

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(10) 国际公布号

WO 2023/019559 A1

(43) 国际公布日

2023 年 2 月 23 日 (23.02.2023)

(51) 国际专利分类号:

G06T 7/00 (2017.01)

G06N 20/00 (2019.01)

G06T 7/62 (2017.01)

市南山区桃源街道学苑大道 1068 号,
Guangdong 518055 (CN)。

(21) 国际申请号:

PCT/CN2021/113808

(22) 国际申请日:

2021 年 8 月 20 日 (20.08.2021)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(71) 申请人: 深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。中国科学院深圳理工大学 (筹) (SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳

(72) 发明人: 吴昊 (WU, Hao); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。魏彦杰 (WEI, Yanjie); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。潘毅 (PAN, Yi); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市科进知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHENZHEN KEJIN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国广东省深圳市南山区粤兴三道二号虚拟大学园产业化基地 A701 室, Guangdong 518055 (CN)。

(54) Title: AUTOMATED STEM CELL DETECTION METHOD AND SYSTEM, AND TERMINAL AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种自动化干细胞检测方法、系统、终端以及存储介质

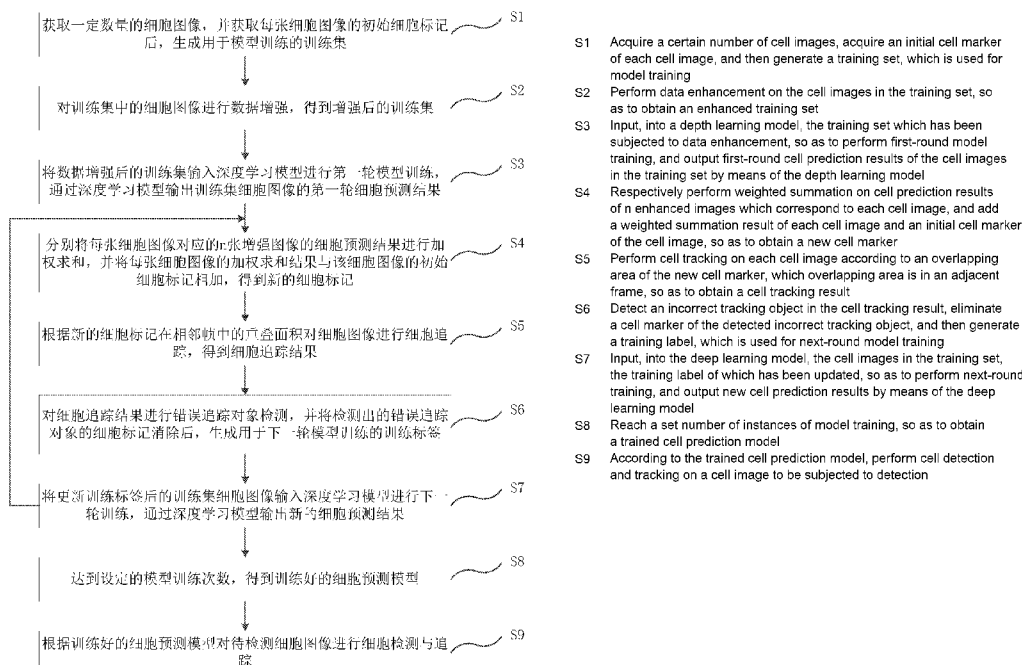


图 1

(57) Abstract: The present application relates to an automated stem cell detection method and system, and a terminal and a storage medium. The method comprises: acquiring cell images, and generating a cell image training set; inputting the cell image training set into a deep learning model to perform first-round model training, and outputting a first-round cell prediction result of the cell image training set by means of the deep learning model; updating initial cell markers of the cell images according to the cell prediction result, and performing cell tracking on the cell images according to the updated cell markers, so as to obtain cell tracking results; updating an initial

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

training label of the cell image training set according to the cell tracking results, and inputting the updated cell image training set into the deep learning model to perform iterative training, so as to obtain a trained cell detection model. By means of the embodiments of the present application, manual labeling is not required, and the training process is simple, thereby achieving relatively good performance, significantly reducing the training cost, and improving the training efficiency.

(57) 摘要: 本申请涉及一种自动化干细胞检测方法、系统、终端以及存储介质。所述方法包括: 获取细胞图像, 生成细胞图像训练集; 将所述细胞图像训练集输入深度学习模型进行第一轮模型训练, 通过所述深度学习模型输出细胞图像训练集的第一轮细胞预测结果; 根据所述细胞预测结果对所述细胞图像的初始细胞标记进行更新, 并根据所述更新的细胞标记对细胞图像进行细胞追踪, 得到细胞追踪结果; 根据所述细胞追踪结果对所述细胞图像训练集的初始训练标签进行更新, 并将更新后的细胞图像训练集输入深度学习模型进行迭代训练, 得到训练好的细胞检测模型。本申请实施例无需人工标签, 训练过程简单, 获得了较好的性能, 并大大降低了训练的成本, 提高了训练效率。

