

(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 9 月 12 日 (12.09.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/183000 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06V 10/26 (2022.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/080093
- (22) 国际申请日: 2023 年 3 月 7 日 (07.03.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 李嘉陆 (LI, Jialu); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。王琼 (WANG, Qiong); 中国广东省

深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。胡颖 (HU, Ying); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。赵保亮 (ZHAO, Baoliang); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 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, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE,

(54) Title: IMAGE SEGMENTATION METHOD BASED ON COMPLEMENTARY INFORMATION-BASED LOSS FUNCTION

(54) 发明名称: 一种基于互补信息的损失函数的影像分割方法

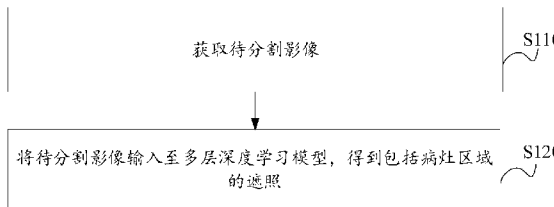


图 1

S110 Acquire an image to be segmented

S120 Input said image into a multi-layer deep learning model to obtain a mask comprising a lesion region

(57) Abstract: The present application provides an image segmentation method based on a complementary information-based loss function. The method comprises: acquiring an image to be segmented; and inputting said image into a multi-layer deep learning model to obtain a mask comprising a lesion region, wherein supervised training is carried out on the multi-layer deep learning model by using a loss function, the loss function comprises a complementary information-based false positive-negative loss function, and the complementary information-based false positive-negative loss function is used for representing complementary information between feature maps of different layers. According to the solution, complementary information between feature maps of different layers is fully used, targeted optimization is carried out on each layer of feature map to improve a segmentation result, and high detection precision is achieved.

(57) 摘要: 本申请提供一种基于互补信息的损失函数的影像分割方法, 该方法包括: 获取待分割影像; 将待分割影像输入至多层深度学习模型, 得到包括病灶区域的遮罩; 其中, 采用损失函数对多层深度学习模型进行监督训练, 损失函数包括基于互补信息的假阳性-阴性损失函数, 基于互补信息的假阳性-阴性损失函数用于表征不同层特征图之间的互补性信息。该方案充分利用了不同层特征图之间的互补性信息, 对每一层特征图进行针对性优化以提升分割结果, 拥有更高的检测精度。

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, 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))。

一种基于互补信息的损失函数的影像分割方法

技术领域

本发明属于图像分割技术领域，特别涉及一种基于互补信息的损失函数的影像分割方法。

背景技术

利用计算机自动地对超声图像中病变区域进行精准分割对于计算机辅助临床检查和治疗至关重要的。该任务可以被表述为一个对超声波单张图像进行二进制标注的问题，即利用计算机辅助系统对超声数据中的病变区域自动地进行像素级标注。

最近，深度学习模型依靠深层的网络架构、大量的可训练参数已经在图像处理领域展现出优异的性能。很多学者提出了新颖且性能出色的多层深度学习模型架构，但是目前深度学习模型的训练方式却鲜有创新。

目前常见的多层深度学习模型训练方式是使用损失函数对深度学习模型进行监督训练，即：直接使用损失函数对模型每一层的特征图进行约束。但是，交叉熵损失函数只能量化每一层特征图与地面真实结果之间的差异，其无法对特征图与特征图之间的关系进行约束，因此深度学习模型无法根据不同特征图之间的互补性信息对每一张特征图进行针对性地优化，因此其分割精度依然差强人意。

