



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111275191 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 28

(21) 申请号 202010120692.9

CN 108596046 A, 2018.09.28

(22) 申请日 2020.02.26

CN 110633731 A, 2019.12.31

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 103907023 A, 2014.07.02

申请公布号 CN 111275191 A

CN 109685152 A, 2019.04.26

CN 109886179 A, 2019.06.14

(43) 申请公布日 2020.06.12

US 2017372117 A1, 2017.12.28

(73) 专利权人 上海商汤智能科技有限公司

蔡武斌. 癌细胞病理图像的检测技术研究.

地址 200233 上海市徐汇区桂平路391号3

《中国优秀硕士学位论文全文数据库 医药卫生科技辑》. 2018, 第E072-9页.

号楼1605A室

Yao Xue et.al. Cell Detection in

(72) 发明人 张晨滨 陈文

Microscopy Images with Deep Convolutional

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

Neural Network and Compressed Sensing.

务所(普通合伙) 11277

《arXiv:1708.03307v3》. 2018, 第1-29页.

专利代理师 刘新宇

鲁浩达; 徐军; 刘利卉; 周超; 周晓军; 张泽

(51) Int. Cl.

林. 基于深度卷积神经网络的肾透明细胞癌细胞

G06N 3/08 (2023.01)

核分割. 生物医学工程研究. 2017, (04), 第64-69

G06V 20/69 (2022.01)

页.

G06V 10/82 (2022.01)

审查员 李晗

(56) 对比文件

CN 110705583 A, 2020.01.17

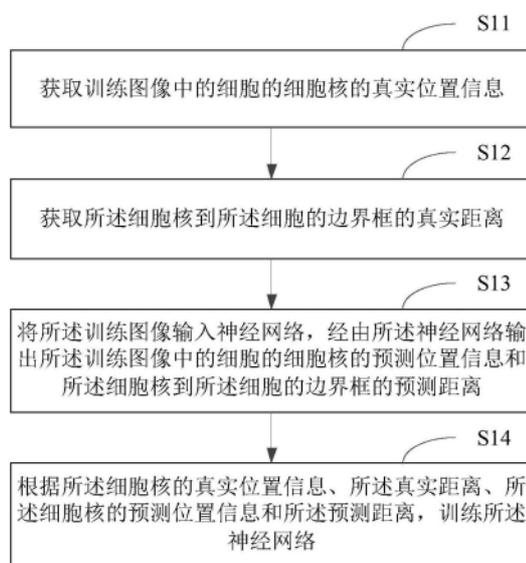
权利要求书2页 说明书13页 附图4页

(54) 发明名称

检测细胞的方法及装置、电子设备和存储介质

(57) 摘要

本公开涉及一种检测细胞的方法及装置、电子设备和存储介质。所述方法包括：获取训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息；获取所述细胞核到所述细胞的边界框的真实距离；将所述训练图像输入神经网络，经由所述神经网络输出所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息和所述细胞核到所述细胞的边界框的预测距离；根据所述细胞核的真实位置信息、所述真实距离、所述细胞核的预测位置信息和所述预测距离，训练所述神经网络。



1. 一种神经网络的训练方法,其特征在于,包括:
 - 获取训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息;
 - 根据所述细胞核的真实位置信息和所述细胞的边界框的位置信息,获取所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的真实距离;
 - 将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络输出所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息和所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的预测距离;
 - 根据所述细胞核的真实位置信息、所述真实距离、所述细胞核的预测位置信息和所述预测距离,训练所述神经网络。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述细胞为异常细胞。
3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述细胞核的真实位置信息包括所述细胞核的质心的真实坐标,所述细胞核的预测位置信息包括所述细胞核的质心的预测坐标。
4. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络输出所述训练图像中的细胞核的预测位置信息和所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的预测距离,包括:
 - 将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络得到所述训练图像对应的热力图;
 - 根据所述热力图中的峰值点,确定所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息;
 - 根据所述峰值点周围的图像特征,确定所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的预测距离。
5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,在所述获取训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息之前,还包括:
 - 从训练图像中分割出异常细胞。
6. 一种检测细胞的方法,其特征在于,包括:
 - 获取待检测图像;
 - 将所述待检测图像输入权利要求1至5中任意一项所述的方法训练得到的神经网络中,经由所述神经网络输出所述待检测图像中的细胞的检测结果。
7. 一种神经网络的训练装置,其特征在于,包括:
 - 第一获取模块,用于获取训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息;
 - 第二获取模块,用于根据所述细胞核的真实位置信息和所述细胞的边界框的位置信息,获取所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的真实距离;
 - 预测模块,用于将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络输出所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息和所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的预测距离;
 - 训练模块,用于根据所述细胞核的真实位置信息、所述真实距离、所述细胞核的预测位置信息和所述预测距离,训练所述神经网络。
8. 一种检测细胞的装置,其特征在于,包括:
 - 第三获取模块,用于获取待检测图像;
 - 检测模块,用于将所述待检测图像输入权利要求7所述的装置训练得到的神经网络中,经由所述神经网络输出所述待检测图像中的细胞的检测结果。

9. 一种电子设备,其特征在于,包括:

一个或多个处理器;

用于存储可执行指令的存储器;

其中,所述一个或多个处理器被配置为调用所述存储器存储的可执行指令,以执行权利要求1至6中任意一项所述的方法。

10. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序指令,其特征在于,所述计算机程序指令被处理器执行时实现权利要求1至6中任意一项所述的方法。

检测细胞的方法及装置、电子设备和存储介质

技术领域

[0001] 本公开涉及图像技术领域,尤其涉及一种神经网络的训练方法及装置、检测细胞的方法及装置、电子设备和存储介质。

背景技术

[0002] 医生定位病理图像中的异常细胞,通常需要大量的临床经验,且通常需要在超高分辨率的病理图像上对全部异常细胞进行定位,费时费力。如何提供一种能够准确检测病理图像中的细胞的方案,是亟待解决的技术问题。

发明内容

[0003] 本公开提供了一种检测细胞的技术方案。

[0004] 根据本公开的一方面,提供了一种神经网络的训练方法,包括:

[0005] 获取训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息;

[0006] 获取所述细胞核到所述细胞的边界框的真实距离;

[0007] 将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络输出所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息和所述细胞核到所述细胞的边界框的预测距离;

[0008] 根据所述细胞核的真实位置信息、所述真实距离、所述细胞核的预测位置信息和所述预测距离,训练所述神经网络。

[0009] 本公开实施例中,利用细胞的细胞核的位置信息训练神经网络以进行细胞的检测,由此在进行细胞检测时,能够更加关注细胞的细胞核的信息和细胞整体的信息,从而能够提高细胞检测的准确性。

[0010] 在一种可能的实现方式中,所述细胞为异常细胞。

[0011] 根据该实现方式,可以仅对训练图像中的异常细胞进行处理,利用异常细胞的细胞核的位置信息训练神经网络以进行异常细胞的检测,由此在进行异常细胞检测时,能够更加关注异常细胞的细胞核的信息和细胞整体的信息,从而能够提高异常细胞检测的准确性。