一种自动化干细胞检测方法、系统、终端以及存储介质

技术领域

本申请属生物医学图像处理技术领域，特别涉及一种自动化干细胞检测方法、系统、终端以及存储介质。

背景技术

通过观察细胞的行为有助于更好地理解其生物学机制，例如组织形成和修复、伤口愈合和肿瘤的产生。在研究细胞行为时，跟踪其运动轨迹十分有用，尤其是对于干细胞而言。以诱导多能干细胞(induced pluripotent stem cells, iPSCs)技术为例，该技术已被应用于治疗血小板不足、脊髓损伤、黄斑变性、帕金森和阿茨海默等疾病。但是这项技术目前仍然存在低效性的问题——大多数重编程方案中的细胞被重编程的比率都很低，极大地限制了诱导多能干细胞在科研和临床领域的研究和应用。

目前，对于干细胞的检测以及追踪主要依赖于人工标记，或是基于人工标记训练深度模型来完成，且训练过程需要大量的数据集，大大增加了训练的难度和代价。

发明内容

本申请提供了一种自动化干细胞检测方法、系统、终端以及存储介质，旨在至少在一定程度上解决现有技术中的上述技术问题之一。

为了解决上述问题，本申请提供了如下技术方案：

一种自动化干细胞检测方法，包括：

获取细胞图像，生成细胞图像训练集，并将所述细胞图像的初始细胞标记作为所述细胞图像训练集的初始训练标签；

将所述细胞图像训练集输入深度学习模型进行第一轮模型训练,通过所述深度学习模型输出细胞图像训练集的第一轮细胞预测结果;

根据所述细胞预测结果对所述细胞图像的初始细胞标记进行更新,并根据所述更新的细胞标记对细胞图像进行细胞追踪,得到细胞追踪结果;

根据所述细胞追踪结果对所述细胞图像训练集的初始训练标签进行更新,并将更新后的细胞图像训练集输入深度学习模型进行迭代训练,得到训练好的细胞检测模型;

根据所述训练好的细胞预测模型对待检测细胞图像进行细胞检测与追踪。

本申请实施例采取的技术方案还包括:所述获取细胞图像还包括:

分别对每张细胞图像依次进行亮度、对比度、缩放、旋转、裁切以及镜像填充操作,获取每张细胞图像的n张增强图像;

分别对每张细胞图像的初始细胞标记依次进行缩放、旋转、裁切以及镜像填充操作,生成每张增强图像的细胞标记。

本申请实施例采取的技术方案还包括:所述将所述细胞图像的初始细胞标记作为所述细胞图像训练集的初始训练标签还包括:

对所述细胞图像对应的荧光图像进行处理,获取所述细胞图像的初始细胞标记;

或基于细胞检测器对所述细胞图像进行细胞检测,获取所述细胞图像的初始细胞标记。

本申请实施例采取的技术方案还包括:所述深度学习模型为U-Net模型,所述U-Net模型采用二进制交叉熵作为损失函数。

本申请实施例采取的技术方案还包括:所述根据所述细胞预测结果对所述细胞图像的初始细胞标记进行更新具体为:

将每张细胞图像的 n 张增强图像的细胞预测结果进行加权求和；

将每张细胞图像的加权求和结果与该细胞图像的初始细胞标记相加，作为每张细胞图像的新的细胞标记。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述根据所述更新的细胞标记对细胞图像进行细胞追踪具体为：

分别计算某一细胞标记在第 t 帧以及第 $t+1$ 帧中的面积；

计算该细胞标记在第 t 帧与第 $t+1$ 帧中的重叠面积；

判断所述重叠面积与所述细胞标记在第 t 帧中的面积之间的比值是否大于设定阈值，如果大于设定阈值，则判定所述第 t 帧与第 $t+1$ 帧中的细胞标记为同一细胞，得到细胞追踪结果。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述根据所述细胞追踪结果对所述细胞图像训练集的初始训练标签进行更新还包括：

对所述细胞追踪结果进行错误追踪对象检测，并将检测出的错误追踪对象的细胞标记消除后，生成用于下一轮模型训练的训练标签；

所述对所述细胞追踪结果进行错误追踪对象检测具体为：判断所述细胞追踪结果中的追踪对象的连续帧数是否大于设定帧数 α ，如果大于 α ，则判定该追踪对象为细胞；反之，则对该追踪对象重新进行追踪，并判断在接下来的连续 β 帧中是否均存在与该追踪对象相关联的对象，如果存在，则判定该追踪对象为细胞；如果不存在，则判断该追踪对象为错误追踪对象，将所述错误追踪对象的细胞标记从细胞图像中清除。

