

细胞分割方法、装置及可读存储介质

申请号 CN201910506460.4

申请日 2019.06.12

公开（公告）号 [CN110223305A](#)

公开（公告）日 2019.09.10

分类号 G06T7/11(2017.01);G06T7/13(2017.01);G06T7/136
(2017.01);G06T5/30(2006.01)

申请（专利权）人 志诺维思(北京)基因科技有限公司

www.innojoy.com



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110223305 A

(43)申请公布日 2019.09.10

(21)申请号 201910506460.4

(22)申请日 2019.06.12

(71)申请人 志诺维思(北京)基因科技有限公司

地址 100000 北京市海淀区清河永泰庄北路9号院内东侧一层052室

(72)发明人 冯晋嘉 刘小晴 何可名 刘昌灵
凌少平

(74)专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务所(特殊普通合伙) 11463

代理人 宋朋飞

(51)Int.Cl.

G06T 7/11(2017.01)

G06T 7/13(2017.01)

G06T 7/136(2017.01)

G06T 5/30(2006.01)

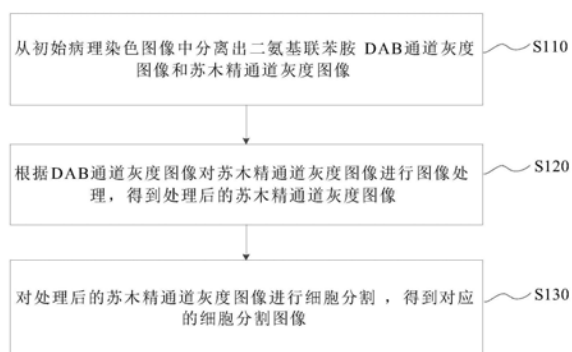
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

细胞分割方法、装置及可读存储介质

(57)摘要

本申请实施例提供一种细胞分割方法、装置及可读存储介质,通过从初始病理染色图像中分离出DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像,并根据DAB通道灰度图像对苏木精通道灰度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像,最后对处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割,得到对应的细胞分割图像。如此,能够针对无标注的病理染色图像进行细胞分割,避免人工收集训练数据集的工作量,有效解决了无法对多细胞区域的单个细胞进行分割的问题,进而提高了细胞分割效果。



1. 一种细胞分割方法,其特征在于,应用于电子设备,所述方法包括:

从初始病理染色图像中分离出二氨基联苯胺DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像;

根据所述DAB通道灰度图像对所述苏木精通道灰度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像;

对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割,得到对应的细胞分割图像。

2. 根据权利要求1所述的细胞分割方法,其特征在于,所述从初始病理染色图像中分离出二氨基联苯胺DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像的步骤,包括:

采用聚类或矩阵分解算法从初始病理染色图像中获得所述DAB通道灰度图像和所述苏木精通道灰度图像分别在所述初始病理染色图像的分布上的典型颜色值;

根据所述DAB通道灰度图像和所述苏木精通道灰度图像分别在所述初始病理染色图像的分布上的典型颜色值,采用反卷积算法对所述初始病理染色图像进行染色通道分离,得到对应的DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像。

3. 根据权利要求1所述的细胞分割方法,其特征在于,所述根据所述DAB通道灰度图像对所述苏木精通道灰度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像的步骤,包括:

采用最大类间方差法对所述DAB通道灰度图像进行阈值分类;

根据阈值分类结果剔除所述DAB通道灰度图像中低于预设阈值的区域;

将剔除低于预设阈值的区域后的DAB通道灰度图像进行二值化处理,得到所述DAB通道灰度图像的二值化图像;

根据所述二值化图像对所述苏木精通道灰度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像。

4. 根据权利要求3所述的细胞分割方法,其特征在于,所述根据所述二值化图像对所述苏木精通道灰度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像的步骤,包括:

针对所述苏木精通道灰度图像中的每个第一像素点,判断所述二值化图像中与该第一像素点对应的第二像素点的亮度值是否为1;

若所述二值化图像中与该第一像素点对应的第二像素点的亮度值为1,则将该第一像素点作为待移除像素点从所述苏木精通道灰度图像中剔除;

对剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像上的连通分量进行判别,并根据判别结果将剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像中的杂质进行剔除,得到处理后的苏木精通道灰度图像。

5. 根据权利要求4所述的细胞分割方法,其特征在于,所述根据判别结果将剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像中的杂质进行剔除的步骤,包括:

根据判别结果,将所述剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像中面积小于第一设定数量像素点的连通分量进行剔除,得到第一剔除图像;

将所述第一剔除图像中亮度值低于设定亮度值的像素点进行剔除,得到第二剔除图像;

将所述第二剔除图像中面积小于第二设定数量像素点的连通分量进行剔除,得到处理后的苏木精通道灰度图像。

6. 根据权利要求1所述的细胞分割方法,其特征在于,所述对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割,得到对应的细胞分割图像的步骤,包括:

采用LoG算子对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行边缘检测,得到所述处理后的苏木精通道灰度图像对应的细胞核边缘检测图像;

对所述细胞核边缘检测图像进行最大值膨胀操作;

获取所述细胞核边缘检测图像中最大值膨胀操作前后亮度不变的局部极大值点;

将所述局部极大值点作为种子点,采用分水岭算法对所述细胞核边缘检测图像中的细胞核进行分割,得到所述细胞核边缘检测图像对应的细胞分割图像,所述细胞分割图像包括每个细胞的第一分割区域。

7. 根据权利要求6所述的细胞分割方法,其特征在于,所述对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割,得到对应的细胞分割图像的步骤,还包括:

剔除所述细胞分割图像中连通分量面积小于第三设定数量像素点的区域。

8. 根据权利要求1所述的细胞分割方法,其特征在于,所述对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割,得到对应的细胞分割图像的步骤,还包括:

针对所述细胞分割图像中每个细胞,针对采用膨胀算法对该细胞的第一分割区域进行像素点扩增,并将像素点扩增后的第二分割区域减去对应的细胞的第一分割区域,得到该细胞的分割轮廓;

分别将每个分割轮廓叠加到对应的细胞的第一分割区域上。

9. 一种细胞分割装置,其特征在于,应用于电子设备,所述装置包括:

图像分离模块,用于从初始病理染色图像中分离出二氨基联苯胺DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像;

图像处理模块,用于根据所述DAB通道灰度图像对所述苏木精通道灰度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像;

细胞分割模块,用于对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割,得到对应的细胞分割图像。

10. 一种可读存储介质,其特征在于,所述可读存储介质存储有机器可执行指令,所述机器可执行指令被执行时实现权利要求1-8中任意一项所述的细胞分割方法。

细胞分割方法、装置及可读存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及细胞分割领域,具体而言,涉及一种细胞分割方法、装置及可读存储介质。

背景技术

[0002] 目前,在对病理染色图像进行细胞分割时,通常采用深度学习算法,例如全连接网络算法、U型神经网络算法、区域-卷积神经网络算法、Faster区域-卷积神经网络算法、Mask区域-卷积神经网络算法等完成。但是无论采用何种深度学习算法,都需要使用大量标注的训练样本进行训练才能达到较好的细胞分割效果。然而,目前病理染色图像数据的有效标注获取极为困难,从而导致训练数据集数量缺乏。此外,如果采用非深度学习的细胞分割方法,则无法对多细胞区域的单个细胞进行分割,导致分割效果较差。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本申请实施例的目的在于提供一种细胞分割方法、装置、电子设备及可读存储介质,能够针对无标注的病理染色图像进行细胞分割,避免人工收集训练数据集的工作量,有效解决了无法对多细胞区域的单个细胞进行分割的问题,进而提高了细胞分割效果。

[0004] 根据本申请实施例的一个方面,提供一种电子设备,可以包括一个或多个存储介质和一个或多个与存储介质通信的处理器。一个或多个存储介质存储有处理器可执行的机器可执行指令。当电子设备运行时,处理器执行所述机器可执行指令,以执行细胞分割方法。

[0005] 根据本申请实施例的另一方面,提供一种细胞分割方法,应用于电子设备,所述方法包括:

[0006] 从初始病理染色图像中分离出二氨基联苯胺DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像;

[0007] 根据所述DAB通道灰度图像对所述苏木精通道灰度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像;

[0008] 对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割,得到对应的细胞分割图像。

[0009] 在一种可能的实施方式中,所述从初始病理染色图像中分离出二氨基联苯胺DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像的步骤,包括:

[0010] 采用聚类或矩阵分解算法从初始病理染色图像中获得所述DAB通道灰度图像和所述苏木精通道灰度图像分别在所述初始病理染色图像的分布上的典型颜色值;

[0011] 根据所述DAB通道灰度图像和所述苏木精通道灰度图像分别在所述初始病理染色图像的分布上的典型颜色值,采用反卷积算法对所述初始病理染色图像进行染色通道分离,得到对应的DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像。

[0012] 在一种可能的实施方式中,所述根据所述DAB通道灰度图像对所述苏木精通道灰

度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像的步骤,包括:

[0013] 采用最大类间方差法对所述DAB通道灰度图像进行阈值分类;

[0014] 根据阈值分类结果剔除所述DAB通道灰度图像中低于预设阈值的区域;

[0015] 将剔除低于预设阈值的区域后的DAB通道灰度图像进行二值化处理,得到所述DAB通道灰度图像的二值化图像;

[0016] 根据所述二值化图像对所述苏木精通道灰度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像。

[0017] 在一种可能的实施方式中,所述根据所述二值化图像对所述苏木精通道灰度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像的步骤,包括:

[0018] 针对所述苏木精通道灰度图像中的每个第一像素点,判断所述二值化图像中与该第一像素点对应的第二像素点的亮度值是否为1;

[0019] 若所述二值化图像中与该第一像素点对应的第二像素点的亮度值为1,则将该第一像素点作为待移除像素点从所述苏木精通道灰度图像中剔除;

[0020] 对剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像上的连通分量进行判别,并根据判别结果将剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像中的杂质进行剔除,得到处理后的苏木精通道灰度图像。

[0021] 在一种可能的实施方式中,所述根据判别结果将剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像中的杂质进行剔除的步骤,包括:

[0022] 根据判别结果,将所述剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像中面积小于第一设定数量像素点的连通分量进行剔除,得到第一剔除图像;

[0023] 将所述第一剔除图像中亮度值低于设定亮度值的像素点进行剔除,得到第二剔除图像;

[0024] 将所述第二剔除图像中面积小于第二设定数量像素点的连通分量进行剔除,得到处理后的苏木精通道灰度图像。

[0025] 在一种可能的实施方式中,所述对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割,得到对应的细胞分割图像的步骤,包括:

[0026] 采用拉普拉斯-高斯算子对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行边缘检测,得到所述处理后的苏木精通道灰度图像对应的细胞核边缘检测图像;

[0027] 对所述细胞核边缘检测图像进行最大值膨胀操作;

[0028] 获取所述细胞核边缘检测图像中最大值膨胀操作前后亮度不变的局部极大值点;

[0029] 将所述局部极大值点作为种子点,采用分水岭算法对所述细胞核边缘检测图像中的细胞核进行分割,得到所述细胞核边缘检测图像对应的细胞分割图像。

[0030] 在一种可能的实施方式中,所述对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割,得到对应的细胞分割图像的步骤,还包括:

[0031] 剔除所述细胞分割图像中连通分量面积小于第三设定数量像素点的区域。

[0032] 在一种可能的实施方式中,所述对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割,得到对应的细胞分割图像的步骤,还包括:

[0033] 针对所述细胞分割图像中每个细胞,针对采用膨胀算法对该细胞的第一分割区域进行像素点扩增,并将像素点扩增后的第二分割区域减去对应的细胞的第一分割区域,得

到该细胞的分割轮廓；

[0034] 分别将每个分割轮廓叠加到对应的细胞的第一分割区域上。

[0035] 根据本申请实施例的另一方面，提供一种细胞分割装置，应用于电子设备，所述装置包括：

[0036] 图像分离模块，用于从初始病理染色图像中分离出二氨基联苯胺DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像；

[0037] 图像处理模块，用于根据所述DAB通道灰度图像对所述苏木精通道灰度图像进行图像处理，得到处理后的苏木精通道灰度图像；

[0038] 细胞分割模块，用于对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割，得到对应的细胞分割图像。

[0039] 根据本申请实施例的另一方面，提供一种可读存储介质，该可读存储介质上存储有机器可执行指令，该计算机程序被处理器运行时可以执行上述的细胞分割方法的步骤。

[0040] 基于上述任一方面，本申请实施例通过从初始病理染色图像中分离出DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像，并根据DAB通道灰度图像对苏木精通道灰度图像进行图像处理，得到处理后的苏木精通道灰度图像，最后对处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割，得到对应的细胞分割图像。如此，能够针对无标注的病理染色图像进行细胞分割，避免人工收集训练数据集的工作量，有效解决了无法对多细胞区域的单个细胞进行分割的问题，进而提高了细胞分割效果。

附图说明

[0041] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本申请的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0042] 图1示出了本申请实施例所提供的细胞分割方法的流程示意图；

[0043] 图2示出了本申请实施例所提供的初始病理染色图像的示意图；

[0044] 图3示出了本申请实施例所提供的从图2中所示的初始病理染色图像分离出的DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像的示意图；

[0045] 图4示出了本申请实施例所提供的图3中所示的DAB通道灰度图像的二值化图像的示意图；

[0046] 图5示出了本申请实施例所提供的剔除图3中所示的苏木精通道灰度图像中所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像的示意图；

[0047] 图6示出了本申请实施例所提供的剔除图5中所示的苏木精通道灰度图像的杂质后的示意图；

[0048] 图7示出了本申请实施例所提供的采用LoG算子对图6所示的苏木精通道灰度图像进行边缘检测得到的细胞核边缘检测图像的示意图；

[0049] 图8示出了本申请实施例所提供的对图7中所示的细胞核边缘检测图像进行最大值膨胀操作后的示意图；

[0050] 图9示出了本申请实施例所提供的采用分水岭算法对图7中所示的细胞核边缘检

测图像中的细胞核进行分割得到的细胞分割图像的示意图；

[0051] 图10示出了本申请实施例所提供的最终细胞分割图像和对照细胞分割图像的对比示意图之一；

[0052] 图11a和图11b分别示出了本申请实施例所提供的最终细胞分割图像和对照细胞分割图像的对比示意图之二；

[0053] 图12a和图12b分别示出了本申请实施例所提供的最终细胞分割图像和对照细胞分割图像的对比示意图之三；

[0054] 图13a和图13b分别示出了本申请实施例所提供的最终细胞分割图像和对照细胞分割图像的对比示意图之三；

[0055] 图14示出了本申请实施例所提供电子设备包括的细胞分割装置的功能模块示意图。

具体实施方式

[0056] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，应当理解，本申请中附图仅起到说明和描述的目的，并不用于限定本申请的保护范围。另外，应当理解，示意性的附图并未按实物比例绘制。本申请中使用的流程图示出了根据本申请实施例的一些实施例实现的操作。应该理解，流程图的操作可以不按顺序实现，没有逻辑的上下文关系的步骤可以反转顺序或者同时实施。此外，本领域技术人员在本申请内容的指引下，可以向流程图添加一个或多个其他操作，也可以从流程图中移除一个或多个操作。

[0057] 另外，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此，以下对在附图中提供的本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围，而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请的实施例，本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

[0058] 图1示出了本申请实施例提供的细胞分割方法的流程示意图。应当理解，在其它实施例中，本实施例的细胞分割方法其中部分步骤的顺序可以不以图1及以下具体实施例的顺序为限制，例如可以根据实际需要相互交换，或者其中的部分步骤也可以省略或删除。该细胞分割方法的详细步骤介绍如下。

[0059] 步骤S110，从初始病理染色图像中分离出二氨基联苯胺DAB (Diaminobenzidine) 通道灰度图像和苏木精通道灰度 (Hematoxylin) 图像。

[0060] 在一种可能的实施方式中，可以采用聚类或矩阵分解算法 (例如高斯混合模型算法) 从初始病理染色图像中获得所述DAB通道灰度图像和所述苏木精通道灰度图像分别在所述初始病理染色图像的分布上的典型颜色值。在此基础上，可以根据所述DAB通道灰度图像和所述苏木精通道灰度图像分别在所述初始病理染色图像的分布上的典型颜色值，采用反卷积算法对所述初始病理染色图像进行染色通道分离，得到对应的DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像。

[0061] 其中，以图2所示的示例作为初始病理染色图像为例，可以采用上述方案从该初始病理染色图像中分离出图3中所示的DAB通道灰度图像 (左图) 和苏木精通道灰度图像 (右

图)。可以看出图3为分离之后的DAB通道灰度图像(左图)和苏木精通道灰度图像(右图)的强度明显存在互补,证明通道分离效果显著。

[0062] 步骤S120,根据所述DAB通道灰度图像对所述苏木精通道灰度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像。

