

(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

(43) 国际公布日
2024 年 10 月 17 日 (17.10.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/212136 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 7/00 (2017.01) **G06T 7/12** (2017.01)
G06T 7/10 (2017.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/087890
- (22) 国际申请日: 2023 年 4 月 12 日 (12.04.2023)
- (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 INSTITUTES 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)。
- (72) 发明人: 胡战利 (HU, Zhanli); 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)。耿孟晓 (GENG, Mengxiao); 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)。黄振兴 (HUANG, Zhenxing); 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)。张

娜 (ZHANG, Na); 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)。梁栋 (LIANG, Dong); 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)。郑海荣 (ZHENG, Hairong); 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: 北京市诚辉律师事务所 (BEIJING CHENGHUI LAW FIRM); 中国北京市朝阳区朝阳北路99号楼2单元905, Beijing 100123 (CN)。
- (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) Title: INTERACTIVE NUCLEUS SEGMENTATION METHOD COMBINING VORONOI CONTOUR AND WEIGHTED CONVEX DIFFERENCE

(54) 发明名称: 一种结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法

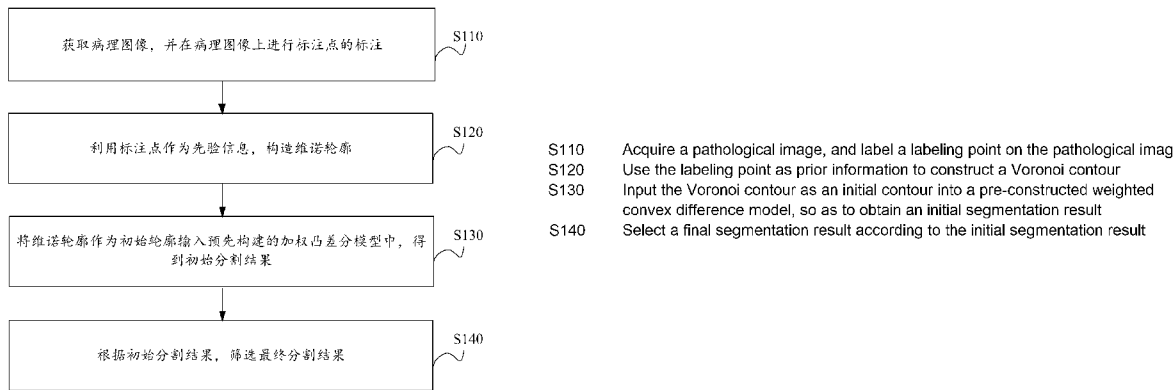


图 1

(57) Abstract: The present application provides an interactive nucleus segmentation method combining a Voronoi contour and a weighted convex difference. The method comprises: acquiring a pathological image, and labeling a labeling point on the pathological image; using the labeling point as prior information to construct a Voronoi contour; inputting the Voronoi contour as an initial contour into a pre-constructed weighted convex difference model, so as to obtain an initial segmentation result; and selecting a final segmentation result according to the initial segmentation result. The segmentation method is more accurate in terms of segmentation.

(57) 摘要: 本申请提供一种结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法, 该方法包括: 获取病理图像, 并在所述病理图像上进行标注点的标注; 利用所述标注点作为先验信息, 构造维诺轮廓; 将所述维诺轮廓作为初始轮廓输入预先构建的加权凸差分模型中, 得到初始分割结果; 根据所述初始分割结果, 筛选最终分割结果。该分割方法分割更准确。



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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SC, 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, ME, 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))。

一种结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法

技术领域

本发明属于图像分割技术领域，特别涉及一种结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法。

背景技术

宫颈癌是一种常见的妇科恶性肿瘤，发病率和死亡率都很高。世界卫生组织国际癌症研究所2020年12月发布的最新数据显示，每年宫颈癌新增病例近60.4万例，死亡病例超过34.1万例，其中80%以上的病例来自发展中国家。常规涂片

(Conventional Smears, CS) 技术是预防和早期发现宫颈癌的最简单和最重要的细胞学筛查方法之一。在传统的病理诊断过程中，病理学家在高倍显微镜下手动调整视野和大小以进行诊断。这种非常重复的观察和诊断过程不仅花费时间和精力，而且往往会损害视力并大大降低临床诊断的效率。因此，宫颈癌自动计算机辅助诊断 (Computer-Aided Diagnosis, CAD) 系统的开发是一个主要的临床问题。病理图像分割是宫颈癌分析的基础，它允许病理学家根据分割结果 (如形状、大小和分布) 观察到的细胞核特征做出诊断决定。然而，由于细胞的形状和染色的不均匀分布，细胞核的精确分割是一个巨大的挑战。

当前大多数方法解决细胞核分割问题时忽略了病理专家提供的先验信息。

发明内容

本说明书实施例的目的是提供一种结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法。

为解决上述技术问题，本申请实施例通过以下方式实现的：

第一方面，本申请提供一种结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法，该方法包括：

获取病理图像，并在病理图像上进行标注点的标注；

利用标注点作为先验信息，构造维诺轮廓；

将维诺轮廓作为初始轮廓输入预先构建的加权凸差分模型中，得到初始分割

结果；

根据初始分割结果，筛选最终分割结果。

在其中一个实施例中，获取病理图像，包括：

获取原始病理切片；

将原始病理切片裁剪成预设像素大小的病理图像。

在其中一个实施例中，标注点满足以下条件：

标记点的数量满足预设条件；且，

标记点依据病理图像中的细胞核的位置均匀地分布在病理图像中。

在其中一个实施例中，加权凸差分模型为：

$$c_1 := c_1(u) = \frac{\int_{\Omega} f u dx}{\int_{\Omega} u dx} \quad (1)$$

$$c_2 := c_2(u) = \frac{\int_{\Omega} f(1-u) dx}{\int_{\Omega} 1-u dx} \quad (2)$$

$$u = \underset{u \in \{0,1\}}{\operatorname{argmin}} M(u, c_1, c_2) := \lambda \int_{\Omega} ((f - c_1)^2 u + (f - c_2)^2 (1 - u)) dx \\ + \int_{\Omega} \alpha(f) |\nabla u| dx - \int_{\Omega} \beta(f) |\nabla u|^2 dx \quad (3)$$