本申请实施例采取的另一技术方案为：一种自动化干细胞检测系统，包括：

数据获取模块：用于获取细胞图像，生成细胞图像训练集，并将所述细胞图像的初始细胞标记作为所述细胞图像训练集的初始训练标签；

模型训练模块：用于将所述细胞图像训练集输入深度学习模型进行第一轮模型训练，通过所述深度学习模型输出细胞图像训练集的第一轮细胞预测结果；

细胞追踪模块：用于根据所述细胞预测结果对所述细胞图像的初始细胞标记进行更新，并根据所述更新的细胞标记对细胞图像进行细胞追踪，得到细胞追踪结果；

数据更新模块：用于根据所述细胞追踪结果对所述细胞图像训练集的初始训练标签进行更新，并将更新后的细胞图像训练集输入深度学习模型进行迭代训练，得到训练好的细胞检测模型，根据所述训练好的细胞预测模型对待检测细胞图像进行细胞检测与追踪。

本申请实施例采取的又一技术方案为：一种终端，所述终端包括处理器、与所述处理器耦接的存储器，其中，

所述存储器存储有用于实现所述自动化干细胞检测方法的程序指令；

所述处理器用于执行所述存储器存储的所述程序指令以控制自动化干细胞检测。

本申请实施例采取的又一技术方案为：一种存储介质，存储有处理器可运行的程序指令，所述程序指令用于执行所述自动化干细胞检测方法。

相对于现有技术，本申请实施例产生的有益效果在于：本申请实施例的自动化干细胞检测方法、系统、终端以及存储介质通过将每张细胞图像对应的 n 张增强图像的细胞预测结果进行加权求和，提升标记的可信度；通过将每张细胞图像的加权求和结果与该细胞图像的初始细胞标记相加，防止模型的性能退化；根据相加后的结果进行细胞追踪，根据追踪结果更新训练标签并重新进行迭代训练，得到最终的细胞检测模型。本申请实施例无需人工标签，训练过程简单，减少了人工成本的同时获得较好的性能，并大大降低了训练的成本，提

高了训练效率。

附图说明

图 1 是本申请实施例的自动化干细胞检测方法的流程图；

图 2 为本申请实施例的重叠面积计算示意图；

图 3 为本申请实施例的细胞追踪结果示意图；

图 4 为本申请实施例的自动化干细胞检测系统结构示意图；

图 5 为本申请实施例的终端结构示意图；

图 6 为本申请实施例的存储介质的结构示意图。

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，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

请参阅图 1，是本申请实施例的自动化干细胞检测方法的流程图。本申请实施例的自动化干细胞检测方法包括以下步骤：

S1：获取一定数量的细胞图像，并获取每张细胞图像的初始细胞标记；

本步骤中，细胞图像的初始细胞标记获取方式具体为：通过处理细胞图像对应的荧光图像获取相应的初始细胞标记，或基于无监督的细胞检测器对细胞图像进行细胞检测以获取初始细胞标记。

S2：对细胞图像进行数据增强，得到增强后的细胞图像训练集，并将初始细胞标记作为细胞图像训练集的初始训练标签；

本步骤中，数据增强的目的是为了增加模型的鲁棒性。细胞图像的数据增强方式为：分别对每张细胞图像依次进行亮度、对比度、缩放、旋转、裁切以

及镜像填充操作，获取每张细胞图像对应的 n 张增强图像，并分别对每张细胞图像的初始细胞标记依次进行缩放、旋转、裁切以及镜像填充操作，生成每张增强图像的细胞标记。对于每一步数据增强操作的参数选取遵循不退化原则，即：使用增强后的细胞图像进行第一轮模型训练后得到的细胞预测结果与该细胞图像对应的初始细胞标记相比，预测的细胞标记数量没有减少。同样的，除亮度、对比度之外，每张细胞图像的初始标签也是进行同样的操作。

S3: 将细胞图像训练集输入深度学习模型进行第一轮模型训练，通过深度学习模型输出细胞图像训练集的第一轮细胞预测结果；

本步骤中，深度学习模型为 U-Net 模型，在模型训练过程中采用二进制交叉熵作为损失函数。

S4: 分别将每张细胞图像对应的 n 张增强图像的细胞预测结果进行加权求和，并将每张细胞图像的加权求和结果与该细胞图像的初始细胞标记相加，作为每张细胞图像的新的细胞标记；

本步骤中，本申请实施例通过加权求和以提升细胞标记的可信度。在加权求和时，每张增强图像对应位置像素值的权重为 $1/n$ 。由于模型训练的不确定性，参数更新的方向很可能与预期方向有所偏差，将加权求和结果与模型训练时的细胞标记相加的目的是为了在本轮细胞预测结果比细胞标记差时，防止引起后续模型训练性能的逐渐倒退。同时，由于部分细胞特征较为复杂，在一轮有限的参数更新过程中模型难以充分学习细胞特征，因此在细胞预测结果中该类复杂细胞的预测效果不佳，通过更新细胞标记可以使得在下一轮模型训练中对复杂细胞进行充分学习，防止模型的性能退化。