[0063] 步骤S130,对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割,得到对应的细胞分割图像。

[0064] 本实施例通过从初始病理染色图像中分离出DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像,并根据DAB通道灰度图像对苏木精通道灰度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像,最后对处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割,得到对应的细胞分割图像。如此,能够针对无标注的病理染色图像进行细胞分割,避免人工收集训练数据集的工作量,有效解决了无法对多细胞区域的单个细胞进行分割的问题,进而提高了细胞分割效果。

[0065] 在一种可能的实施方式中,针对步骤S120,首先,可以采用最大类间方差法对所述DAB通道灰度图像进行阈值分类。例如,可以利用阈值将所述DAB通道灰度图像分成前景图像和背景图像。其中,前景图像中可以采用 $n1, csum, m1$ 分别表示在当前阈值下的前景的点数、质量矩、平均灰度;背景图像中可以采用 $n2, sum - csum, m2$ 来表示在当前阈值下的背景的点数、质量矩、平均灰度。假设 t 为前景图像与背景图像的分割阈值,前景点数占图像比例为 $w0$,平均灰度为 $u0$;背景点数占图像比例为 $w1$,平均灰度为 $u1$ 。

[0066] 则所述DAB通道灰度图像的总平均灰度为: $u = w0 * u0 + w1 * u1$,那么前景图像和背景图像的方差则为:

[0067] $g = w0 * (u0 - u) * (u0 - u) + w1 * (u1 - u) * (u1 - u) = w0 * w1 * (u0 - u1) * (u0 - u1)$

[0068] 在此基础上,可以在方差 g 最大时,认定此时前景图像和背景图像差异最大,此时的灰度 t 是最佳阈值 $sb = w0 * w1 * (u1 - u0) * (u0 - u1)$,然后根据最佳阈值得到所述DAB通道灰度图像阈值分类结果。

[0069] 由此,可以根据阈值分类结果剔除所述DAB通道灰度图像中低于预设阈值的区域,并将剔除低于预设阈值的区域后的DAB通道灰度图像进行二值化处理,得到所述DAB通道灰度图像的二值化图像。以图3中所示的DAB通道灰度图像为例,该二值化图像可以参照图4所示,从图4中可以看出DAB通道分布在每个细胞核的周围。

[0070] 接着,根据所述二值化图像对所述苏木精通道灰度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像。

[0071] 例如,可以针对所述苏木精通道灰度图像中的每个第一像素点,判断所述二值化图像中与该第一像素点对应的第二像素点的亮度值是否为1。若所述二值化图像中与该第一像素点对应的第二像素点的亮度值为1,则将该第一像素点作为待移除像素点从所述苏木精通道灰度图像中剔除。如此,通过采用DAB通道灰度图像的二值化图像对苏木精通道灰度图像进行除杂优化,能够有效提高后续的细胞分割效果。

[0072] 以图3中所示的苏木精通道灰度图像和图4中所示的二值化图像为例,该剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像可以参照图5所示,可以看出苏木精通道图像使用DAB通道图像过滤后的细胞轮廓更加明显。

[0073] 而后,对剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像上的连通分量进行判

别,并根据判别结果将剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像中的杂质进行剔除,得到处理后的苏木精通道灰度图像。

[0074] 例如,可以根据判别结果,将所述剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像中面积小于第一设定数量像素点的连通分量进行剔除,得到第一剔除图像。而后,将所述第一剔除图像中亮度值低于设定亮度值的像素点进行剔除,得到第二剔除图像。最后,将所述第二剔除图像中面积小于第二设定数量像素点的连通分量进行剔除,得到处理后的苏木精通道灰度图像。

[0075] 其中,对于每个连通分量而言,其面积可以用其包括的像素点数量来表示,如此,通过设定第一设定数量,可以对剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像进行初步的除杂处理,而后通过设置设定亮度值对第一剔除图像进行像素点的除杂处理,当除去了部分像素点之后,连通分量可能会发生一定变化,因此还需要设定第二设定数量以对第二剔除图像进行进一步的除杂处理,以提高除杂效果,避免在除杂过程中遗漏杂质区域。

[0076] 可选地,前述的第一设定数量、设定亮度值以及第二设定数量可以根据实际设计需求进行设置。例如,第一设定数量可以是32,设定亮度值可以是23,第二设定数量可以是16。

[0077] 以图5中所示的剔除所有待移除像素点后的苏木精通道灰度图像为例,该处理后的苏木精通道灰度图像可以参照图6所示,可以看出该处理后的苏木精通道灰度图像只保留了细胞核部分,去除了非细胞的残留部分。

[0078] 在一种可能的实施方式中,针对步骤S130,首先采用LoG(高斯-拉普拉斯)算子对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行边缘检测,得到所述处理后的苏木精通道灰度图像对应的细胞核边缘检测图像。以图6中所示的处理后的苏木精通道灰度图像为例,该细胞核边缘检测图像可以参照图7所示,可以看出该细胞核边缘检测图像的边缘像素强度变高(颜色偏白)。

[0079] 其中,LoG算子首先对处理后的苏木精通道灰度图像进行最佳平滑处理,最大程度地抑制噪声,再对平滑后的图像求取边缘。由于噪声点(灰度与周围点相差大于设定阈值的像素点)对边缘检测有一定的影响,所以LoG算子把Gauss平滑滤波器和Laplacian锐化滤波器结合后平滑掉噪声,再进行边缘检测,以提高边缘检测效果。

[0080] 接着,对所述细胞核边缘检测图像进行最大值膨胀操作。以图7中所示的细胞核边缘检测图像为例,该最大值膨胀操作后的细胞核边缘检测图像可以参照图8所示,可以看出该最大值膨胀操作后的细胞核边缘检测图像保留了细胞核内的局部极值点,方便之后进行分水岭算法处理。