[0012] 在一种可能的实现方式中,所述细胞核的真实位置信息包括所述细胞核的质心的真实坐标,所述细胞核的预测位置信息包括所述细胞核的质心的预测坐标。

[0013] 在该实现方式中,通过将训练图像中的细胞的细胞核的质心的真实坐标作为监督信息训练神经网络,由此训练得到的神经网络在分析病理图像时,能够更加关注细胞的细胞核的质心周围的图像信息,从而能够更加关注细胞的细胞核的信息,进而能够提高细胞检测的准确性;通过神经网络输出所述细胞核的质心的预测坐标,由此输出的细胞核的预测位置信息更能反映细胞核的真实位置。

[0014] 在一种可能的实现方式中,所述获取所述细胞核到所述细胞的边界框的真实距离,包括:

[0015] 根据所述细胞核的真实位置信息和所述细胞的边界框的位置信息,获取所述细胞

核到所述细胞的边界框的至少一边的真实距离。

[0016] 根据该实现方式,能够准确地确定细胞核到细胞的边界框的距离的真值。

[0017] 在一种可能的实现方式中,所述真实距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的至少一边的真实距离,所述预测距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的至少一边的预测距离。

[0018] 在该实现方式中,通过采用所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的至少一边的真实距离作为监督信息训练神经网络,训练得到的神经网络在分析病理图像时,能够更加准确地确定细胞核和细胞的位置;通过神经网络输出所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的至少一边的预测距离,由此更能反映细胞核和细胞的真实位置。

[0019] 在一种可能的实现方式中,所述真实距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的真实距离,所述预测距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的预测距离。

[0020] 在该实现方式中,由于细胞核不一定位于细胞中心,因此,通过利用细胞核的质心到边界框的四个边的真实距离来训练神经网络,由此训练得到的神经网络能够更准确的检测细胞的位置;通过使神经网络输出的预测距离包括细胞的细胞核的质心到边界框的四个边的预测距离,使神经网络的输出结果能够更准确地反映细胞的真实位置。

[0021] 在一种可能的实现方式中,所述将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络输出所述训练图像中的细胞核的预测位置信息和所述细胞核到所述细胞的边界框的预测距离,包括:

[0022] 将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络得到所述训练图像对应的热力图;

[0023] 根据所述热力图中的峰值点,确定所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息;

[0024] 根据所述峰值点周围的图像特征,确定所述细胞核到所述细胞的边界框的预测距离。

[0025] 根据该实现方式,能够减少细胞检测的耗时。

[0026] 在一种可能的实现方式中,在所述获取训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息之前,还包括:

[0027] 从训练图像中分割出异常细胞。

[0028] 根据该实现方式,后续只需对训练图像中的异常细胞进行细胞核位置的确定以及标注,能够提升效率。

[0029] 根据本公开的一方面,提供了一种检测细胞的方法,包括:

[0030] 获取待检测图像;

[0031] 将所述待检测图像输入所述神经网络的训练方法训练得到的神经网络中,经由所述神经网络输出所述待检测图像中的细胞的检测结果。

[0032] 采用本公开实施例提供的检测细胞的方法,能够在病理图像上辅助进行异常细胞的定位,与人工定位异常细胞相比,能够节省大量时间,且具有较高的定位精度。

[0033] 根据本公开的一方面,提供了一种神经网络的训练装置,包括:

[0034] 第一获取模块,用于获取训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息;

- [0035] 第二获取模块,用于获取所述细胞核到所述细胞的边界框的真实距离;
- [0036] 预测模块,用于将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络输出所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息和所述细胞核到所述细胞的边界框的预测距离;
- [0037] 训练模块,用于根据所述细胞核的真实位置信息、所述真实距离、所述细胞核的预测位置信息和所述预测距离,训练所述神经网络。
- [0038] 在一种可能的实现方式中,所述细胞为异常细胞。
- [0039] 在一种可能的实现方式中,所述细胞核的真实位置信息包括所述细胞核的质心的真实坐标,所述细胞核的预测位置信息包括所述细胞核的质心的预测坐标。
- [0040] 在一种可能的实现方式中,所述第二获取模块用于:
- [0041] 根据所述细胞核的真实位置信息和所述细胞的边界框的位置信息,获取所述细胞核到所述细胞的边界框的至少一边的真实距离。
- [0042] 在一种可能的实现方式中,所述真实距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的至少一边的真实距离,所述预测距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的至少一边的预测距离。
- [0043] 在一种可能的实现方式中,所述真实距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的真实距离,所述预测距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的预测距离。
- [0044] 在一种可能的实现方式中,所述预测模块用于:
- [0045] 将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络得到所述训练图像对应的热力图;
- [0046] 根据所述热力图中的峰值点,确定所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息;
- [0047] 根据所述峰值点周围的图像特征,确定所述细胞核到所述细胞的边界框的预测距离。
- [0048] 在一种可能的实现方式中,还包括:
- [0049] 分割模块,用于从训练图像中分割出异常细胞。
- [0050] 根据本公开的一方面,提供了一种检测细胞的装置,包括:
- [0051] 第三获取模块,用于获取待检测图像;
- [0052] 检测模块,用于将所述待检测图像输入所述神经网络的训练装置训练得到的神经网络中,经由所述神经网络输出所述待检测图像中的细胞的检测结果。
- [0053] 根据本公开的一方面,提供了一种电子设备,包括:一个或多个处理器;用于存储可执行指令的存储器;其中,所述一个或多个处理器被配置为调用所述存储器存储的可执行指令,以执行上述方法。
- [0054] 根据本公开的一方面,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序指令,所述计算机程序指令被处理器执行时实现上述方法。
- [0055] 在本公开实施例中,利用细胞的细胞核的位置信息训练神经网络以进行细胞的检测,由此在进行细胞检测时,能够更加关注细胞的细胞核的信息和细胞整体的信息,从而能够提高细胞检测的准确性。
- [0056] 应当理解的是,以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的,而非

限制本公开。

[0057] 根据下面参考附图对示例性实施例的详细说明,本公开的其它特征及方面将变得清楚。

附图说明

[0058] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,这些附图示出了符合本公开的实施例,并与说明书一起用于说明本公开的技术方案。

[0059] 图1示出本公开实施例提供的神经网络的训练方法的流程图。

[0060] 图2示出本公开实施例中训练图像和训练图像对应的掩膜的示意图。

[0061] 图3示出本公开实施例中神经网络的训练过程的示意图。

[0062] 图4示出本公开实施例提供的检测细胞的方法的流程图。

[0063] 图5示出本公开实施例中的异常细胞的检测过程的示意图。

[0064] 图6示出本公开实施例提供的神经网络的训练装置的框图。

[0065] 图7示出本公开实施例提供的检测细胞的装置的框图。

[0066] 图8示出本公开实施例提供的一种电子设备800的框图。

[0067] 图9示出本公开实施例提供的一种电子设备1900的框图。

具体实施方式

[0068] 以下将参考附图详细说明本公开的各种示例性实施例、特征和方面。附图中相同的附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面,但是除非特别指出,不必按比例绘制附图。