S5: 根据新的细胞标记在相邻帧中的重叠面积对细胞图像进行细胞追踪，得到细胞追踪结果；

本步骤中,以计算相邻帧中细胞标记的重叠面积(overlap) 进行细胞追踪。具体如图 2 所示,为本申请实施例的重叠面积计算示意图。首先分别计算某一细胞标记在第 t 帧以及第 $t+1$ 帧(即下一帧)中的面积 A_t 、 A_{t+1} ,然后计算该细胞标记在第 t 帧与第 $t+1$ 帧中的重叠面积,即 $A_t \cap A_{t+1}$,并判断该重叠面积与细胞标记在第 t 帧中的面积的比值是否大于设定阈值 A ,即判断 $\frac{A_t \cap A_{t+1}}{A_t} > A$ 是否成立,如果大于设定阈值,则判定第 t 帧与第 $t+1$ 帧中的细胞标记为同一细胞,以此类推,得到细胞追踪结果。优选地,本申请实施例设定该阈值为 0.1。

S6: 对细胞追踪结果进行错误追踪对象检测,并将检测出的错误追踪对象的细胞标记消除后,生成用于下一轮模型训练的训练标签;

本步骤中,由于干细胞的活动产生的气泡和杂质易被模型误识别为细胞,即错误追踪对象。不同于细胞追踪的高度连续性,此类错误追踪对象的追踪结果持续帧数较短,具体如图 3 所示,为细胞追踪结果示意图,其中(a)为理想情况下的细胞追踪结果,有高度的连续性,(b)、(c)、(d)为实际的细胞追踪结果,细胞追踪连续的帧数较短,持续性不强。因此本申请实施例通过分析细胞追踪结果去除此类错误追踪对象。具体为:判断细胞追踪结果中的追踪对象的连续帧数是否大于设定帧数 α ,如果大于 α ,则判定该追踪对象为细胞;反之,如果小于 α ,则对该追踪对象重新进行追踪,并判断在接下来的连续 β 帧中是否均存在与该追踪对象相关联的对象,如果存在,则判定该追踪对象为细胞;如果不存在,则判断该追踪对象为错误追踪对象,将所述错误追踪对象的细胞标记从细胞图像中清除。优选地,本申请实施例设定 $\alpha=3$, $\beta=5$,具体可根据实际操作进行设定。

S7: 将更新训练标签后的训练集细胞图像输入深度学习模型进行下一轮训

练，通过深度学习模型输出新的细胞预测结果；

S8：迭代执行 S4-S7，直到达到设定的模型训练次数，得到训练好的细胞预测模型；

本申请实施例中，设定模型训练次数为 5 次，即 5 轮训练后即可得到性能表现较好的细胞预测模型，根据每一轮训练结果更新训练集细胞图像的训练标签，无需无人工参与，大大降低了训练的成本，提高了训练效率。

S9：根据训练好的细胞预测模型对待检测细胞图像进行细胞检测与追踪。

基于上述，本申请实施例的自动化干细胞检测方法通过将每张细胞图像对应的 n 张增强图像的细胞预测结果进行加权求和，提升标记的可信度；通过将每张细胞图像的加权求和结果与该细胞图像的初始细胞标记相加，防止模型的性能退化；根据相加后的结果进行细胞追踪，根据追踪结果更新训练标签并重新进行迭代训练，得到最终的细胞检测模型。本申请实施例无需人工标签，训练过程简单，减少了人工成本的同时获得较好的性能，并大大降低了训练的成本，提高了训练效率。

请参阅图 4，为本申请实施例的自动化干细胞检测系统结构示意图。本申请实施例的自动化干细胞检测系统 40 包括：

数据获取模块 41：用于获取细胞图像，生成细胞图像训练集，并将细胞图像的初始细胞标记作为细胞图像训练集的初始训练标签；

模型训练模块 42：用于将细胞图像训练集输入深度学习模型进行第一轮模型训练，通过深度学习模型输出细胞图像训练集的第一轮细胞预测结果；

细胞追踪模块 43：用于根据细胞预测结果对细胞图像的初始细胞标记进行更新，并根据更新的细胞标记对细胞图像进行细胞追踪，得到细胞追踪结果；

数据更新模块 44：用于根据细胞追踪结果对细胞图像训练集的初始训练标

签进行更新，并将更新后的细胞图像训练集输入深度学习模型进行迭代训练，得到训练好的细胞检测模型，根据训练好的细胞预测模型对待检测细胞图像进行细胞检测与追踪。

请参阅图 5，为本申请实施例的终端结构示意图。该终端 50 包括处理器 51、与处理器 51 耦接的存储器 52。

存储器 52 存储有用于实现上述自动化干细胞检测方法的程序指令。

处理器 51 用于执行存储器 52 存储的程序指令以控制自动化干细胞检测。

其中，处理器 51 还可以称为 CPU (Central Processing Unit, 中央处理单元)。处理器 51 可能是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。处理器 51 还可以是通用处理器、数字信号处理器 (DSP)、专用集成电路 (ASIC)、现成可编程门阵列 (FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