其中， λ 为参数， f 为病理图像， $c_1, c_2 \in R$ 为两相分割时分割边界内部和外部像素的平均值； Ω 为病理图像的整个区域； u 为分割结果； $M()$ 为构建的优化目标函数； $\alpha(f)$ 和 $\beta(f)$ 为自适应权重，用于捕捉图像的边缘信息。

在其中一个实施例中，自适应权重 $\alpha(f)$ 和 $\beta(f)$ 分别为：

$$\alpha(f) = \left| \nabla \left(\frac{1}{\sqrt{1 + |\nabla f|^2}} \right) \right| \\ \beta(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + |\nabla f|^2}}.$$

在其中一个实施例中，求解加权凸差分模型，包括：

热核卷积用于近似长度正则化项：

$$\int_{\Omega} |\nabla u| dx \approx \sqrt{\frac{\pi}{\tau}} \int_{\Omega} u G_{\tau} * (1 - u) dx \quad (4)$$

其中， $*$ 表示卷积，高斯函数 G_{τ} 的定义为：

$$G_{\tau}(x) = \frac{1}{4\pi\tau} \exp\left(-\frac{|x|^2}{4\tau}\right)$$

其中, τ 为尺度参数;

因此, 模型 (3) 近似等于以下最小化问题:

$$\begin{aligned} \min_{u \in [0,1]} & \lambda \int_{\Omega} (f - c_1)^2 u + (f - c_2)^2 (1 - u) dx - \int_{\Omega} \beta(f) |\nabla u|^2 dx \\ & + \underbrace{\int_{\Omega} \alpha(f) \sqrt{\frac{\pi}{\tau}} \int_{\Omega} u G_{\tau} * (1 - u) dx}_{:= \varepsilon^{\tau}(u)}. \end{aligned} \quad (5)$$

对于问题 (5), 由于第三项是凹的, 通过一阶线性化在 u^k 处展开目标函数 $\varepsilon^{\tau}(u)$; 然后, 将 (5) 中的问题 u 转化为以下问题:

$$u^{k+1} = \operatorname{argmin}_{u \in [0,1]} \int_{\Omega} u \psi^k dx, \quad (6)$$

其中 $\psi^k \in \partial \varepsilon^{\tau}(u^k)$ 且 $\partial \varepsilon^{\tau}(u^k)$ 表示凹函数 $\varepsilon^{\tau}(u)$ 在 u^k 处的次梯度, 具体表示为:

$$\begin{aligned} \psi^k &= \lambda \left((f - c_1^k)^2 - (f - c_2^k)^2 \right) \\ &+ \sqrt{\frac{\pi}{\tau}} \alpha(f) G_{\tau} * (1 - 2u^k) + 2\beta(f) \Delta u^k. \end{aligned} \quad (7)$$

其中 Δ 表示拉普拉斯算子, 从方程 (6) 中, 凸集上线性函数的最小点可以在其边界点处获得; 最小值可以在以下条件下实现:

$$u^{k+1} = \begin{cases} 1, & \text{if } \psi^k \leq 0; \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}.$$

在其中一个实施例中, 根据初始分割结果, 筛选最终分割结果, 包括:

对于初始分割结果, 计算每个初始分割结果对应的连接区域的面积;

根据每个连接区域的面积, 创建直方图, 其中, 直方图的横轴为每个细胞核的序号, 纵轴为面积;

根据直方图的分布, 选取阈值;

将面积小于阈值对应的连接区域整合为背景区域, 得到最终分割结果。

第二方面, 本申请提供一种结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割装置, 该装置包括:

获取及标注模块，用于获取病理图像，并在病理图像上进行标注点的标注；

维诺轮廓构造模块，用于利用标注点作为先验信息，构造维诺轮廓；

初始分割模块，用于将维诺轮廓作为初始轮廓输入预先构建的加权凸差分模型中，得到初始分割结果；

筛选模块，用于根据初始分割结果，筛选最终分割结果。

第三方面，本申请提供一种电子设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，处理器执行程序时实现如第一方面的结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法。

第四方面，本申请提供一种可读存储介质，其上存储有计算机程序，该程序被处理器执行时实现如第一方面的结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法。

由以上本说明书实施例提供的技术方案可见，该方案：采用了一种交互式的半自动方法，其中病理学家标记几个点以获得关于图像的更多信息，增加了病理学家的主观指导，这使得定义更清晰，并准确地解决了先前获得的粗略结果的问题。

提出了一个新的加权凸差数学模型，以提高分割的准确性。求解时采用热核卷积近似分割区域周长，并使用一阶线性化方法求解所提出的模型，以获得模型的近似解。

探索了一个后处理阶段，该阶段根据绘制的直方图选取合适的阈值，从而剔除多余的斑点，结合了直方图的优点，不仅简单、易于操作，而且避免了选择的任意性和盲目性。

附图说明

为了更清楚地说明本说明书实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本说明书中记载的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本申请提供的结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法的流程示意图；

图 2 为本申请提供的结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法的又一流程示意图：

图 3 为采用本申请方法与现有方法对来自宫颈癌数据集的两个病理图像的分割比较示意图：

图 4 为采用本申请提供的方法与现有方法对同一原始病理图像的不同放大倍数的切片的分割比较示意图：

图 5 为本申请提供的结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割装置的结构示意图：

图 6 为本申请提供的电子设备的结构示意图。

具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本说明书中的技术方案，下面将结合本说明书实施例中的附图，对本说明书实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本说明书一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本说明书中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本说明书保护的范围。

以下描述中，为了说明而不是为了限定，提出了诸如特定系统结构、技术之类的具体细节，以便透彻理解本申请实施例。然而，本领域的技术人员应当清楚，在没有这些具体细节的其它实施例中也可以实现本申请。在其它情况中，省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明，以免不必要的细节妨碍本申请的描述。

在不背离本申请的范围或精神的情况下，可对本申请说明书的具体实施方式做多种改进和变化，这对本领域技术人员而言是显而易见的。由本申请的说明书得到的其他实施方式对技术人员而言是显而易见的。本申请说明书和实施例仅是示例性的。

关于本文中所使用的“包含”、“包括”、“具有”、“含有”等等，均为开放性的用语，即意指包含但不限于。

传统医院的病理科完成报告检查时间久（通常一周左右，CT、MRI 等当天完成），并且病理图像尺寸较大（几万*几万像素），而且需要在不同放大倍数下

进行人工检查，不仅花费时间和精力，而且会损害视力并大大降低临床诊断的效率。

而基于深度学习的分割方法大多需要大量的人工标记样本，否则，分割结果不能正确识别到细胞核边缘。

另外，大部分的传统分割模型不能充分利用病理专家提供的先验信息。

基于上述缺陷，本申请提供一种结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法，充分利用病理专家提供的先验信息，并且使用新的加权凸差分模型，使得分割结果更准确。