[0069] 在这里专用的词“示例性”意为“用作例子、实施例或说明性”。这里作为“示例性”所说明的任何实施例不必解释为优于或好于其它实施例。

[0070] 本文中术语“和/或”,仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。另外,本文中术语“至少一种”表示多种中的任意一种或多种中的至少两种的任意组合,例如,包括A、B、C中的至少一种,可以表示包括从A、B和C构成的集合中选择的任意一个或多个元素。

[0071] 另外,为了更好地说明本公开,在下文的具体实施方式中给出了众多的具体细节。本领域技术人员应当理解,没有某些具体细节,本公开同样可以实施。在一些实例中,对于本领域技术人员熟知的方法、手段、元件和电路未作详细描述,以便于凸显本公开的主旨。

[0072] 本公开实施例中,利用细胞的细胞核的位置信息训练神经网络以进行细胞的检测,由此在进行细胞检测时,能够更加关注细胞的细胞核的信息和细胞整体的信息,从而能够提高细胞检测的准确性。

[0073] 图1示出本公开实施例提供的神经网络的训练方法的流程图。所述神经网络的训练方法的执行主体可以是神经网络的训练装置。例如,所述神经网络的训练方法可以由终端设备或服务器或其它处理设备执行。其中,终端设备可以是用户设备(User Equipment, UE)、移动设备、用户终端、终端、蜂窝电话、无绳电话、个人数字助理(Personal Digital Assistant, PDA)、手持设备、计算设备、车载设备或者可穿戴设备等。在一些可能的实现方式中,所述神经网络的训练方法可以通过处理器调用存储器中存储的计算机可读指令的方

式来实现。如图1所示,所述神经网络的训练方法包括步骤S11至步骤S14。

[0074] 在步骤S11中,获取训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息。

[0075] 本公开实施例中的训练图像可以是病理图像。在本公开实施例中,用于训练神经网络的训练图像的数量可以为多个。

[0076] 在一种可能的实现方式中,所述细胞为异常细胞。根据该实现方式,可以仅对训练图像中的异常细胞进行处理,利用异常细胞的细胞核的位置信息训练神经网络以进行异常细胞的检测,由此在进行异常细胞检测时,能够更加关注异常细胞的细胞核的信息和细胞整体的信息,从而能够提高异常细胞检测的准确性。

[0077] 在一种可能的实现方式中,在所述获取训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息之前,还包括:从训练图像中分割出异常细胞。在该实现方式中,可以通过自动或者人工的方式,从训练图像中分割出异常细胞,确定所述训练图像中的异常细胞的边界框的位置信息,由此后续只需对训练图像中的异常细胞进行细胞核位置的确定以及标注,提升效率。在从训练图像中分割出异常细胞之后,可以通过分割模型分割训练图像中的异常细胞的细胞核,得到训练图像中的异常细胞的细胞核的真实位置信息。其中,所述分割模型可以是深度分割模型。例如,所述深度分割模型可以采用U-Net等网络结构来实现。

[0078] 在一种可能的实现方式中,所述训练图像中的异常细胞的细胞核的位置信息可以通过所述训练图像对应的掩膜来表示。图2示出本公开实施例中训练图像和训练图像对应的掩膜的示意图。如图2所示,在所述训练图像对应的掩膜中,异常细胞的细胞核所在像素的像素值可以为1,其他像素的像素值可以为0。

[0079] 在本公开实施例中,训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息,表示训练图像中的细胞的细胞核的位置信息的真值(Ground Truth)。例如,若所述细胞为异常细胞,则训练图像中的异常细胞的细胞核的真实位置信息,表示训练图像中的异常细胞的细胞核的位置信息的真值。训练图像中异常细胞的数量可以为一个或两个以上,相应地,训练图像中异常细胞的细胞核的真实位置信息也可以为一个或两个以上。

[0080] 在一种可能的实现方式中,所述细胞核的真实位置信息包括所述细胞核的质心的真实坐标。例如,可以根据训练图像中细胞的细胞核所占的像素的坐标,确定所述细胞核的质心的坐标。在该实现方式中,通过将训练图像中的细胞的细胞核的质心的真实坐标作为监督信息训练神经网络,由此训练得到的神经网络在分析病理图像时,能够更加关注细胞的细胞核的质心周围的图像信息,从而能够更加关注细胞的细胞核的信息,进而能够提高细胞检测的准确性。例如,若所述细胞为异常细胞,则通过将训练图像中异常细胞的细胞核的质心的真实坐标作为监督信息训练神经网络,由此训练得到的神经网络在分析病理图像时,能够更加关注异常细胞的细胞核的质心周围的图像信息,从而能够更加关注异常细胞的细胞核的信息,进而能够提高异常细胞检测的准确性。

[0081] 在其他可能的实现方式中,还可以通过训练图像中细胞的细胞核的重心,或者训练图像中细胞的细胞核所占的任一像素来表示训练图像中细胞的细胞核的真实位置信息,本公开实施例对此不作限定。

[0082] 在步骤S12中,获取所述细胞核到所述细胞的边界框的真实距离。

[0083] 在本公开实施例中,所述细胞核到所述细胞的边界框的真实距离,表示所述细胞核到所述细胞的边界框的距离的真值。若所述细胞为异常细胞,则训练图像中的异常细胞

的细胞核到异常细胞的边界框的真实距离,表示训练图像中的异常细胞的细胞核到异常细胞的边界框的距离的真值。训练图像中异常细胞的数量可以为一个或两个以上,相应地,训练图像中的异常细胞的细胞核到异常细胞的边界框的真实距离也可以包括一组或两组以上。

[0084] 在一种可能的实现方式中,所述获取所述细胞核到所述细胞的边界框的真实距离,包括:根据所述细胞核的真实位置信息和所述细胞的边界框的位置信息,获取所述细胞核到所述细胞的边界框的至少一边的真实距离。根据该实现方式,能够准确地确定细胞核到细胞的边界框的距离的真值。

[0085] 作为该实现方式的一个示例,所述细胞的边界框的位置信息可以包括所述细胞的边界框的左上角坐标以及所述边界框的宽和高。在其他示例中,所述细胞的边界框的位置信息还可以通过其他方式来表示,只要能够根据所述细胞的边界框的位置信息唯一确定所述细胞的边界框即可。例如,所述细胞的边界框的位置信息还可以包括所述细胞的边界框的左上角坐标、右上角坐标、左下角坐标和右下角坐标。

[0086] 作为该实现方式的一个示例,所述真实距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的至少一边的真实距离。

[0087] 在一个例子中,所述真实距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的真实距离。在这个例子中,可以采用所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的真实距离,而不仅仅是边界框的真实宽高值。由于细胞核不一定位于细胞中心,因此,通过利用细胞核的质心到边界框的四个边的真实距离来训练神经网络,由此训练得到的神经网络能够更准确的检测细胞的位置。

[0088] 在其他例子中,为了减少计算量,可以将细胞核的质心作为所述细胞的边界框的几何中心,所述真实距离可以包括所述边界框的宽的真值和高的真值,或者,所述真实距离可以包括所述细胞核的质心到所述边界框的上边界或下边界的真实距离,以及所述细胞核的质心到所述边界框的左边界或右边界的真实距离。