请参阅图 6，为本申请实施例的存储介质的结构示意图。本申请实施例的存储介质存储有能够实现上述所有方法的程序文件 61，其中，该程序文件 61 可以以软件产品的形式存储在上述存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备 (可以是个人计算机, 服务器, 或者网络设备等) 或处理器 (processor) 执行本发明各个实施方式方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器 (ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器 (RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质，或者是计算机、服务器、手机、平板等终端设备。

对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，

本发明中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本发明所示的这些实施例，而是要符合与本发明所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权 利 要 求

1、一种自动化干细胞检测方法，其特征在于，包括：

获取细胞图像，生成细胞图像训练集，并将所述细胞图像的初始细胞标记作为所述细胞图像训练集的初始训练标签；

将所述细胞图像训练集输入深度学习模型进行第一轮模型训练，通过所述深度学习模型输出细胞图像训练集的第一轮细胞预测结果；

根据所述细胞预测结果对所述细胞图像的初始细胞标记进行更新，并根据所述更新的细胞标记对细胞图像进行细胞追踪，得到细胞追踪结果；

根据所述细胞追踪结果对所述细胞图像训练集的初始训练标签进行更新，并将更新后的细胞图像训练集输入深度学习模型进行迭代训练，得到训练好的细胞检测模型；

根据所述训练好的细胞预测模型对待检测细胞图像进行细胞检测与追踪。

2、根据权利要求1所述的自动化干细胞检测方法，其特征在于，所述获取细胞图像还包括：

分别对每张细胞图像依次进行亮度、对比度、缩放、旋转、裁切以及镜像填充操作，获取每张细胞图像的n张增强图像；

分别对每张细胞图像的初始细胞标记依次进行缩放、旋转、裁切以及镜像填充操作，生成每张增强图像的细胞标记。

3、根据权利要求1或2所述的自动化干细胞检测方法，其特征在于，所述将所述细胞图像的初始细胞标记作为所述细胞图像训练集的初始训练标签还包括：

对所述细胞图像对应的荧光图像进行处理，获取所述细胞图像的初始细胞

标记;

或基于细胞检测器对所述细胞图像进行细胞检测, 获取所述细胞图像的初始细胞标记。

4、根据权利要求1所述的自动化干细胞检测方法, 其特征在于, 所述深度学习模型为 U-Net 模型, 所述 U-Net 模型采用二进制交叉熵作为损失函数。

5、根据权利要求2所述的自动化干细胞检测方法, 其特征在于, 所述根据所述细胞预测结果对所述细胞图像的初始细胞标记进行更新具体为:

将每张细胞图像的n张增强图像的细胞预测结果进行加权求和;

将每张细胞图像的加权求和结果与该细胞图像的初始细胞标记相加, 作为每张细胞图像的新的细胞标记。

6、根据权利要求5所述的自动化干细胞检测方法, 其特征在于, 所述根据所述更新的细胞标记对细胞图像进行细胞追踪具体为:

分别计算某一细胞标记在第t帧以及第t+1帧中的面积;

计算该细胞标记在第t帧与第t+1帧中的重叠面积;

判断所述重叠面积与所述细胞标记在第t帧中的面积之间的比值是否大于设定阈值, 如果大于设定阈值, 则判定所述第t帧与第t+1帧中的细胞标记为同一细胞, 得到细胞追踪结果。

7、根据权利要求6所述的自动化干细胞检测方法, 其特征在于, 所述根据所述细胞追踪结果对所述细胞图像训练集的初始训练标签进行更新还包括:

对所述细胞追踪结果进行错误追踪对象检测, 并将检测出的错误追踪对象的细胞标记消除后, 生成用于下一轮模型训练的训练标签;

所述对所述细胞追踪结果进行错误追踪对象检测具体为: 判断所述细胞追踪结果中的追踪对象的连续帧数是否大于设定帧数 α , 如果大于 α , 则判定该追

踪对象为细胞；反之，则对该追踪对象重新进行追踪，并判断在接下来的连续 β 帧中是否均存在与该追踪对象相关联的对象，如果存在，则判定该追踪对象为细胞；如果不存在，则判断该追踪对象为错误追踪对象，将所述错误追踪对象的细胞标记从细胞图像中清除。

8、一种自动化干细胞检测系统，其特征在于，包括：

数据获取模块：用于获取细胞图像，生成细胞图像训练集，并将所述细胞图像的初始细胞标记作为所述细胞图像训练集的初始训练标签；

模型训练模块：用于将所述细胞图像训练集输入深度学习模型进行第一轮模型训练，通过所述深度学习模型输出细胞图像训练集的第一轮细胞预测结果；

细胞追踪模块：用于根据所述细胞预测结果对所述细胞图像的初始细胞标记进行更新，并根据所述更新的细胞标记对细胞图像进行细胞追踪，得到细胞追踪结果；

数据更新模块：用于根据所述细胞追踪结果对所述细胞图像训练集的初始训练标签进行更新，并将更新后的细胞图像训练集输入深度学习模型进行迭代训练，得到训练好的细胞检测模型，根据所述训练好的细胞预测模型对待检测细胞图像进行细胞检测与追踪。