发明内容

本说明书实施例的目的是提供一种基于互补信息的损失函数的影像分割方法。

为解决上述技术问题，本申请实施例通过以下方式实现的：

本申请提供一种基于互补信息的损失函数的影像分割方法，该方法包括：

获取待分割影像；

将待分割影像输入至多层深度学习模型，得到包括病灶区域的遮罩；

其中，采用损失函数对多层深度学习模型进行监督训练，损失函数包括基于

互补信息的假阳性-阴性损失函数，基于互补信息的假阳性-阴性损失函数用于表征不同层特征图之间的互补性信息。

在其中一个实施例中，基于互补信息的假阳性-阴性损失函数包括假阳性损失函数和假阴性损失函数：

其中，假阳性损失函数用于抑制深层低空间分辨率的特征图，以减少非病灶区域被误认为病灶区域；

假阴性损失函数用于约束浅层高空间分辨率的特征图，以减少病变区域被错误归类为非病变区域。

在其中一个实施例中，基于互补信息的假阳性-阴性损失函数根据假阳性损失函数和假阴性损失函数加权和确定。

在其中一个实施例中，第 i 层特征图 F_i 的假阳性损失函数 L_{FP_i} 为：

$$L_{FP_i} = 1 - (L_{Dice}(FP_g, \widetilde{GT}))$$

其中，GT 表示当前待分割影像对应的真实病灶区域，而 $\widetilde{GT}$ 是 GT 的逆转， FP_g 为从相对于当前层特征图更深一层的特征图 F_g 中获得假阳性分割掩码； L_{Dice} 表示特征图的假阳性分割掩码 FP_g 与 $\widetilde{GT}$ 之间的 Dice 损失函数值。

在其中一个实施例中，假阳性分割掩码 FP_g 通过特征图 F_g 上的 1×1 卷积层和 Sigmoid 函数计算得到：

$$FP_g = \text{Sigmoid}(\text{Conv}(F_g \setminus GT))$$

其中，Conv 表示特征图 F_g 上的 1×1 卷积层；Sigmoid() 表示 sigmoid 激活函数； $F_g \setminus GT$ 表示特征图 F_g 和地面真实病灶区域之间的集合差值运算操作。

在其中一个实施例中，假阴性损失函数 L_{FN_i} 为：

$$L_{FN_i} = L_{Dice}(FN_i, R_g)$$

其中， FN_i 为第 i 层特征图 F_i 对应的假阴性分割模板； R_g 表示特征图 F_g 的分割结果； L_{Dice} 表示 FN_i 和 R_g 之间的 Dice 损失函数值。

在其中一个实施例中，假阴性分割模板 FN_i 通过当前待分割影像对应的真实病灶区域 GT 和当前第 i 层特征图 F_i 计算得到：

$$FN_i = GT - GT \cap \text{Sigmoid}(\text{Conv}(F_i))$$

其中，Sigmoid()表示 sigmoid 激活函数，Conv 表示的 1×1 卷积层。

在其中一个实施例中，损失函数还包括分割损失函数。

在其中一个实施例中，分割损失函数包括 Dice 损失函数和 CE 损失函数；Dice 损失函数和 CE 损失函数布置于多层深度学习模型的每一层，用于约束当前层特征图与地面真实结果之间的差异。

在其中一个实施例中，损失函数根据基于互补信息的假阳性-阴性损失函数和分割损失函数加权和确定。

由以上本说明书实施例提供的技术方案可见，该方案：充分利用了不同层特征图之间的互补性信息，对每一层特征图进行针对性优化以提升分割结果，拥有更高的检测精度。

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 为本申请提供的基于互补信息的损失函数的影像分割方法的流程示意图；

图 2 为本申请提供的基于互补信息的假阳性-阴性损失函数中特征图生成过程的可视化示意图；

图 3 为本申请提供的多层深度学习模型的训练方法示意图。

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得的。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。

本申请中的“份”如无特别说明,均按质量份计。

相关技术中,采用 Deep Supervision(深监督)训练方法训练的深度学习模型,对于一个多层的深度学习模型,其编码器(Encoder)会产生4个不同空间分辨率的特征图(F1,F2,F3,F4)。然后,多层的深度学习模型的解码器(Decoder)将上述4个不同空间分辨率的特征图(F1,F2,F3,F4)作为输入,通过上采样和卷积操作依次生成3个解码器特征图(D1,D2,D3)。对于深监督训练方式,每一个解码器特征图(D1,D2,D3)都通过损失函数分别与地面真实结果(Ground Truth)进行度量,生成对应的3个损失函数值(L1,L2,L3)。然后多层深度学习模型利用3个损失函数值(L1,L2,L3)对该模型进行参数更新、优化网络参数。