[0089] 本公开实施例在进行神经网络的训练时,使用细胞的细胞核的位置信息构建细胞的标注信息,神经网络的监督信息包括训练图像中细胞的细胞核的真实坐标,以及所述细胞的细胞核到所述细胞的边界框的真实距离,由此使神经网络更加关注细胞的细胞核的信息,从而能够提高细胞检测的准确性。例如,若所述细胞为异常细胞,则使用异常细胞的细胞核构建异常细胞的标注信息,神经网络的监督信息包括训练图像中异常细胞的细胞核的真实坐标,以及所述异常细胞的细胞核到所述异常细胞的边界框的真实距离,由此使神经网络更加关注异常细胞的细胞核的信息,从而能够提高异常细胞检测的准确性。

[0090] 在步骤S13中,将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络输出所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息和所述细胞核到所述细胞的边界框的预测距离。

[0091] 在一种可能的实现方式中,所述神经网络可以采用CenterNet的网络结构,由此利用细胞的细胞核进行细胞检测,能够实现无锚点(anchor-free)的细胞检测,从而能够提高细胞的检测速度。例如,可以利用异常细胞的细胞核的质心进行异常细胞检测,能够实现无锚点(anchor-free)的异常细胞检测,从而能够提高异常细胞的检测速度。

[0092] 在一种可能的实现方式中,所述细胞核的预测位置信息包括所述细胞核的质心的预测坐标。在该实现方式中,通过神经网络输出所述细胞核的质心的预测坐标,由此输出的

细胞核的预测位置信息更能反映细胞核的真实位置。

[0093] 在一种可能的实现方式中,所述预测距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的至少一边的预测距离。

[0094] 作为该实现方式的一个示例,所述预测距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的预测距离。

[0095] 在该示例中,神经网络可以输出细胞的细胞核的质心到边界框的四个边的预测距离,而不仅仅是边界框的预测宽高值。由于细胞核的质心不一定位于细胞的几何中心,因此,通过使神经网络输出的预测距离包括细胞的细胞核的质心到边界框的四个边的预测距离,使神经网络的输出结果能够更准确地反映细胞的真实位置。

[0096] 在其他示例中,为了减少计算量,可以将细胞的细胞核的质心作为所述细胞的边界框的几何中心,所述预测距离可以包括边界框的宽的预测值和高预测值,或者,所述预测距离可以包括所述细胞核的质心到所述边界框的上边界或下边界的预测距离,以及所述细胞核的质心到所述边界框的左边界或右边界的预测距离。

[0097] 在一种可能的实现方式中,所述将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络输出所述训练图像中的细胞核的预测位置信息和所述细胞核到所述细胞的边界框的预测距离,包括:将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络得到所述训练图像对应的热力图;根据所述热力图中的峰值点,确定所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息;根据所述峰值点周围的图像特征,确定所述细胞核到所述细胞的边界框的预测距离。

[0098] 在该实现方式中,所述训练图像对应的热力图可以表示所述训练图像中的像素点属于细胞的细胞核的可能性。在该实现方式中,可以将所述热力图中的任一像素点与该像素点的N个邻近点进行比较,若该像素点的热力值大于或等于所述N个邻近点的热力值,则将该像素点作为峰值点,以此类推,最后保留M个峰值点,例如,N可以等于8,M可以等于100。对于保留的M个峰值点,可以设定阈值进行筛选,从而得到细胞的细胞核的预测位置信息。该实现方式无需进行NMS (Non-Maximum Suppression,非极大值抑制) 处理,因此能够减少耗时。

[0099] 在步骤S14中,根据所述细胞核的真实位置信息、所述真实距离、所述细胞核的预测位置信息和所述预测距离,训练所述神经网络。

[0100] 在本公开实施例中,可以根据所述细胞核的真实位置信息与所述细胞核的预测位置信息之间的差异,以及所述真实距离与所述预测距离之间的差异,训练所述神经网络。例如,可以采用梯度下降和反向传播的方式更新所述神经网络的参数。

[0101] 图3示出本公开实施例中神经网络的训练过程的示意图。图3中的检测模型可以采用本公开实施例提供的神经网络来实现。如图3所示,可以通过分割模型分割训练图像中的细胞的细胞核,得到训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息,其中,所述训练图像中的细胞的细胞核的位置信息可以通过所述训练图像对应的掩膜来表示。训练图像的标注信息可以包括训练图像中细胞的细胞核的真实位置信息,以及所述细胞的细胞核到所述细胞的边界框的真实距离。将训练图像输入检测模型,根据检测模型的输出结果以及训练图像的标注信息,可以更新检测模型的参数。

[0102] 本公开实施例中,通过获取训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息,获取所述细胞核到所述细胞的边界框的真实距离,将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经

网络输出所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息和所述细胞核到所述细胞的边界框的预测距离,并根据所述细胞核的真实位置信息、所述真实距离、所述细胞核的预测位置信息和所述预测距离,训练所述神经网络,由此利用细胞的细胞核的位置信息训练神经网络以进行细胞的检测,由此在进行细胞检测时,更加关注细胞的细胞核的信息,从而能够提高细胞检测的准确性。此外,通过利用细胞的细胞核的位置进行细胞检测,实现了无锚点的细胞检测,能够提高细胞的检测速度。

[0103] 图4示出本公开实施例提供的检测细胞的方法的流程图。所述检测细胞的方法的执行主体可以是检测细胞的装置。例如,所述检测细胞的方法可以由终端设备或服务器或其它处理设备执行。其中,终端设备可以是用户设备(User Equipment,UE)、移动设备、用户终端、终端、蜂窝电话、无绳电话、个人数字助理(Personal Digital Assistant,PDA)、手持设备、计算设备、车载设备或者可穿戴设备等。在一些可能的实现方式中,所述检测细胞的方法可以通过处理器调用存储器中存储的计算机可读指令的方式来实现。如图4所示,所述检测细胞的方法包括步骤S41和步骤S42。

[0104] 在步骤S41中,获取待检测图像。

[0105] 本公开实施例中的待检测图像可以是病理图像。

[0106] 在步骤S42中,将所述待检测图像输入所述神经网络中,经由所述神经网络输出所述待检测图像中的细胞的检测结果。

[0107] 在本公开实施例中,所述检测结果可以包括所述待检测图像中的细胞的位置信息。例如,所述检测结果可以包括所述待检测图像中的细胞的边界框的位置信息。若所述神经网络用于检测异常细胞,则所述检测结果可以包括所述待检测图像中的异常细胞的位置信息。例如,所述检测结果可以包括所述待检测图像中的异常细胞的边界框的位置信息。

[0108] 在一种可能的实现方式中,可以在待检测图像上显示细胞的边界框,以使用户能够快速看到细胞的位置。若所述神经网络用于检测异常细胞,则可以在待检测图像上显示异常细胞的边界框,以使用户能够快速看到异常细胞的位置。

[0109] 图5示出本公开实施例中的异常细胞的检测过程的示意图。图5中的检测模型可以采用本公开实施例提供的神经网络来实现。如图5所示,可以将待检测图像输入检测模型,经由检测模型输出待检测图像中异常细胞的位置信息。例如,可以在待检测图像上显示异常细胞的边界框。如图5所示,若待检测图像中的多个异常细胞相邻(即多个异常细胞成团出现),例如该多个异常细胞的边界框相邻或重叠,则可以针对该多个异常细胞输出一个检测框,使该检测框包括该多个相邻的异常细胞。