下面结合附图和实施例对本发明进一步详细说明。

参照图 1 和图 2，其示出了适用于本申请实施例提供的结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法的流程示意图。

如图 1 和图 2 所示，一种结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法，可以包括：

S110、获取病理图像，并在病理图像上进行标注点的标注。

其中，获取病理图像，可以包括：

获取原始病理切片；

将原始病理切片裁剪成预设像素大小的病理图像。

其中，标注点满足以下条件：

标记点的数量满足预设条件；且，

标记点依据病理图像中的细胞核的位置均匀地分布在病理图像中。

S120、利用标注点作为先验信息，构造维诺轮廓。

具体的，上述 S110、S120 为预处理阶段（对应图 2 preprocessing stage），目标是根据病理专家标记的关键点作为先验信息，构造维诺轮廓。

在预处理阶段，首先把较大像素的原始病理切片统一裁剪成像素大小为 1024×1024 的病理图像。为了充分利用病理图像中的信息，我们借助医生在细胞核上标注的标注点作为先验信息从而搭建出维诺轮廓。医生在进行人工标注点时我们设置了这两点理想的要求来确保搭建出的维诺轮廓更适合用于细胞核分割：

（1）标注点的密度应尽可能适当。标记过多的点会浪费病理学家的大量时间和精力，并造成不必要的资源浪费；如果标记点太少，将不利于下一步的核分割；

因此,选取合适数量的标注点是十分有必要的。(2)标注点尽量依据细胞核的位置较为均匀地分布在病理图像中;如果标注点的距离十分接近,那么很可能会造成搭建维诺轮廓时多个点会被当作同一个点同化掉,也就是说,标注距离过于近的点可能会成为“无效点”。不可否认的是,由于细胞核的密度和位置分布的多样性,我们难以避免在标注过程中会有上述两点问题的存在。

S130、将维诺轮廓作为初始轮廓输入预先构建的加权凸差分模型中,得到初始分割结果。

具体的,加权凸差分模型是预先构建的模型。

一个实施例中,数学模型构建阶段对应图2中 mathematical model building stage,加权凸差分模型为:

$$c_1 := c_1(u) = \frac{\int_{\Omega} f u dx}{\int_{\Omega} u dx} \quad (1)$$

$$c_2 := c_2(u) = \frac{\int_{\Omega} f(1-u) dx}{\int_{\Omega} 1-u dx} \quad (2)$$

$$u = \underset{u \in \{0,1\}}{\operatorname{argmin}} M(u, c_1, c_2) := \lambda \int_{\Omega} ((f - c_1)^2 u + (f - c_2)^2 (1 - u)) dx + \int_{\Omega} \alpha(f) |\nabla u| dx - \int_{\Omega} \beta(f) |\nabla u|^2 dx \quad (3)$$

其中, λ 为参数, f 为病理图像即待分割图像, $c_1, c_2 \in R$ 为两相分割时分割边界内部和外部像素的平均值; Ω 为病理图像的整个区域; u 为分割结果, 取值为 0 或 1, 示例性的, 0 代表黑色, 即背景区域, 1 代表白色, 即分割目标区域, 也即细胞核区域; $M()$ 为构建的优化目标函数; 在式 (3) 中, 第一项 $\lambda \int_{\Omega} ((f - c_1)^2 u + (f - c_2)^2 (1 - u)) dx$ 为保真项; 第二项 $\int_{\Omega} \alpha(f) |\nabla u| dx$ 为长度正则项, 用来刻画分割区域的长度; 第三项 $\int_{\Omega} \beta(f) |\nabla u|^2 dx$ 的作用是为了避免第二项造成的过度惩罚, 导致欠分割问题的产生。 $\alpha(f)$ 和 $\beta(f)$ 为自适应权重, 用于捕捉图像的边缘信息。

其中, $\alpha(f)$ 和 $\beta(f)$ 具体定义为:

$$\alpha(f) = \left| \nabla \left(\frac{1}{\sqrt{1 + |\nabla f|^2}} \right) \right|$$

$$\beta(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + |\nabla f|^2}}$$

求解上述模型即可得到整个分割框架中的分割结果 u 。

但是，对于问题 (3)，很难找到其最优解，因此我们可以使用凸松弛方法 $u \in [0, 1]$ 来替换二进制值约束。为了降低模型 (3) 的计算复杂性，热核卷积用于近似长度正则化项，即：

$$\int_{\Omega} |\nabla u| dx \approx \sqrt{\frac{\pi}{\tau}} \int_{\Omega} u G_{\tau} * (1 - u) dx \quad (4)$$

其中， $*$ 表示卷积，高斯函数 G_{τ} 的定义为：

$$G_{\tau}(x) = \frac{1}{4\pi\tau} \exp\left(-\frac{|x|^2}{4\tau}\right)$$

其中， τ 为尺度参数：

因此，模型 (3) 近似等于以下最小化问题：

$$\begin{aligned} \min_{u \in [0,1]} \lambda \int_{\Omega} (f - c_1)^2 u + (f - c_2)^2 (1 - u) dx - \int_{\Omega} \beta(f) |\nabla u|^2 dx \\ + \underbrace{\int_{\Omega} \alpha(f) \sqrt{\frac{\pi}{\tau}} \int_{\Omega} u G_{\tau} * (1 - u) dx}_{:= \mathcal{E}^{\tau}(u)} \end{aligned} \quad (5)$$

对于问题 (5)，由于第三项是凹的，通过一阶线性化在 u^k 处展开目标函数 $\mathcal{E}^{\tau}(u)$ ；然后，将 (5) 中的问题 u 转化为以下问题：

$$u^{k+1} = \operatorname{argmin}_{u \in [0,1]} \int_{\Omega} u \psi^k dx, \quad (6)$$

其中 $\psi^k \in \partial \mathcal{E}^{\tau}(u^k)$ 且 $\partial \mathcal{E}^{\tau}(u^k)$ 表示凹函数 $\mathcal{E}^{\tau}(u)$ 在 u^k 处的次梯度，具体表示为：

$$\begin{aligned} \psi^k = \lambda \left((f - c_1^k)^2 - (f - c_2^k)^2 \right) \\ + \sqrt{\frac{\pi}{\tau}} \alpha(f) G_{\tau} * (1 - 2u^k) + 2\beta(f) \Delta u^k. \end{aligned} \quad (7)$$

其中 Δ 表示拉普拉斯算子，从方程 (6) 中，凸集上线性函数的最小点可以在其边界点处获得：最小值可以在以下条件下实现：

$$u^{k+1} = \begin{cases} 1, & \text{if } \psi^k \leq 0; \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8).$$

基于模型(1)-(3)的图像分割算法如下所示。

Algorithm 1: Image Segmentation Algorithm Based on the Proposed Approach (1)-(3).