而上述深监督深度学习模型训练方法是针对自然影像提出的;以及由于该训练方法是将每一层的特征图(D1,D2,D3)单独与地面真实结果(Ground Truth)进行度量,因此其无法表征出不同层特征图之间的关联性,深度学习模型也就无法从其它层的特征图中挖掘到当前层特征图所缺失的特征信息。

基于上述缺陷,本申请结合超声影像中病灶区域(或称为病变区域)的特征,提出一种基于互补信息的损失函数的影像分割方法,可以针对性的对多层深度学习模型中不同层特征图之间的关系进行约束,进而在训练的过程中深度学习模型对每一层特征图进行针对性地优化补全,大大提升病灶分割精度,为基于深度学习的计算机辅助系统在临床医学影像领域的应用提供了更多的可能性。

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，其示出了适用于本申请实施例提供的基于互补信息的损失函数的影像分割方法的流程示意图。

如图 1 所示，基于互补信息的损失函数的影像分割方法，可以包括：

S110、获取待分割影像。

具体的，待分割影像可以为超声图像，该图像可以为存储的数据集中的图像，也可以为临床采集的图像。

S120、将待分割影像输入至多层深度学习模型，得到包括病灶区域的遮照；

其中，采用损失函数对多层深度学习模型进行监督训练，损失函数包括基于互补信息的假阳性-阴性损失函数，基于互补信息的假阳性-阴性损失函数用于表征不同层特征图之间的互补性信息。

具体的，基于互补信息的假阳性-阴性损失函数以使一个多层深度学习模型（或简称深度学习模型，或称为基于互补信息的假阳性-阴性损失函数的超声影像分割网络，或超声影像分割网络等）能够进一步抑制浅层特征图的非病变组织噪声，并在深层特征图中将更多的目标肝脏病变组织细节进行增强。

训练多层深度学习模型时采用的基于互补信息的假阳性-阴性损失函数可以表征出不同层特征图之间的互补性信息，帮助多层深度学习模型对每一层特征图进行针对性的优化补全，用于提升计算机系统辅助超声图像病灶自动检测速度和精度。

其中，基于互补信息的假阳性-阴性损失函数包括假阳性损失函数和假阴性损失函数；

其中，假阳性损失函数用于抑制深层低空间分辨率的特征图，以尽量减少非病灶区域被误认为病灶区域的可能性；

假阴性损失函数用于约束浅层高空间分辨率的特征图，以减少病变区域被错误归类为非病变区域的可能性。

如图2所示为基于互补信息的假阳性-阴性损失函数（或简称为假阳性-阴性损失函数）中特征图生成过程的可视化： FP_g 、 $\widetilde{GT}$ 、 R_g 和 FN_i 。其中，黄色矩形表示相对于当前层特征图更深一层的特征图 F_g 肿瘤分割区域，蓝色矩形表示当前层（第*i*层）特征图 F_i 的分割肿瘤区域，绿色矩形是地面真实肿瘤区域（Ground

Truth)。注意，只有粉红色区域像素值被设置为1，其它像素值被设置为0。

本申请提出的基于互补信息的假阳性-阴性损失函数 L_{FPN} ，以补全多层深度学习模型每一层特征图 F_i ($1 < i < 4$) 所缺失的肿瘤病变区域，并抑制位于潜在肿瘤区域中的非肿瘤区域部分。