[0110] 采用本公开实施例提供的检测细胞的方法,能够在病理图像上辅助进行异常细胞的定位,与人工定位异常细胞相比,能够节省大量时间,且具有较高的定位精度。例如,本公开实施例提供的检测异常细胞的方法可以应用于临床的异常细胞检测中。在需要分析大量、大尺寸的病理图像,判断病理图像中是否存在异常细胞、获取异常细胞的个数和/或位置等应用场景中,可以采用本公开实施例获取异常细胞的检测结果并在病理图像中显示异常细胞的边界框。本公开实施例能够大幅度缩减异常细胞检测的人力和物力成本。

[0111] 可以理解,本公开提及的上述各个方法实施例,在不违背原理逻辑的情况下,均可以彼此相互结合形成结合后的实施例,限于篇幅,本公开不再赘述。

[0112] 本领域技术人员可以理解,在具体实施方式的上述方法中,各步骤的撰写顺序并

不意味着严格的执行顺序而对实施过程构成任何限定,各步骤的具体执行顺序应当以其功能和可能的内在逻辑确定。

[0113] 此外,本公开还提供了神经网络的训练装置、检测细胞的装置、电子设备、计算机可读存储介质、程序,上述均可用来实现本公开提供的任一种神经网络的训练方法或者检测细胞的方法,相应技术方案和描述和参见方法部分的相应记载,不再赘述。

[0114] 图6示出本公开实施例提供的神经网络的训练装置的框图。如图6所示,所述神经网络的训练装置包括:第一获取模块61,用于获取训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息;第二获取模块62,用于获取所述细胞核到所述细胞的边界框的真实距离;预测模块63,用于将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络输出所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息和所述细胞核到所述细胞的边界框的预测距离;训练模块64,用于根据所述细胞核的真实位置信息、所述真实距离、所述细胞核的预测位置信息和所述预测距离,训练所述神经网络。

[0115] 在一种可能的实现方式中,所述细胞为异常细胞。

[0116] 在一种可能的实现方式中,所述细胞核的真实位置信息包括所述细胞核的质心的真实坐标,所述细胞核的预测位置信息包括所述细胞核的质心的预测坐标。

[0117] 在一种可能的实现方式中,所述第二获取模块62用于:根据所述细胞核的真实位置信息和所述细胞的边界框的位置信息,获取所述细胞核到所述细胞的边界框的至少一边的真实距离。

[0118] 在一种可能的实现方式中,所述真实距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的至少一边的真实距离,所述预测距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的至少一边的预测距离。

[0119] 在一种可能的实现方式中,所述真实距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的真实距离,所述预测距离包括所述细胞核的质心到所述细胞的边界框的四个边的预测距离。

[0120] 在一种可能的实现方式中,所述预测模块63用于:将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络得到所述训练图像对应的热力图;根据所述热力图中的峰值点,确定所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息;根据所述峰值点周围的图像特征,确定所述细胞核到所述细胞的边界框的预测距离。

[0121] 在一种可能的实现方式中,还包括:分割模块,用于从训练图像中分割出异常细胞。

[0122] 本公开实施例中,通过获取训练图像中的细胞的细胞核的真实位置信息,获取所述细胞核到所述细胞的边界框的真实距离,将所述训练图像输入神经网络,经由所述神经网络输出所述训练图像中的细胞的细胞核的预测位置信息和所述细胞核到所述细胞的边界框的预测距离,并根据所述细胞核的真实位置信息、所述真实距离、所述细胞核的预测位置信息和所述预测距离,训练所述神经网络,由此利用细胞的细胞核的位置信息训练神经网络以进行细胞的检测,由此在进行细胞检测时,更加关注细胞的细胞核的信息,从而能够提高细胞检测的准确性。此外,通过利用细胞的细胞核的位置进行细胞检测,实现了无锚点的细胞检测,能够提高细胞的检测速度。

[0123] 图7示出本公开实施例提供的检测细胞的装置的框图。如图7所示,所述检测细胞

的装置,包括:第三获取模块71,用于获取待检测图像;检测模块72,用于将所述待检测图像输入所述神经网络的训练装置训练得到的神经网络中,经由所述神经网络输出所述待检测图像中的细胞的检测结果。

[0124] 采用本公开实施例提供的检测细胞的装置,能够在病理图像上辅助进行异常细胞的定位,与人工定位异常细胞相比,能够节省大量时间,且具有较高的定位精度。例如,本公开实施例提供的检测异常细胞的方法可以应用于临床的异常细胞检测中。在需要分析大量、大尺寸的病理图像,判断病理图像中是否存在异常细胞、获取异常细胞的个数和/或位置等应用场景中,可以采用本公开实施例获取异常细胞的检测结果并在病理图像中显示异常细胞的边界框。本公开实施例能够大幅度缩减异常细胞检测的人力和物力成本。

[0125] 在一些实施例中,本公开实施例提供的装置具有的功能或包含的模块可以用于执行上文方法实施例描述的方法,其具体实现可以参照上文方法实施例的描述,为了简洁,这里不再赘述。

[0126] 本公开实施例还提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序指令,所述计算机程序指令被处理器执行时实现上述方法。其中,所述计算机可读存储介质可以是非易失性计算机可读存储介质,或者可以是易失性计算机可读存储介质。

[0127] 本公开实施例还提供了一种计算机程序产品,包括计算机可读代码,当计算机可读代码在设备上运行时,设备中的处理器执行用于实现如上任一实施例提供的神经网络的训练方法或者检测细胞的方法的指令。

[0128] 本公开实施例还提供了另一种计算机程序产品,用于存储计算机可读指令,指令被执行时使得计算机执行上述任一实施例提供的神经网络的训练方法或者检测细胞的方法的操作。

[0129] 本公开实施例还提供一种电子设备,包括:一个或多个处理器;用于存储可执行指令的存储器;其中,所述一个或多个处理器被配置为调用所述存储器存储的可执行指令,以执行上述方法。

[0130] 电子设备可以被提供为终端、服务器或其它形态的设备。

[0131] 图8示出本公开实施例提供的一种电子设备800的框图。例如,电子设备800可以是移动电话,计算机,数字广播终端,消息收发设备,游戏控制台,平板设备,医疗设备,健身设备,个人数字助理等终端。

[0132] 参照图8,电子设备800可以包括以下一个或多个组件:处理组件802,存储器804,电源组件806,多媒体组件808,音频组件810,输入/输出(I/O)的接口812,传感器组件814,以及通信组件816。

[0133] 处理组件802通常控制电子设备800的整体操作,诸如与显示,电话呼叫,数据通信,相机操作和记录操作相关联的操作。处理组件802可以包括一个或多个处理器820来执行指令,以完成上述的方法的全部或部分步骤。此外,处理组件802可以包括一个或多个模块,便于处理组件802和其他组件之间的交互。例如,处理组件802可以包括多媒体模块,以方便多媒体组件808和处理组件802之间的交互。