[0081] 可选地,上述膨胀操作过程中的膨胀半径可以根据实际情况进行设置,作为示例,该膨胀半径可以是5个像素。

[0082] 而后,获取例如图8中所示的细胞核边缘检测图像中最大值膨胀操作前后亮度不变的局部极大值点,并将所述局部极大值点作为种子点(seed),采用分水岭(watershed)算法对例如图7中所示的细胞核边缘检测图像中的细胞核进行分割,得到所述细胞核边缘检测图像对应的细胞分割图像,该细胞分割图像可包括每个细胞的第一分割区域。该细胞分割图像可以参照图9所示,可以看出对于细胞的形状进行了显著的分割。

[0083] 可选地,本实施例还可以在上述基础上剔除所述细胞分割图像中连通分量面积小

于第三设定数量像素点的区域,以进一步地剔除杂质,提高细胞分割效果。示例性地,第三设定数量可以是12。

[0084] 可选地,本实施例还可以在上述基础上,针对所述细胞分割图像中每个细胞,采用膨胀算法对该细胞的第一分割区域进行像素点扩增(例如扩增一个像素),并将像素点扩增后的第二分割区域减去该细胞的第一分割区域,得到该细胞的分割轮廓,而后分别将每个分割轮廓叠加到对应的细胞的第一分割区域上。例如,假设所述细胞分割图像中包括细胞a、细胞b和细胞c,那么可以采用膨胀算法对细胞a的第一分割区域进行一个像素的扩增,得到细胞a的第二分割区域,再将第二分割区域减去第一分割区域则可以得到细胞a的分割轮廓。以此类推,可以分别得到细胞b和细胞c的分割轮廓。在此基础上,将各自对应的第二分割区域分别叠加到细胞a、细胞b和细胞c上。

[0085] 作为示例,叠加分割轮廓后的细胞分割图像请参照图10所示,左图为根据DAB通道灰度图像对所述苏木精通道灰度图像进行优化后的图像,右图为未根据DAB通道灰度图像对所述苏木精通道灰度图像进行优化后的图像,左图和右图中的黑色边缘则为上述的分割轮廓。如此可以看出,叠加分割轮廓后的细胞分割图像能够提高所述细胞分割图像中每个细胞的分辨显著性,并且根据DAB通道灰度图像可以有效地对所述苏木精通道灰度图像进行优化,从而解决现有技术中无法对多细胞区域的单个细胞进行分割的问题,并且对于右图中较多错误分割和遗漏分割的部分都得到了改进,进而提高细胞分割效果。

[0086] 为了进一步证明本实施例可以解决无法对多细胞区域的单个细胞进行分割的问题,提高细胞分割的准确性,即根据DAB通道灰度图像可以有效地对所述苏木精通道灰度图像进行优化,下面结合图11a、11b-图13a、13b对同一份初始病理染色图像以与上述实施例相似和不同的流程进行细胞分割。

[0087] 值得说明的是,在图11a、图12a、图13a中为采用上述实施例的流程进行细胞分割;在图11b、图12b、图13b中,根据DAB通道灰度图像对所述苏木精通道灰度图像进行优化在此实验中被跳过;同时,叠加分割轮廓过程中的膨胀半径减小,分割轮廓线变细,更易于分辨出不同于前述实施例的分割区域(由于使用膨胀算法前存在杂质剔除步骤,因此分割区域形态有无不受分割轮廓线粗细的影响)。

[0088] 通过图11a、图11b、图12a、图12b的细胞有无的对比,以及图13a、图13b的分区有无杂质干扰的对比,不难看出,图11a、图12a、图13a的细胞分割准确度明显高于图11b、图12b、图13b。因此,在细胞分割过程中,使用DAB通道灰度图像对所述苏木精通道灰度图像进行优化,可以提高细胞分割效果。

[0089] 图14示出了本申请实施例提供的电子设备100的示意图,本实施例中,该电子设备100可以包括存储介质110、处理器120以及细胞分割装置130。

[0090] 其中,处理器120可以是一个通用的中央处理器(Central Processing Unit, CPU),微处理器,特定应用集成电路(Application-Specific Integrated Circuit, ASIC),或一个或多个用于控制上述方法实施例提供的细胞分割方法的程序执行的集成电路。

[0091] 存储介质110可以是ROM或可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备, RAM或者可存储信息和指令的其他类型的动态存储设备,也可以是电可擦可编程只读存储器(Electrically Erasable Programmable-Only Memory, EEPROM)、只读光盘(Compactdisc Read-Only Memory, CD-ROM)或其他光盘存储、光碟存储(包括压缩光碟、激

光碟、光碟、数字通用光碟、蓝光光碟等)、磁盘存储介质或者其他磁存储设备、或者能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质,但不限于此。存储介质110可以是独立存在,通过通信总线与处理器120相连接。存储介质110也可以和处理器集成在一起。其中,存储介质110用于存储执行本申请方案的应用程序代码,例如图14中所示的细胞分割装置130,并由处理器120来控制执行。处理器120用于执行存储介质110中存储的应用程序代码,例如细胞分割装置130,以执行上述方法实施例的细胞分割方法。

[0092] 本申请可以根据上述方法实施例对细胞分割装置130进行功能模块的划分,例如,可以对应各个功能划分各个功能模块,也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是,本申请中对模块的划分是示意性的,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式。比如,在采用对应各个功能划分各个功能模块的情况下,图14示出的细胞分割装置130只是一种装置示意图,下面分别对该细胞分割装置130的各个功能模块的功能进行详细阐述。