9、一种终端，其特征在于，所述终端包括处理器、与所述处理器耦接的存储器，其中，

所述存储器存储有用于实现权利要求1-7任一项所述的自动化干细胞检测方法的程序指令；

所述处理器用于执行所述存储器存储的所述程序指令以控制自动化干细胞检测。

10、一种存储介质，其特征在于，存储有处理器可运行的程序指令，所述程序指令用于执行权利要求1至7任一项所述自动化干细胞检测方法。



图 1

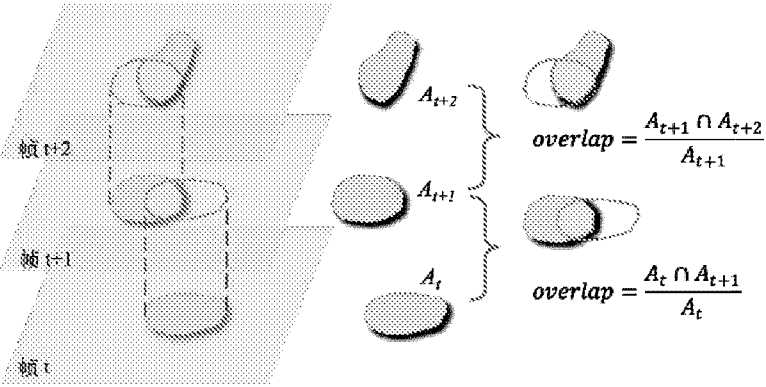


图 2

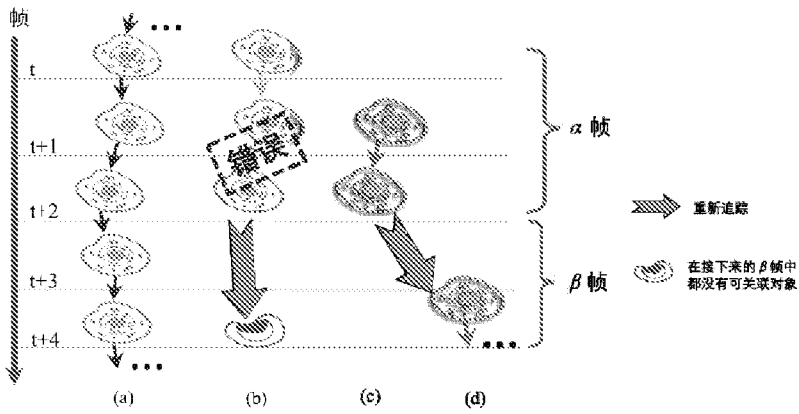


图 3

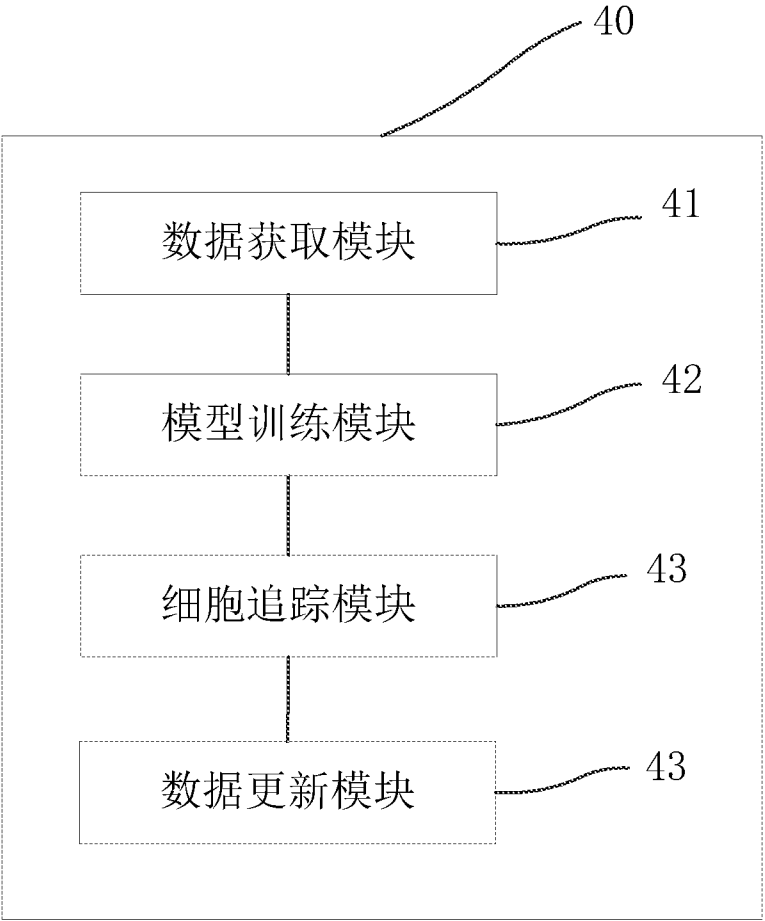


图 4

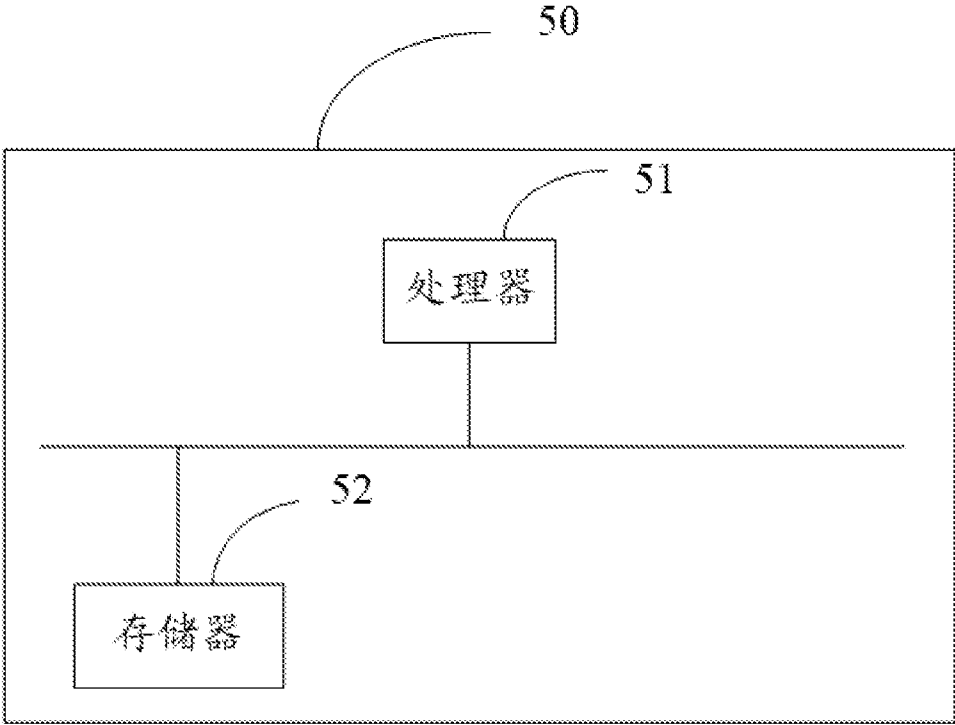


图 5

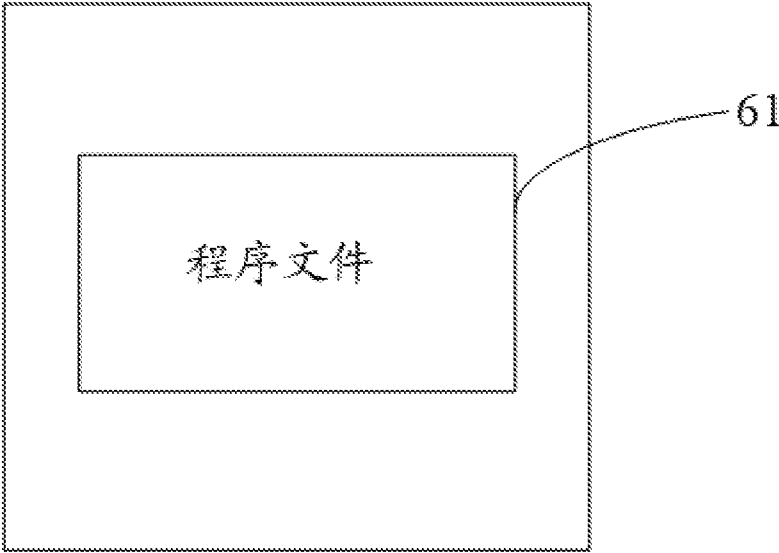


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/113808

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/00(2017.01)i; G06T 7/62(2017.01)i; G06N 20/00(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T; G06N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI, IEEE: 细胞, 检测, 追踪, 训练, 标签, 标记, 增强, 扩充, 更新, 深度, 学习, 重叠, 面积, 错误, 消除, 清除, cell, detect+, track+, training, label, enhancement, expansion, updat+, deep, learning, overlap, area, error, elimination, clear

