样的目标细胞图像，基于目标细胞图像中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积，确定目标细胞图像中的细胞数量；其中，单细胞参考面积是通过细胞图像样本和目标损失函数训练得到的，该目标损失函数用于指示细胞图像样本中细胞区域的细胞面积和单细胞参考面积的整数倍之间的差异。采用本方法能够更准确和高效地完成细胞计数，尤其在处理细胞团簇和复杂背景的情况下，提高了计数效率和准确性。