[0093] 图像分离模块131,用于从初始病理染色图像中分离出二氨基联苯胺DAB通道灰度图像和苏木精通道灰度图像。可以理解,该图像分离模块131可以用于执行上述步骤S110,关于该图像分离模块131的详细实现方式可以参照上述对步骤S110有关的内容。

[0094] 图像处理模块132,用于根据所述DAB通道灰度图像对所述苏木精通道灰度图像进行图像处理,得到处理后的苏木精通道灰度图像。可以理解,该图像处理模块132可以用于执行上述步骤S120,关于该图像处理模块132的详细实现方式可以参照上述对步骤S120有关的内容。

[0095] 细胞分割模块133,用于对所述处理后的苏木精通道灰度图像进行细胞分割,得到对应的细胞分割图像。可以理解,该细胞分割模块133可以用于执行上述步骤S130,关于该细胞分割模块133的详细实现方式可以参照上述对步骤S130有关的内容。

[0096] 由于本申请实施例提供的细胞分割装置130是图1所示的细胞分割方法的另一种实现形式,且细胞分割装置130可用于执行图1所示的实施例所提供的方法,因此其所能获得的技术效果可参考上述方法实施例,在此不再赘述。

[0097] 进一步地,基于同一发明构思,本申请实施例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上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器运行时执行上述细胞分割方法的步骤。

[0098] 具体地,该存储介质能够为通用的存储介质,如移动磁盘、硬盘等,该存储介质上的计算机程序被运行时,能够执行上述细胞分割方法。

[0099] 本申请实施例是参照根据本申请实施例的方法、设备(如图14的电子设备100)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0100] 尽管在此结合各实施例对本申请进行了描述,然而,在实施所要求保护的本申请过程中,本领域技术人员通过查看所述附图、公开内容、以及所附权利要求书,可理解并实现所述公开实施例的其他变化。在权利要求中,“包括”一词不排除其他组成部分或步骤,“一”或“一个”不排除多个的情况。单个处理器或其他单元可以实现权利要求中列举的若干项功能。相互不同的从属权利要求中记载了某些措施,但这并不表示这些措施不能组合起来产生良好的效果。