Input: Image f , $\tau = 0.001$, L_{max} , K_{max} , $\varepsilon = 10^{-3}$. Select λ .

1 **Initialization:** u^0 is the Voronoi diagram obtained in the preprocessing stage, $c_1^0 = c_2^0 = 0$, set $\ell = k = 0$.

2 **while** ($\ell \leq L_{max}$) **do**

3 Compute $c_1 := c_1(u^{\ell+1})$ and $c_2 := c_2(u^{\ell+1}) \leftarrow (1) (2)$;

4 **while** (*not converged and* $k \leq K_{max}$) **do**

5 Evaluate $\psi^k \leftarrow (7)$;

6 Update

$$u^{k+1} = \begin{cases} 1, & \text{if } \psi^k \leq 0; \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

7 Check the convergence condition:

$$\|u^{k+1} - u^k\|_1 \leq \varepsilon \|u^k\|_1;$$

8 **end**

9 Set $u^{\ell+1} := u^{k+1}$ and then go to Step 3.

10 **end**

Output: Segmentation result $u := u^{\ell+1}$.

可以理解的,上述加权凸差分模型还可以更换为其他改进的数学活动轮廓模型。

S140、根据初始分割结果,筛选最终分割结果。

具体的,为了得到更准确地分割结果,我们将步骤1中得到的维诺轮廓作为初始轮廓输入步骤S130中的优化的活动轮廓模型(加权凸差分模型)中进行分割后,通过直方图的形式统计出每个连通区域的面积来确定阈值,从而根据阈值来剔除分割结果中一些不必要的区域,后处理阶段对应图2中post processing stage。

一个实施例中,S140根据初始分割结果,筛选最终分割结果可以包括:

对于初始分割结果,计算每个初始分割结果对应的连接区域的面积;

根据每个连接区域的面积，创建直方图，其中，直方图的横轴为每个细胞核的序号，纵轴为面积：

根据直方图的分布，选取阈值：

将面积小于阈值对应的连接区域整合为背景区域，得到最终分割结果。

具体的，首先进行执行区域的统计，对于初始分割结果 u ，计算每个连接区域的面积，然后创建直方图，其中，直方图以每个细胞核的序号为横轴，面积为纵轴，最后确定阈值 δ ，通过观察直方图的分布，选择合适的阈值，以便将小于 δ 的所有区域整合到背景区域中。

遵循上述过程，根据阈值 δ 去除分割结果中的一些不必要区域。该方法不仅简单易行，而且避免了阈值选择的随意性和盲目性。

本申请提供的结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法，采用了一种交互式的半自动方法，其中病理学家标记几个点以获得关于图像的更多信息，增加了病理学家的主观指导，这使得定义更清晰，并准确地解决了先前获得的粗略结果的问题。

本申请提供的结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法，提出了一个新的加权凸差数学模型，以提高分割的准确性。求解时采用热核卷积近似分割区域周长，并使用一阶线性化方法求解所提出的模型，以获得模型的近似解。

本申请提供的结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法，探索了一个后处理阶段，该阶段根据绘制的直方图选取合适的阈值，从而剔除多余的斑点，结合了直方图的优点，不仅简单、易于操作，而且避免了选择的任意性和盲目性。

实验对比

如图3所示为采用本申请提供的方法与现有方法（包括OSTU、CV、WBHV、ICTM）对来自宫颈癌数据集的两个病理图像的分割比较。其中，ROI由橙色和青色框标记，从分割结果可以看出，采用本申请方法分割更准确。

如图4所示为采用本申请提供的方法与现有方法（包括OSTU、CV、WBHV、ICTM）对同一原始病理图像的不同放大倍数的切片的分割比较。其中，ROI由橙色框标记，从分割结果可以看出，采用本申请方法分割更准确。

参照图5，其示出了根据本申请一个实施例描述的结合维诺轮廓和加权凸差

分的交互式细胞核分割装置的结构示意图。

如图5所示，结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割装置，可以包括：

获取及标注模块 510，用于获取病理图像，并在病理图像上进行标注点的标注；

维诺轮廓构造模块 520，用于利用标注点作为先验信息，构造维诺轮廓；

初始分割模块 530，用于将维诺轮廓作为初始轮廓输入预先构建的加权凸差分模型中，得到初始分割结果；

筛选模块540，用于根据初始分割结果，筛选最终分割结果。

可选的，获取及标注模块510还用于：

获取原始病理切片；

将原始病理切片裁剪成预设像素大小的病理图像。

可选的，标注点满足以下条件：

标记点的数量满足预设条件；且，

标记点依据病理图像中的细胞核的位置均匀地分布在病理图像中。

可选的，加权凸差分模型为：

$$c_1 := c_1(u) = \frac{\int_{\Omega} f u dx}{\int_{\Omega} u dx} \quad (1)$$

$$c_2 := c_2(u) = \frac{\int_{\Omega} f(1-u) dx}{\int_{\Omega} 1-u dx} \quad (2)$$

$$u = \underset{u \in \{0,1\}}{\operatorname{argmin}} M(u, c_1, c_2) := \lambda \int_{\Omega} ((f - c_1)^2 u + (f - c_2)^2 (1 - u)) dx + \int_{\Omega} \alpha(f) |\nabla u| dx - \int_{\Omega} \beta(f) |\nabla u|^2 dx \quad (3)$$

其中， λ 为参数， f 为病理图像， $c_1, c_2 \in R$ 为两相分割时分割边界内部和外部像素的平均值； Ω 为病理图像的区域； u 为分割结果； $M()$ 为构建的优化目标函数； $\alpha(f)$ 和 $\beta(f)$ 为自适应权重，用于捕捉图像的边缘信息。