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 108256408 A (SICHUAN UNIVERSITY) 06 July 2018 (2018-07-06) description, paragraphs 0009-0016, and claims 1-2	1-10
Y	CN 106127809 A (ZHEJIANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 16 November 2016 (2016-11-16) description, paragraph 0010	6
A	CN 113192107 A (SHANGHAI QIANGMEI ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY CO., LTD.) 30 July 2021 (2021-07-30) entire document	1-10
A	CN 107944360 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 20 April 2018 (2018-04-20) entire document	1-10
A	US 2021019499 A1 (SHIMADZU CORP.) 21 January 2021 (2021-01-21) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 April 2022

Date of mailing of the international search report

13 May 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/113808

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	鞠孟汐等 (JU, Mengxi et al.). "基于深度主动学习的白带白细胞智能检测方法研究 (Detection of white blood cells in microscopic leucorrhea images based on deep active learning)" 生物医学工程学杂志 (<i>Journal of Biomedical Engineering</i>), Vol. 37, No. 03, 12 June 2020 (2020-06-12), ISSN: 1001-5515, pp. 519-526	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/113808

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108256408	A	06 July 2018	None			
CN	106127809	A	16 November 2016	None			
CN	113192107	A	30 July 2021	None			
CN	107944360	A	20 April 2018	None			
US	2021019499	A1	21 January 2021	JP	WO2019180848	A1	08 April 2021
				WO	2019180848	A1	26 September 2019
				CN	111919117	A	10 November 2020

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/113808

A. 主题的分类 G06T 7/00(2017.01)i; G06T 7/62(2017.01)i; G06N 20/00(2019.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G06T; G06N 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI, IEEE: 细胞, 检测, 追踪, 训练, 标签, 标记, 增强, 扩充, 更新, 深度, 学习, 重叠, 面积, 错误, 消除, 清除, cell, detect+, track+, training, label, enhancement, expansion, updat+, deep, learning, overlap, area, error, elimination, clear																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 108256408 A (四川大学) 2018年7月6日 (2018 - 07 - 06) 说明书第0009-0016段, 权利要求1-2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106127809 A (浙江工业大学) 2016年11月16日 (2016 - 11 - 16) 说明书第0010段</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 113192107 A (上海镭玖人工智能科技有限公司) 2021年7月30日 (2021 - 07 - 30) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107944360 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2018年4月20日 (2018 - 04 - 20) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2021019499 A1 (SHIMADZU CORPORATION) 2021年1月21日 (2021 - 01 - 21) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>鞠孟汐等. “基于深度主动学习的白带白细胞智能检测方法研究” 生物医学工程学杂志, 第37卷, 第03期, 2020年6月12日 (2020 - 06 - 12), ISSN: 1001-5515, 第519-526页</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 108256408 A (四川大学) 2018年7月6日 (2018 - 07 - 06) 说明书第0009-0016段, 权利要求1-2	1-10	Y	CN 106127809 A (浙江工业大学) 2016年11月16日 (2016 - 11 - 16) 说明书第0010段	6	A	CN 113192107 A (上海镭玖人工智能科技有限公司) 2021年7月30日 (2021 - 07 - 30) 全文	1-10	A	CN 107944360 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2018年4月20日 (2018 - 04 - 20) 全文	1-10	A	US 2021019499 A1 (SHIMADZU CORPORATION) 2021年1月21日 (2021 - 01 - 21) 全文	1-10	Y	鞠孟汐等. “基于深度主动学习的白带白细胞智能检测方法研究” 生物医学工程学杂志, 第37卷, 第03期, 2020年6月12日 (2020 - 06 - 12), ISSN: 1001-5515, 第519-526页	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
Y	CN 108256408 A (四川大学) 2018年7月6日 (2018 - 07 - 06) 说明书第0009-0016段, 权利要求1-2	1-10																					
Y	CN 106127809 A (浙江工业大学) 2016年11月16日 (2016 - 11 - 16) 说明书第0010段	6																					
A	CN 113192107 A (上海镭玖人工智能科技有限公司) 2021年7月30日 (2021 - 07 - 30) 全文	1-10																					
A	CN 107944360 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2018年4月20日 (2018 - 04 - 20) 全文	1-10																					
A	US 2021019499 A1 (SHIMADZU CORPORATION) 2021年1月21日 (2021 - 01 - 21) 全文	1-10																					
Y	鞠孟汐等. “基于深度主动学习的白带白细胞智能检测方法研究” 生物医学工程学杂志, 第37卷, 第03期, 2020年6月12日 (2020 - 06 - 12), ISSN: 1001-5515, 第519-526页	1-10																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																							
国际检索实际完成的日期 2022年4月18日		国际检索报告邮寄日期 2022年5月13日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 李玉坤 电话号码 86-(10)-53961358																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/113808

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	108256408	A	2018年7月6日	无	
CN	106127809	A	2016年11月16日	无	
CN	113192107	A	2021年7月30日	无	
CN	107944360	A	2018年4月20日	无	
US	2021019499	A1	2021年1月21日	JP W02019180848 A1	2021年4月8日
				WO 2019180848 A1	2019年9月26日
				CN 111919117 A	2020年11月10日