[0101] 以上所述,仅为本申请的各种实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

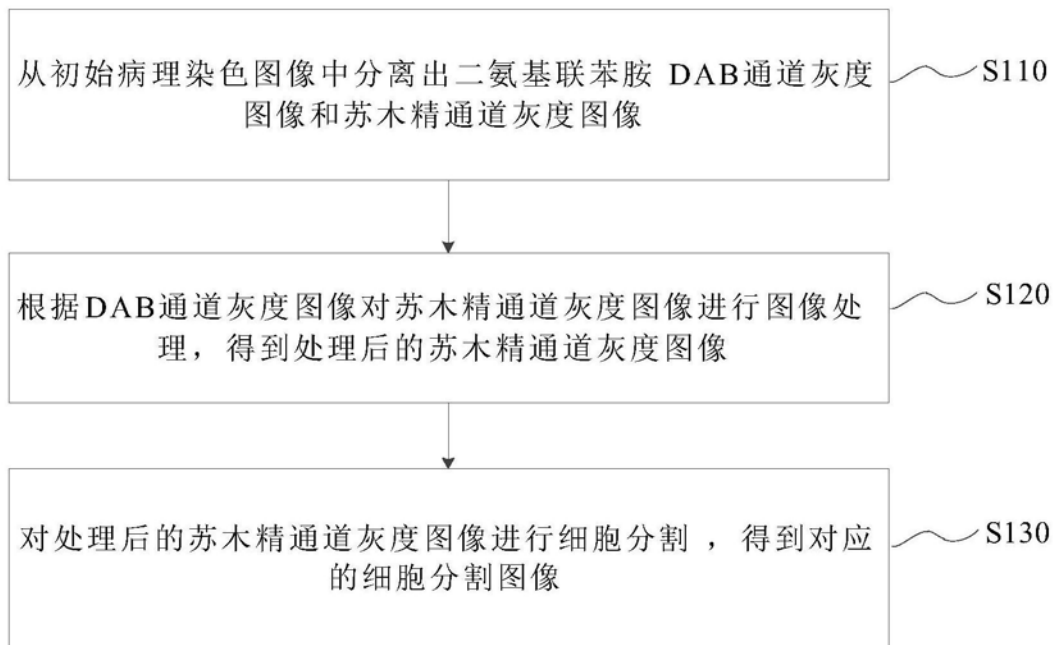


图1

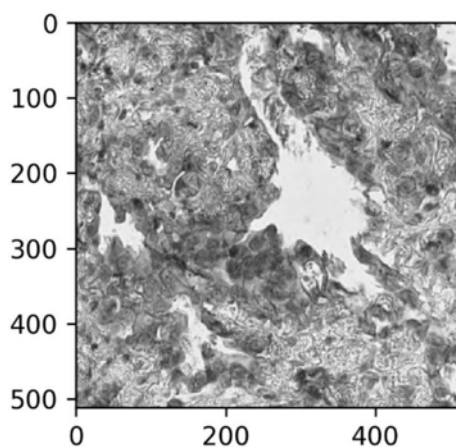


图2

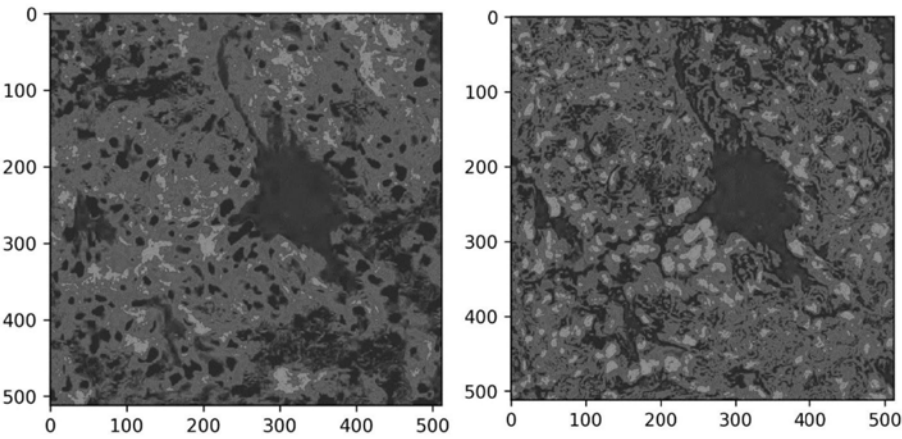


图3

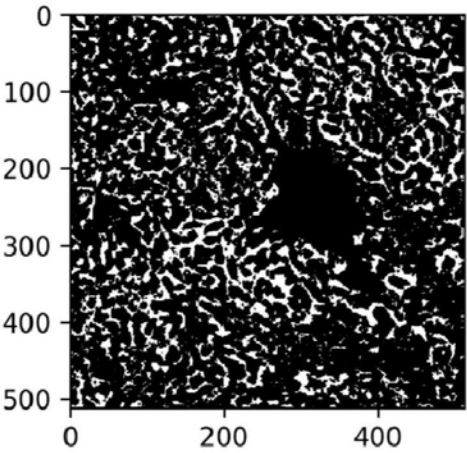


图4

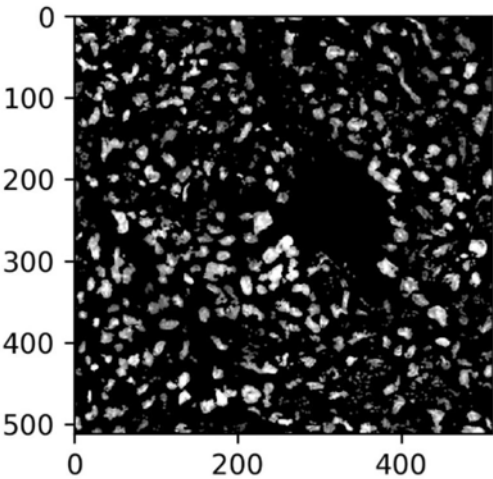


图5

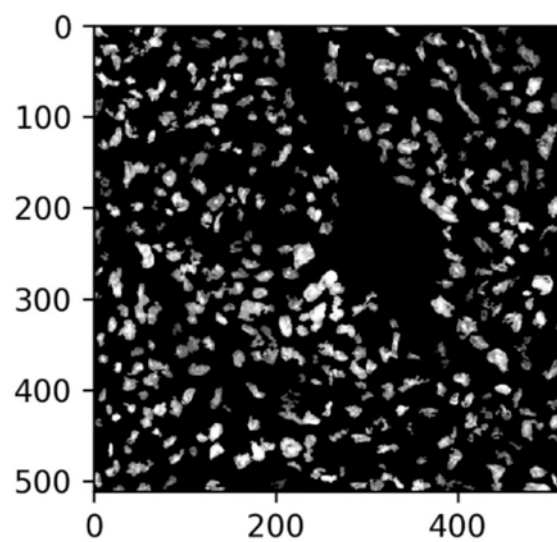


图6

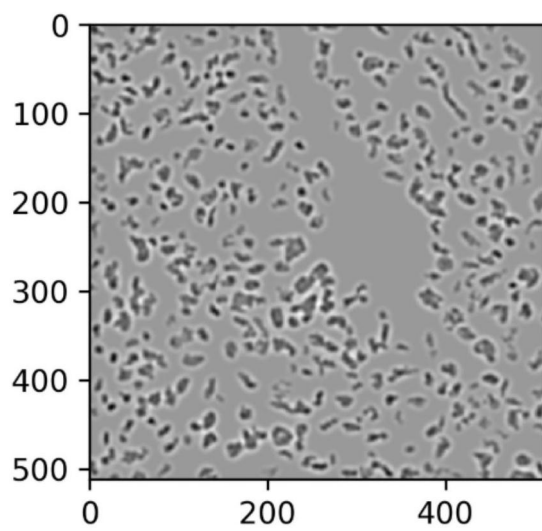


图7

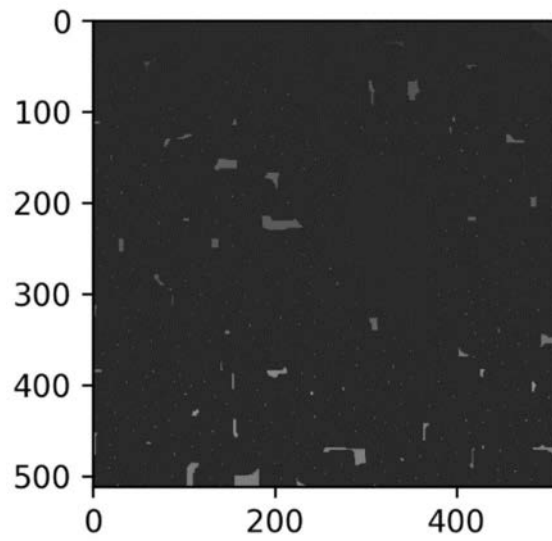