可选的，自适应权重 $\alpha(f)$ 和 $\beta(f)$ 分别为：

$$\alpha(f) = \left| \nabla \left(\frac{1}{\sqrt{1 + |\nabla f|^2}} \right) \right|$$

$$\beta(f) = \frac{1}{\sqrt{1+|\nabla f|^2}}.$$

可选的, 求解加权凸差分模型, 包括:

热核卷积用于近似长度正则化项:

$$\int_{\Omega} |\nabla u| dx \approx \sqrt{\frac{\pi}{\tau}} \int_{\Omega} u G_{\tau} * (1 - u) dx \quad (4)$$

其中, $*$ 表示卷积, 高斯函数 G_{τ} 的定义为:

$$G_{\tau}(x) = \frac{1}{4\pi\tau} \exp\left(-\frac{|x|^2}{4\tau}\right)$$

其中, τ 为尺度参数:

因此, 模型 (3) 近似等于以下最小化问题:

$$\begin{aligned} \min_{u \in [0,1]} & \lambda \int_{\Omega} (f - c_1)^2 u + (f - c_2)^2 (1 - u) dx - \int_{\Omega} \beta(f) |\nabla u|^2 dx \\ & + \underbrace{\int_{\Omega} \alpha(f) \sqrt{\frac{\pi}{\tau}} \int_{\Omega} u G_{\tau} * (1 - u) dx}_{:= \mathcal{E}^{\tau}(u)}. \end{aligned} \quad (5)$$

对于问题 (5), 由于第三项是凹的, 通过一阶线性化在 u^k 处展开目标函数 $\mathcal{E}^{\tau}(u)$; 然后, 将 (5) 中的问题 u 转化为以下问题:

$$u^{k+1} = \operatorname{argmin}_{u \in [0,1]} \int_{\Omega} u \psi^k dx, \quad (6)$$

其中 $\psi^k \in \partial \mathcal{E}^{\tau}(u^k)$ 且 $\partial \mathcal{E}^{\tau}(u^k)$ 表示凹函数 $\mathcal{E}^{\tau}(u)$ 在 u^k 处的次梯度, 具体表示为:

$$\begin{aligned} \psi^k &= \lambda \left((f - c_1^k)^2 - (f - c_2^k)^2 \right) \\ &+ \sqrt{\frac{\pi}{\tau}} \alpha(f) G_{\tau} * (1 - 2u^k) + 2\beta(f) \Delta u^k. \end{aligned} \quad (7)$$

其中 Δ 表示拉普拉斯算子, 从方程 (6) 中, 凸集上线性函数的最小点可以在其边界点处获得; 最小值可以在以下条件下实现:

$$u^{k+1} = \begin{cases} 1, & \text{if } \psi^k \leq 0; \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}.$$

可选的, 筛选模块 540, 还用于:

对于初始分割结果，计算每个初始分割结果对应的连接区域的面积；

根据每个连接区域的面积，创建直方图，其中，直方图的横轴为每个细胞核的序号，纵轴为面积；

根据直方图的分布，选取阈值；

将面积小于阈值对应的连接区域整合为背景区域，得到最终分割结果。

本实施例提供一种结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割装置，可以执行上述方法的实施例，其实现原理和技术效果类似，在此不再赘述。

图6为本发明实施例提供的一种电子设备的结构示意图。如图6所示，示出了适于用来实现本申请实施例的电子设备600的结构示意图。

如图6所示，电子设备600包括中央处理单元（CPU）601，其可以根据存储在只读存储器（ROM）602中的程序或者从存储部分608加载到随机访问存储器（RAM）603中的程序而执行各种适当的动作和处理。在RAM 603中，还存储有设备600操作所需的各种程序和数据。CPU 601、ROM 602以及RAM 603通过总线604彼此相连。输入/输出（I/O）接口605也连接至总线604。

以下部件连接至I/O接口605：包括键盘、鼠标等的输入部分606；包括诸如阴极射线管（CRT）、液晶显示器（LCD）等以及扬声器等的输出部分607；包括硬盘等的存储部分608；以及包括诸如LAN卡、调制解调器等的网络接口卡的通信部分609。通信部分609经由诸如因特网的网络执行通信处理。驱动器610也根据需要连接至I/O接口606。可拆卸介质611，诸如磁盘、光盘、磁光盘、半导体存储器等等，根据需要安装在驱动器610上，以便于从其上读出的计算机程序根据需要被安装入存储部分608。

特别地，根据本公开的实施例，上文参考图1描述的过程可以被实现为计算机软件程序。例如，本公开的实施例包括一种计算机程序产品，其包括有形地包含在机器可读介质上的计算机程序，计算机程序包含用于执行上述结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法的程序代码。在这样的实施例中，该计算机程序可以通过通信部分609从网络上被下载和安装，和/或从可拆卸介质611被安装。

附图中的流程图和框图，图示了按照本发明各种实施例的系统、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、或代码的一部分，前述模块、程序段、或代码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。也应当注意，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，两个接连地表示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操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。

描述于本申请实施例中所涉及到的单元或模块可以通过软件的方式实现，也可以通过硬件的方式来实现。所描述的单元或模块也可以设置在处理器中。这些单元或模块的名称在某种情况下并不构成对该单元或模块本身的限定。

上述实施例阐明的系统、装置、模块或单元，具体可以由计算机芯片或实体实现，或者由具有某种功能的产品来实现。一种典型的实现设备为计算机。具体的，计算机例如可以为个人计算机、笔记本电脑、行动电话、智能电话、个人数字助理、媒体播放器、导航设备、电子邮件设备、游戏控制台、平板计算机、可穿戴设备或者这些设备中的任何设备的组合。

作为另一方面，本申请还提供了一种存储介质，该存储介质可以是上述实施例中前述装置中所包含的存储介质；也可以是单独存在，未装配入设备中的存储介质。存储介质存储有一个或者一个以上程序，前述程序被一个或者一个以上的处理器用来执行描述于本申请的结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法。

存储介质包括永久性和非永久性、可移动和非可移动媒体可以由任何方法或技术来实现信息存储。信息可以是计算机可读指令、数据结构、程序的模块或其他数据。计算机的存储介质的例子包括，但不限于相变内存(PRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、其他类型的随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、快闪记忆体或其他内存技术、只读光盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能光盘(DVD)或其他光学存储、磁盒式磁带，磁带磁磁盘存储或其他磁性存储设备或任何其他非传输介质，可用于存储可以被计算设备访问的信息。按照本文中的界定，计算