[0134] 存储器804被配置为存储各种类型的数据以支持在电子设备800的操作。这些数据的示例包括用于在电子设备800上操作的任何应用程序或方法的指令,联系人数据,电话簿数据,消息,图片,视频等。存储器804可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它

们的组合实现,如静态随机存取存储器(SRAM),电可擦除可编程只读存储器(EEPROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM),可编程只读存储器(PROM),只读存储器(ROM),磁存储器,快闪存储器,磁盘或光盘。

[0135] 电源组件806为电子设备800的各种组件提供电力。电源组件806可以包括电源管理系统,一个或多个电源,及其他与为电子设备800生成、管理和分配电力相关联的组件。

[0136] 多媒体组件808包括在所述电子设备800和用户之间的提供一个输出接口的屏幕。在一些实施例中,屏幕可以包括液晶显示器(LCD)和触摸面板(TP)。如果屏幕包括触摸面板,屏幕可以被实现为触摸屏,以接收来自用户的输入信号。触摸面板包括一个或多个触摸传感器以感测触摸、滑动和触摸面板上的手势。所述触摸传感器可以不仅感测触摸或滑动动作的边界,而且还检测与所述触摸或滑动操作相关的持续时间和压力。在一些实施例中,多媒体组件808包括一个前置摄像头和/或后置摄像头。当电子设备800处于操作模式,如拍摄模式或视频模式时,前置摄像头和/或后置摄像头可以接收外部的多媒体数据。每个前置摄像头和后置摄像头可以是一个固定的光学透镜系统或具有焦距和光学变焦能力。

[0137] 音频组件810被配置为输出和/或输入音频信号。例如,音频组件810包括一个麦克风(MIC),当电子设备800处于操作模式,如呼叫模式、记录模式和语音识别模式时,麦克风被配置为接收外部音频信号。所接收的音频信号可以被进一步存储在存储器804或经由通信组件816发送。在一些实施例中,音频组件810还包括一个扬声器,用于输出音频信号。

[0138] I/O接口812为处理组件802和外围接口模块之间提供接口,上述外围接口模块可以是键盘,点击轮,按钮等。这些按钮可包括但不限于:主页按钮、音量按钮、启动按钮和锁定按钮。

[0139] 传感器组件814包括一个或多个传感器,用于为电子设备800提供各个方面的状态评估。例如,传感器组件814可以检测到电子设备800的打开/关闭状态,组件的相对定位,例如所述组件为电子设备800的显示器和小键盘,传感器组件814还可以检测电子设备800或电子设备800一个组件的位置改变,用户与电子设备800接触的存在或不存在,电子设备800方位或加速/减速和电子设备800的温度变化。传感器组件814可以包括接近传感器,被配置用来在没有任何的物理接触时检测附近物体的存在。传感器组件814还可以包括光传感器,如CMOS或CCD图像传感器,用于在成像应用中使用。在一些实施例中,该传感器组件814还可以包括加速度传感器,陀螺仪传感器,磁传感器,压力传感器或温度传感器。

[0140] 通信组件816被配置为便于电子设备800和其他设备之间有线或无线方式的通信。电子设备800可以接入基于通信标准的无线网络,如Wi-Fi、2G、3G、4G/LTE、5G或它们的组合。在一个示例性实施例中,通信组件816经由广播信道接收来自外部广播管理系统的广播信号或广播相关信息。在一个示例性实施例中,所述通信组件816还包括近场通信(NFC)模块,以促进短程通信。例如,在NFC模块可基于射频识别(RFID)技术,红外数据协会(IrDA)技术,超宽带(UWB)技术,蓝牙(BT)技术和其他技术来实现。

[0141] 在示例性实施例中,电子设备800可以被一个或多个应用专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)、数字信号处理设备(DSPD)、可编程逻辑器件(PLD)、现场可编程门阵列(FPGA)、控制器、微控制器、微处理器或其他电子元件实现,用于执行上述方法。

[0142] 在示例性实施例中,还提供了一种非易失性计算机可读存储介质,例如包括计算机程序指令的存储器804,上述计算机程序指令可由电子设备800的处理器820执行以完成

上述方法。

[0143] 图9示出本公开实施例提供的一种电子设备1900的框图。例如,电子设备1900可以被提供为一服务器。参照图9,电子设备1900包括处理组件1922,其进一步包括一个或多个处理器,以及由存储器1932所代表的存储器资源,用于存储可由处理组件1922的执行的指令,例如应用程序。存储器1932中存储的应用程序可以包括一个或一个以上的每一个对应于一组指令的模块。此外,处理组件1922被配置为执行指令,以执行上述方法。

[0144] 电子设备1900还可以包括一个电源组件1926被配置为执行电子设备1900的电源管理,一个有线或无线网络接口1950被配置为将电子设备1900连接到网络,和一个输入输出(I/O)接口1958。电子设备1900可以操作基于存储在存储器1932的操作系统,例如Windows Server®, Mac OS X®, Unix®, Linux®, FreeBSD®或类似。

[0145] 在示例性实施例中,还提供了一种非易失性计算机可读存储介质,例如包括计算机程序指令的存储器1932,上述计算机程序指令可由电子设备1900的处理组件1922执行以完成上述方法。

[0146] 本公开可以是系统、方法和/或计算机程序产品。计算机程序产品可以包括计算机可读存储介质,其上载有用于使处理器实现本公开的各个方面的计算机可读程序指令。

[0147] 计算机可读存储介质可以是可以保持和存储由指令执行设备使用的指令的有形设备。计算机可读存储介质例如可以是一—但不限于——电存储设备、磁存储设备、光存储设备、电磁存储设备、半导体存储设备或者上述的任意合适的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、静态随机存取存储器(SRAM)、便携式压缩盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能盘(DVD)、记忆棒、软盘、机械编码设备、例如其上存储有指令的打孔卡或凹槽内凸起结构、以及上述的任意合适的组合。这里所使用的计算机可读存储介质不被解释为瞬时信号本身,诸如无线电波或者其他自由传播的电磁波、通过波导或其他传输媒介传播的电磁波(例如,通过光纤电缆的光脉冲)、或者通过电线传输的电信号。

[0148] 这里所描述的计算机可读程序指令可以从计算机可读存储介质下载到各个计算/处理设备,或者通过网络、例如因特网、局域网、广域网和/或无线网下载到外部计算机或外部存储设备。网络可以包括铜传输电缆、光纤传输、无线传输、路由器、防火墙、交换机、网关计算机和/或边缘服务器。每个计算/处理设备中的网络适配卡或者网络接口从网络接收计算机可读程序指令,并转发该计算机可读程序指令,以供存储在各个计算/处理设备中的计算机可读存储介质中。

[0149] 用于执行本公开操作的计算机程序指令可以是汇编指令、指令集架构(ISA)指令、机器指令、机器相关指令、微代码、固件指令、状态设置数据、或者以一种或多种编程语言的任意组合编写的源代码或目标代码,所述编程语言包括面向对象的编程语言—诸如Smalltalk、C++等,以及常规的过程式编程语言—诸如“C”语言或类似的编程语言。计算机可读程序指令可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中,远程计算机可以通过任意种类的网络—包括局域网(LAN)或广域网(WAN)—连接到用户计算机,或者,可以连接到外部计算机(例如利