图8

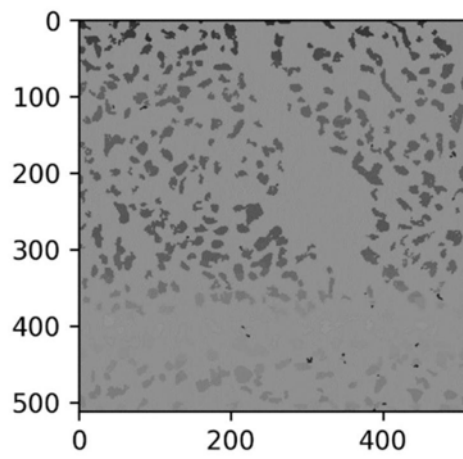


图9

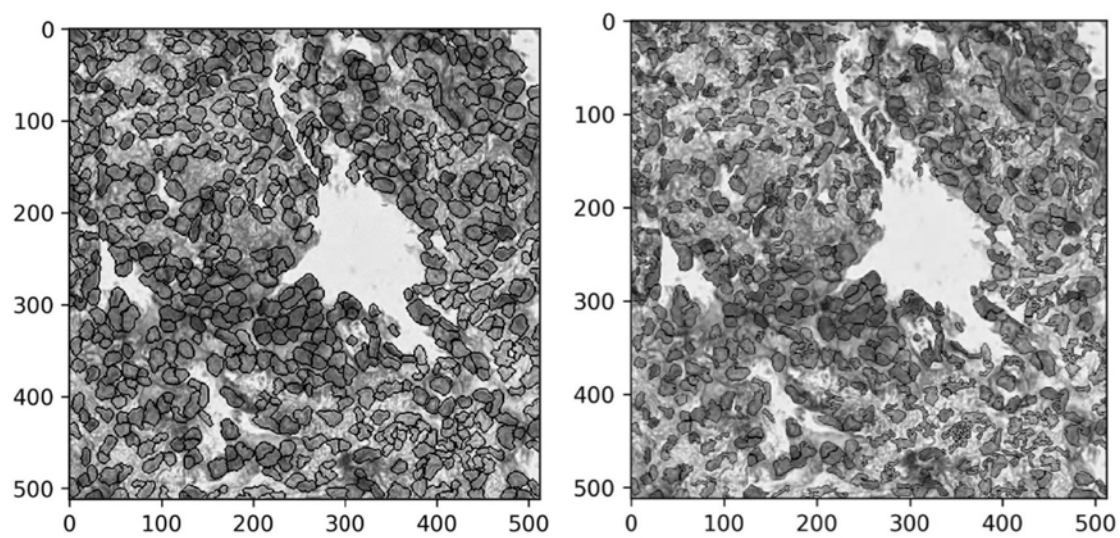


图10

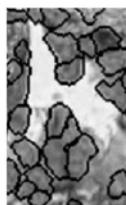


图11a

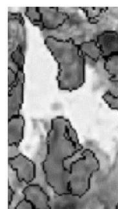


图11b

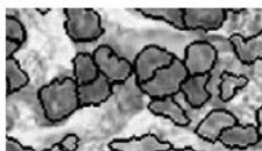


图12a

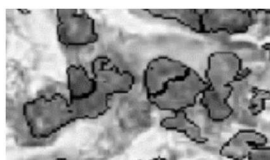


图12b

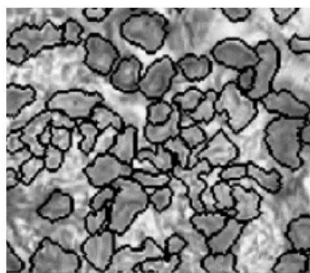


图13a

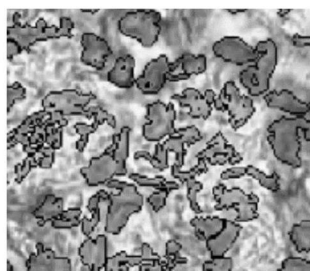


图13b

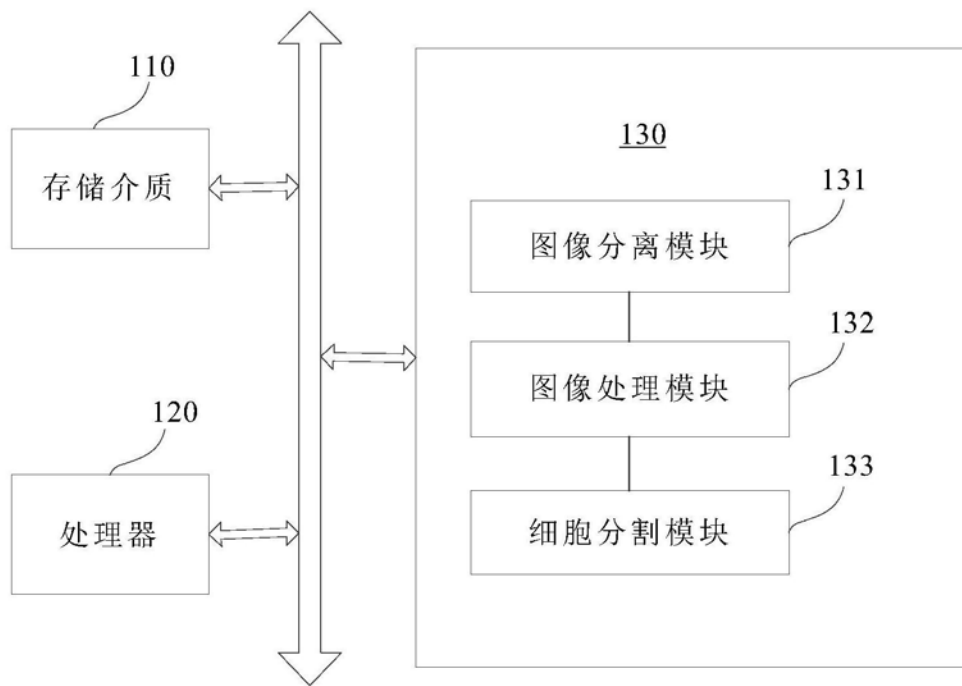
100

图14