机可读介质不包括暂存电脑可读媒体(transitory media), 如调制的数据信号和载波。

需要说明的是, 术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含, 从而使得包括一系列要素的过程、方法、商品或者设备不仅包括那些要素, 而且还包括没有明确列出的其他要素, 或者是还包括为这种过程、方法、商品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下, 由语句“包括一个……”限定的要素, 并不排除在包括要素的过程、方法、商品或者设备中还存在另外的相同要素。

本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述, 各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可, 每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其, 对于系统实施例而言, 由于其基本相似于方法实施例, 所以描述的比较简单, 相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

权 利 要 求 书

1.一种结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法，其特征在于，所述方法包括：

获取病理图像，并在所述病理图像上进行标注点的标注；

利用所述标注点作为先验信息，构造维诺轮廓；

将所述维诺轮廓作为初始轮廓输入预先构建的加权凸差分模型中，得到初始分割结果；

根据所述初始分割结果，筛选最终分割结果。

2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述获取病理图像，包括：

获取原始病理切片；

将所述原始病理切片裁剪成预设像素大小的病理图像。

3.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述标注点满足以下条件：

所述标记点的数量满足预设条件；且，

所述标记点依据所述病理图像中的细胞核的位置均匀地分布在所述病理图像中。

4.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述加权凸差分模型为：

$$c_1 := c_1(u) = \frac{\int_{\Omega} f u dx}{\int_{\Omega} u dx} \quad (1)$$

$$c_2 := c_2(u) = \frac{\int_{\Omega} f(1-u) dx}{\int_{\Omega} 1-u dx} \quad (2)$$

$$u = \underset{u \in \{0,1\}}{\operatorname{argmin}} M(u, c_1, c_2) := \lambda \int_{\Omega} ((f - c_1)^2 u + (f - c_2)^2 (1 - u)) dx \\ + \int_{\Omega} \alpha(f) |\nabla u| dx - \int_{\Omega} \beta(f) |\nabla u|^2 dx \quad (3)$$

其中， λ 为参数， f 为病理图像， $c_1, c_2 \in R$ 为两相分割时分割边界内部和外部像素的平均值； Ω 为病理图像的整个区域； u 为分割结果； $M()$ 为构建的优化目标函数； $\alpha(f)$ 和 $\beta(f)$ 为自适应权重，用于捕捉图像的边缘信息。

5.根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述自适应权重 $\alpha(f)$ 和 $\beta(f)$ 分别为:

$$\alpha(f) = \left| \nabla \left(\frac{1}{\sqrt{1 + |\nabla f|^2}} \right) \right|$$

$$\beta(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + |\nabla f|^2}}.$$

6.根据权利要求5所述的方法,其特征在于,求解所述加权凸差分模型,包括:

热核卷积用于近似长度正则化项:

$$\int_{\Omega} |\nabla u| \, dx \approx \sqrt{\frac{\pi}{\tau}} \int_{\Omega} u G_{\tau} * (1 - u) \, dx \quad (4)$$

其中,*表示卷积,高斯函数 G_{τ} 的定义为:

$$G_{\tau}(x) = \frac{1}{4\pi\tau} \exp\left(-\frac{|x|^2}{4\tau}\right)$$

其中, τ 为尺度参数:

因此,模型(3)近似等于以下最小化问题:

$$\min_{u \in [0,1]} \lambda \int_{\Omega} (f - c_1)^2 u + (f - c_2)^2 (1 - u) \, dx - \int_{\Omega} \beta(f) |\nabla u|^2 \, dx$$

$$+ \underbrace{\int_{\Omega} \alpha(f) \sqrt{\frac{\pi}{\tau}} \int_{\Omega} u G_{\tau} * (1 - u) \, dx}_{:= \mathcal{E}^{\tau}(u)}. \quad (5)$$

对于问题(5),由于第三项是凹的,通过一阶线性化在 u^k 处展开目标函数 $\mathcal{E}^{\tau}(u)$;然后,将(5)中的问题 u 转化为以下问题:

$$u^{k+1} = \operatorname{argmin}_{u \in [0,1]} \int_{\Omega} u \psi^k \, dx, \quad (6)$$

其中 $\psi^k \in \partial \mathcal{E}^{\tau}(u^k)$ 且 $\partial \mathcal{E}^{\tau}(u^k)$ 表示凹函数 $\mathcal{E}^{\tau}(u)$ 在 u^k 处的次梯度,具体表示为:

$$\psi^k = \lambda \left((f - c_1^k)^2 - (f - c_2^k)^2 \right)$$

$$+ \sqrt{\frac{\pi}{\tau}} \alpha(f) G_{\tau} * (1 - 2u^k) + 2\beta(f) \Delta u^k. \quad (7)$$

其中 Δ 表示拉普拉斯算子，从方程(6)中，凸集上线性函数的最小点可以在其边界点处获得：最小值可以在以下条件下实现：

$$u^{k+1} = \begin{cases} 1, & \text{if } \psi^k \leq 0; \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}.$$

7.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据所述初始分割结果，筛选最终分割结果，包括：

对于所述初始分割结果，计算每个所述初始分割结果对应的连接区域的面积；

根据每个连接区域的面积，创建直方图，其中，所述直方图的横轴为每个细胞核的序号，纵轴为面积；

根据所述直方图的分布，选取阈值；

将面积小于所述阈值对应的连接区域整合为背景区域，得到最终分割结果。

8.一种结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割装置，其特征在于，所述装置包括：

获取及标注模块，用于获取病理图像，并在所述病理图像上进行标注点的标注；

维诺轮廓构造模块，用于利用所述标注点作为先验信息，构造维诺轮廓；

初始分割模块，用于将所述维诺轮廓作为初始轮廓输入预先构建的加权凸差分模型中，得到初始分割结果；

筛选模块，用于根据所述初始分割结果，筛选最终分割结果。

9.一种电子设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述程序时实现如权利要求1-7中任一所述的结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法。

10.一种可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，该程序被处理器执行时实现如权利要求1-7中任一所述的结合维诺轮廓和加权凸差分的交互式细胞核分割方法。