用因特网服务提供商来通过因特网连接)。在一些实施例中,通过利用计算机可读程序指令的状态信息来个性化定制电子电路,例如可编程逻辑电路、现场可编程门阵列(FPGA)或可编程逻辑阵列(PLA),该电子电路可以执行计算机可读程序指令,从而实现本公开的各个方面。

[0150] 这里参照根据本公开实施例的方法、装置(系统)和计算机程序产品的流程图和/或框图描述了本公开的各个方面。应当理解,流程图和/或框图的每个方框以及流程图和/或框图中各方框的组合,都可以由计算机可读程序指令实现。

[0151] 这些计算机可读程序指令可以提供给通用计算机、专用计算机或其它可编程数据处理装置的处理器,从而生产出一种机器,使得这些指令在通过计算机或其它可编程数据处理装置的处理器执行时,产生了实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作的装置。也可以把这些计算机可读程序指令存储在计算机可读存储介质中,这些指令使得计算机、可编程数据处理装置和/或其他设备以特定方式工作,从而,存储有指令的计算机可读介质则包括一个制品,其包括实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作的各个方面的指令。

[0152] 也可以把计算机可读程序指令加载到计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备上,使得在计算机、其它可编程数据处理装置或其它设备上执行一系列操作步骤,以产生计算机实现的过程,从而使得在计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备上执行的指令实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作。

[0153] 附图中的流程图和框图显示了根据本公开的多个实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或指令的一部分,所述模块、程序段或指令的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。在有些作为替换的实现中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0154] 该计算机程序产品可以具体通过硬件、软件或其结合的方式实现。在一个可选实施例中,所述计算机程序产品具体体现为计算机存储介质,在另一个可选实施例中,计算机程序产品具体体现为软件产品,例如软件开发包(Software Development Kit, SDK)等等。

[0155] 以上已经描述了本公开的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择,旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术的改进,或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