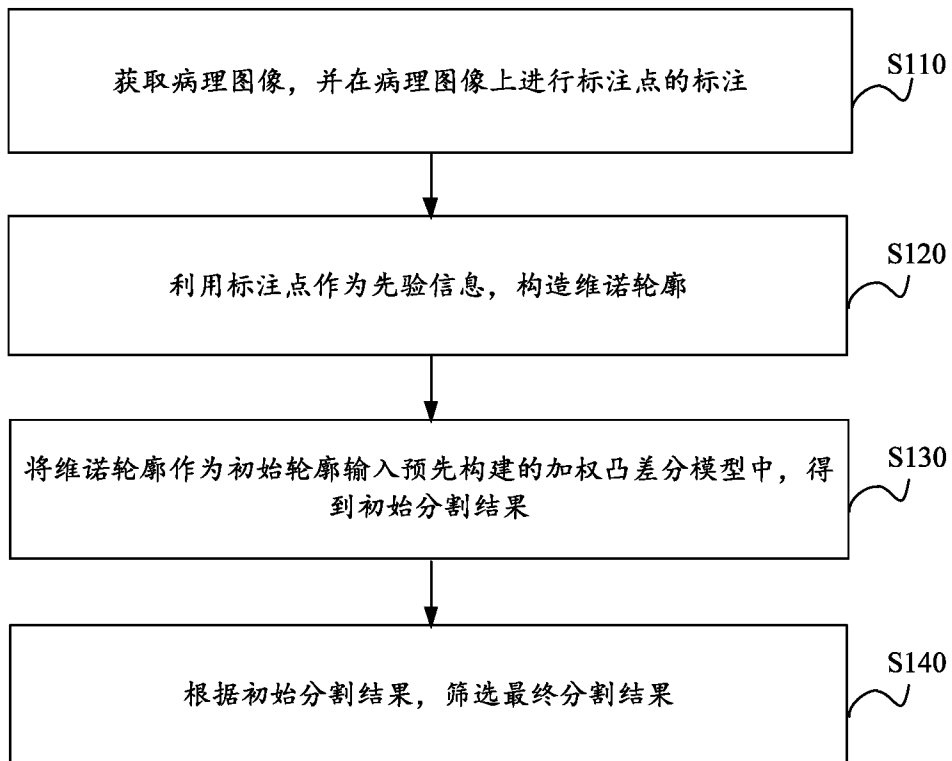


图 1

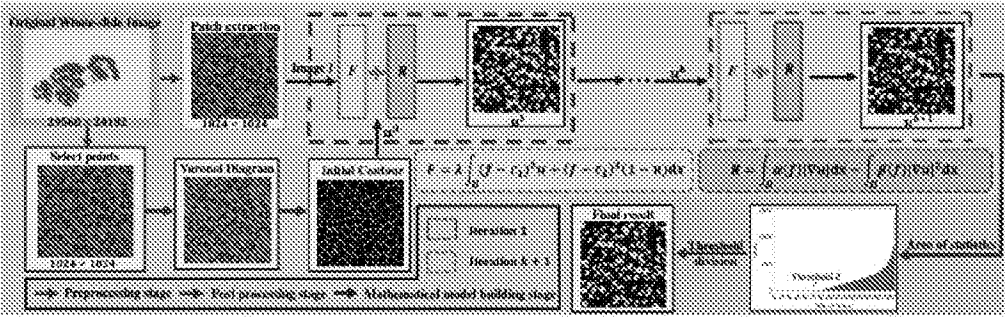


图 2

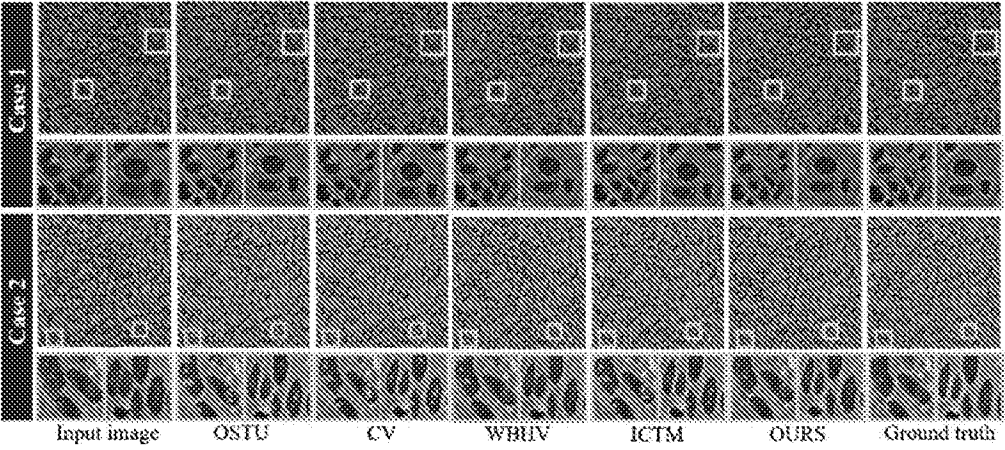


图 3

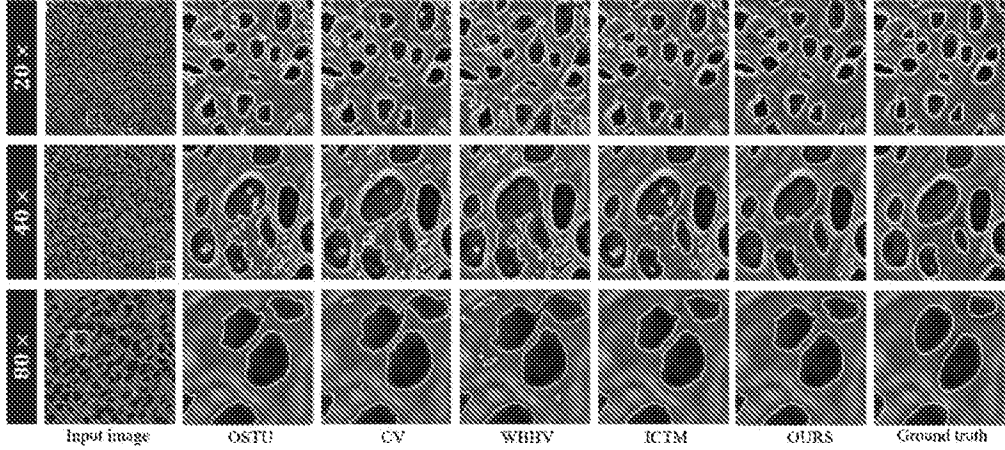


图 4

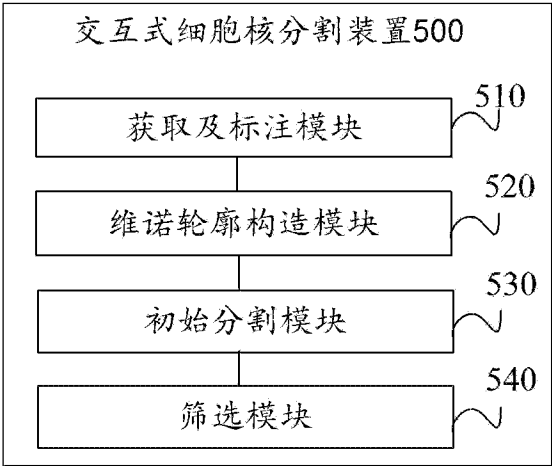


图 5

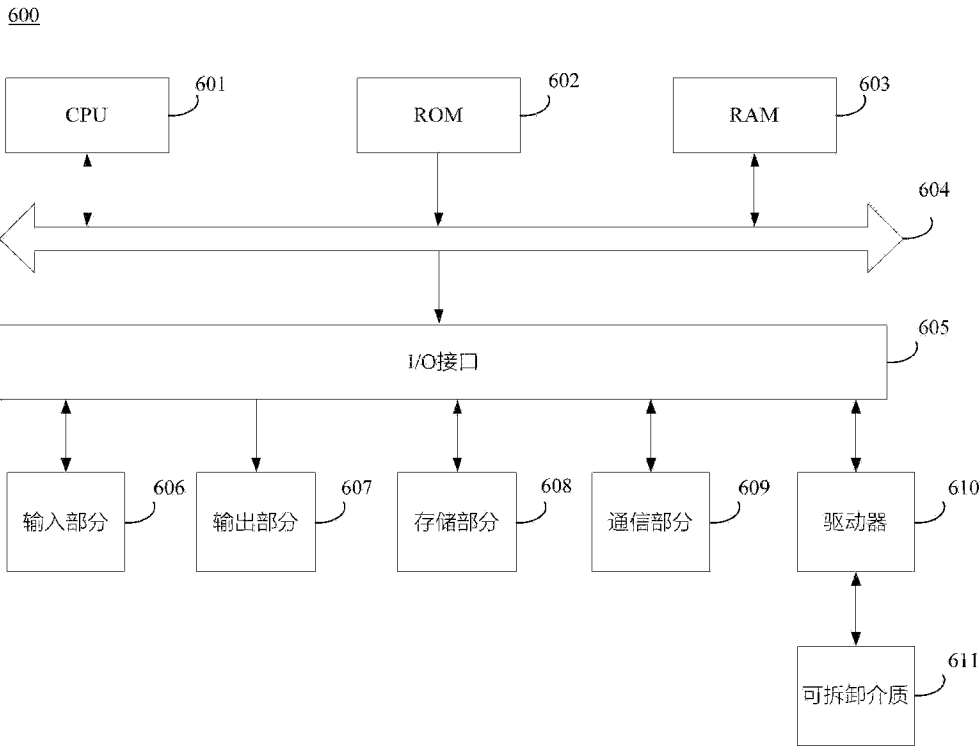


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/087890

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/00(2017.01)i; G06T7/10(2017.01)i; G06T7/12(2017.01)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)

IPC: G06T

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)

VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE: 细胞核, 分割, 交互, 维诺, 轮廓, 加权凸差分, 活动轮廓, 病理图像, 标注, 初始, 筛选, cell nucleus, contour, segment, active contour model, pathologic image, label, initial, screen

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 108364288 A (BEIHANG UNIVERSITY) 03 August 2018 (2018-08-03) description, paragraphs [0034]-[0070]	1-3, 7-10
Y	CN 108364288 A (BEIHANG UNIVERSITY) 03 August 2018 (2018-08-03) description, paragraphs [0034]-[0070]	4-6
Y	CN 115457054 A (SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY) 09 December 2022 (2022-12-09) description, paragraphs [0086]-[0158]	4-6
A	CN 113570628 A (XI'AN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 29 October 2021 (2021-10-29) entire document	1-10
A	CN 107256558 A (IDEEPWISE ARTIFICIAL INTELLIGENCE ROBOT TECHNOLOGY (BEIJING) CO., LTD.) 17 October 2017 (2017-10-17) entire document	1-10
A	US 2011274336 A1 (INSTITUTE FOR MEDICAL INFORMATICS) 10 November 2011 (2011-11-10) 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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

15 June 2023

Date of mailing of the international search report

21 June 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/087890

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108364288	A	03 August 2018	None			
CN	115457054	A	09 December 2022	None			
CN	113570628	A	29 October 2021	None			
CN	107256558	A	17 October 2017	None			
US	2011274336	A1	10 November 2011	GB	2478593	A	14 September 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/087890

A. 主题的分类

G06T7/00(2017.01)i; G06T7/10(2017.01)i; G06T7/12(2017.01)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)

IPC: G06T

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))

VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE: 细胞核, 分割, 交互, 维诺, 轮廓, 加权凸差分, 活动轮廓, 病理图像, 标注, 初始, 筛选, cell nucleus, contour, segment, active contour model, pathologic image, label, initial, screen

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 108364288 A (北京航空航天大学) 2018年8月3日 (2018 - 08 - 03) 说明书第[0034]-[0070]段	1-3, 7-10
Y	CN 108364288 A (北京航空航天大学) 2018年8月3日 (2018 - 08 - 03) 说明书第[0034]-[0070]段	4-6
Y	CN 115457054 A (深圳先进技术研究院) 2022年12月9日 (2022 - 12 - 09) 说明书第[0086]-[0158]段	4-6
A	CN 113570628 A (西安科技大学) 2021年10月29日 (2021 - 10 - 29) 全文	1-10
A	CN 107256558 A (深思考人工智能机器人科技(北京)有限公司) 2017年10月17日 (2017 - 10 - 17) 全文	1-10
A	US 2011274336 A1 (INSTITUTE FOR MEDICAL INFORMATICS) 2011年11月10日 (2011 - 11 - 10) 全文	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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2023年6月15日

国际检索报告邮寄日期

2023年6月21日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

郭婉莹

电话号码 (+86) 010-53961361

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/087890

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	108364288	A	2018年8月3日	无	
CN	115457054	A	2022年12月9日	无	
CN	113570628	A	2021年10月29日	无	
CN	107256558	A	2017年10月17日	无	
US	2011274336	A1	2011年11月10日	GB 2478593 A	2011年9月14日