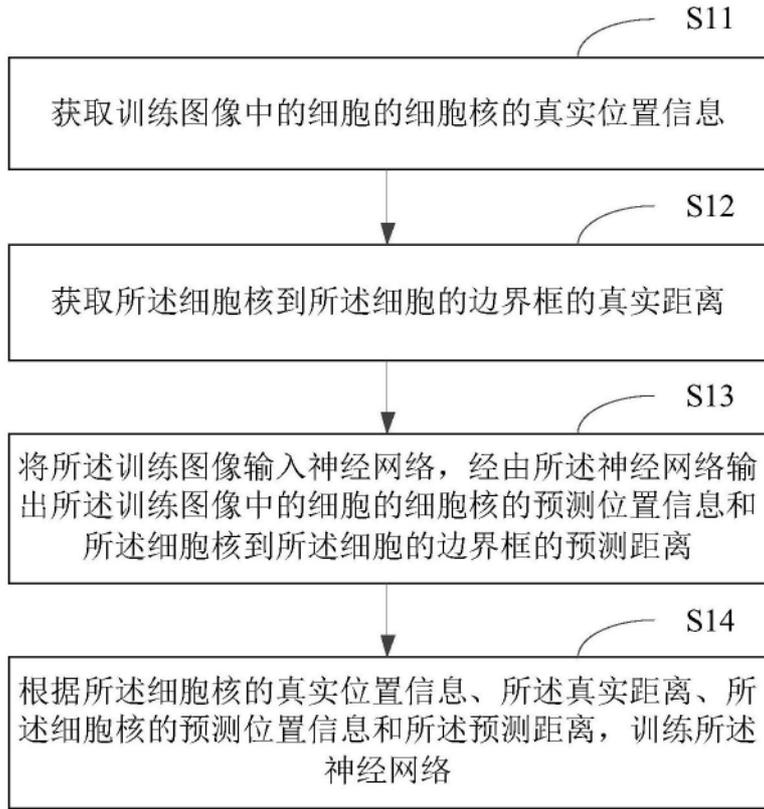


图1



图2

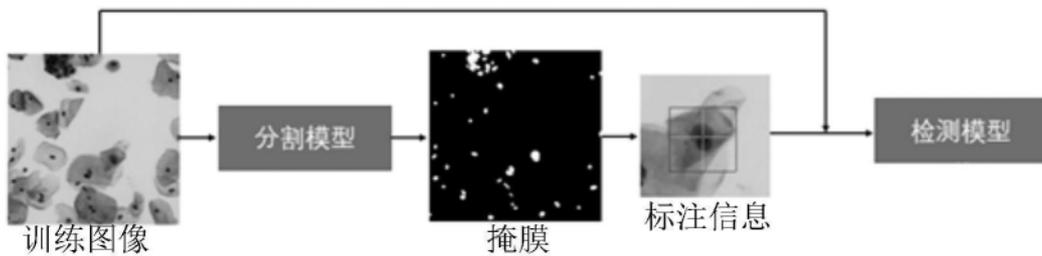


图3

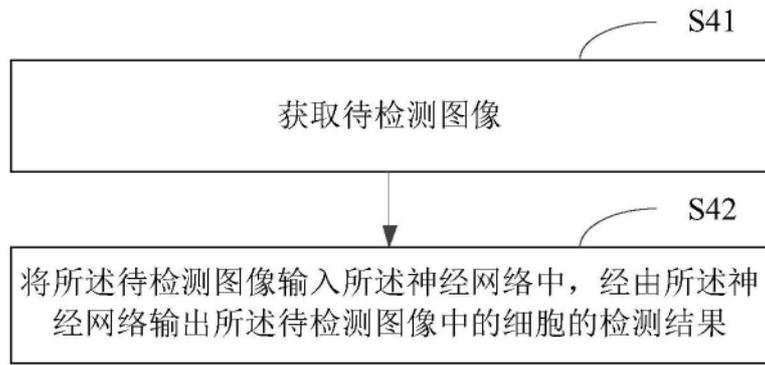


图4

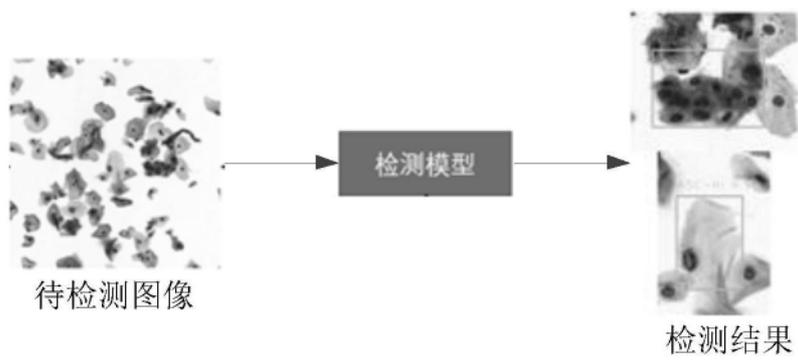


图5

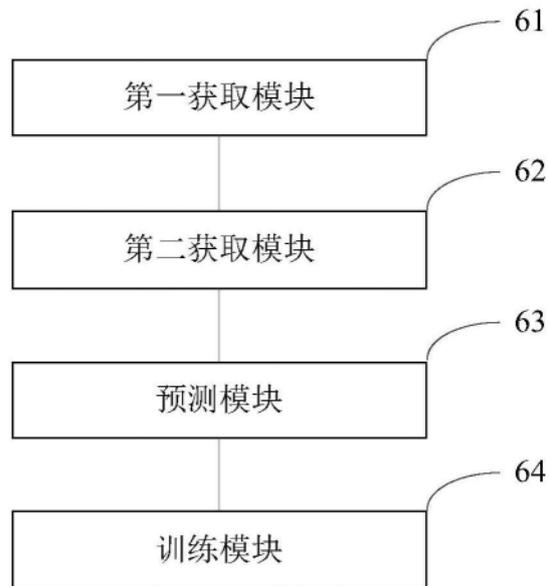


图6



图7

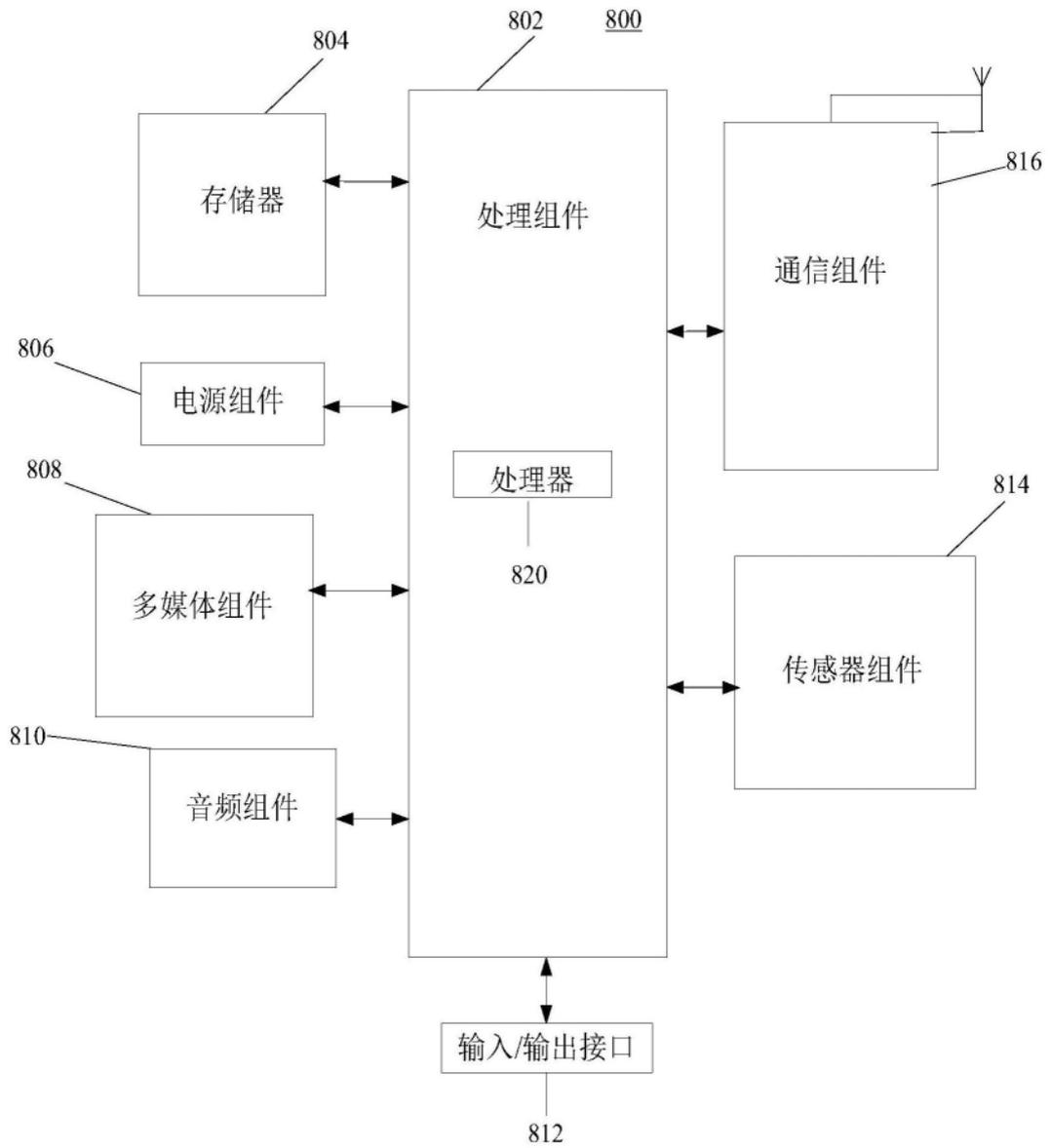


图8

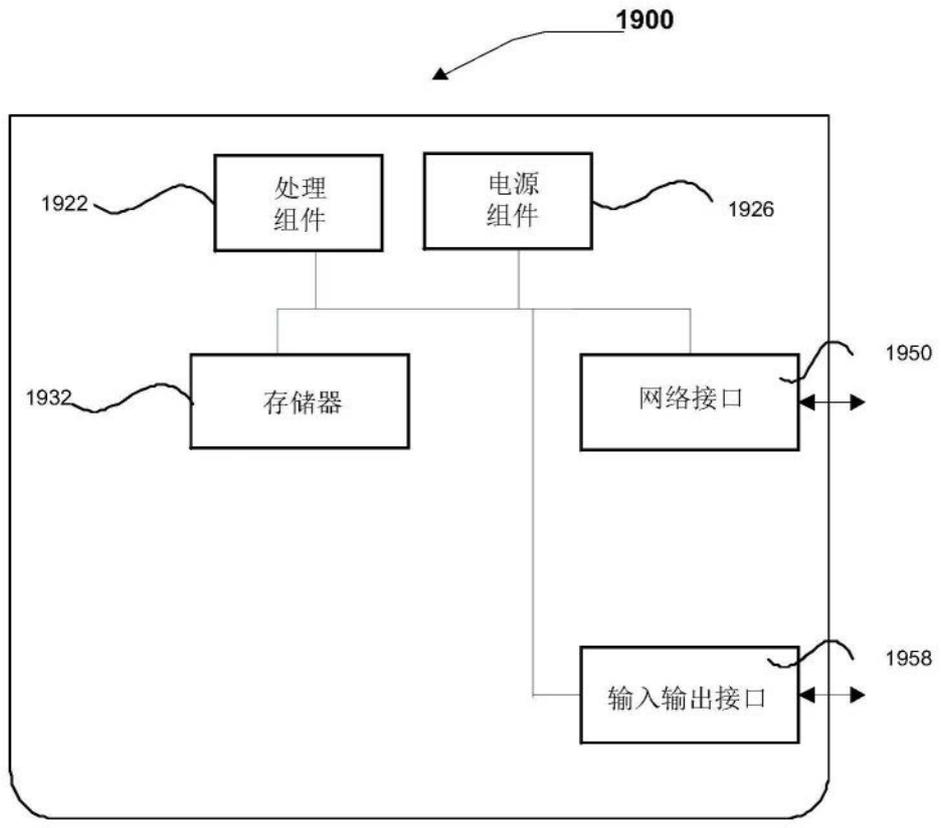


图9