具体地，我们首先从相对于当前层特征图更深一层的特征图 F_g 中获得假阳性分割掩码 FP_g (参见图2)。 FP_g 可以通过利用 F_g 上的 1×1 卷积层和Sigmoid函数来计算：

$$FP_g = \text{Sigmoid}(\text{Conv}(F_g \setminus GT))$$

其中，Conv表示特征图 F_g 上的 1×1 卷积层。Sigmoid()表示sigmoid激活函数。 $F_g \setminus GT$ 表示特征图 F_g 和地面真实肿瘤区域 (Ground Truth) 之间的集合差值运算操作。然后，我们利用图像分割中的经典指标Dice以表示出 FP_g 和 $\widetilde{GT}$ 之间的差异大小用以指导深度学习模型的训练，从而消除 FP_g 处的非肝脏区域，用字母表示为 L_{FP_i} 。

通过这样做， L_{FP_i} 使得特征图 F_i 中的非肝脏区域得到进一步抑制。在第 i 层的 L_{FP_i} 损失函数的定义由下式给出：

$$L_{FP_i} = 1 - (L_{Dice}(FP_g, \widetilde{GT}))$$

其中，GT表示当前超声影像 (即待分割影像) 对应的真实肿瘤区域，而 $\widetilde{GT}$ 是GT的逆转，即：GT中像素值1的地方变成0，GT中像素值为0的地方变成1。 L_{Dice} 表示特征图 FP_g 与 $\widetilde{GT}$ 之间的Dice损失函数值。

我们进一步利用GT和当前第 i 层特征图 F_i 进行计算，得到 F_i 对应的假阴性分割模板 FN_i 。具体来说， FN_i 是利用GT减去GT与 F_i 的交集所得到的，其数学公式表述如下：

$$FN_i = GT - GT \cap \text{Sigmoid}(\text{Conv}(F_i))$$

其中，Conv表示的 1×1 卷积层。此外，我们使用 R_g 来表示 F_g 的分割结果，因此 R_g 可以被计算为：

$$R_g = \text{Sigmoid}\left(\text{Conv}\left(F_g\right)\right)$$

然后，我们利用图像分割中的经典指标Dice表示第 i 层中的 FN_i 与 R_g 之间的差异性，用字母表示为 L_{FN_i} 。以这种方式，我们可以引导深度学习模型更好地补全第 i 层的特征图 F_i 所缺失的肿瘤病变区域。

数学上， L_{FN_i} 计算公式可以表示为：

$$L_{FN_i} = L_{Dice}(FN_i, R_g)$$

其中， L_{Dice} 表示 FN_i 和 R_g 之间的Dice损失函数值。

最后，我们将网络中每一层特征图对应的损失函数值 L_{FP_i} 与 L_{FN_i} 加权相加得到整个假阳性-阴性损失函数 L_{FPN} ：

$$L_{FPN} = \sum_{i=1}^4 L_{FP_i} + \lambda_1 L_{FN_i}$$

其中，权重 λ_1 可以根据实验结果设定，例如设为1。

可以理解的，本申请实施例损失函数中采用的Dice损失函数可以采用其他流程的损失函数，例如交叉熵（CE）等。

一个实施例中，损失函数还包括分割损失函数。其中，分割损失函数 L_{Seg} 包括Dice损失函数和CE损失函数；Dice损失函数和CE损失函数布置于多层深度学习模型的每一层，用于约束当前层特征图与地面真实结果（GroundTruth）之间的差异，指导多层深度学习模型的训练。

通过将 L_{FPN} 和分割损失函数 L_{Seg} 相加，我们可以得到网络的整体损失函数

L_{Total} ：

$$L_{Total} = L_{FPN} + \lambda_2 L_{Seg}$$

其中，权重 λ_2 用于平衡 L_{FPN} 和 L_{Seg} ， λ_2 可以根据实验结果设定，例如将其设定为1（即 $\lambda_2=1$ ）。

本申请最小化整体损失函数 L_{Total} 。

如图3所示为多层深度学习模型的训练方法示意图，首先，将输入图像输入至多层的编码器中，编码器依次会产生不同空间分辨率的特征图(F1,F2,F3,F4)。接下来，编码器生成的特征图(F1,F2,F3,F4)依次输入至多层的解码器中，解码器产生多个不同空间分辨率的特征图(D1,D2,D3)。在解码器的每一层，布置了Dice损失函数和交叉熵损失函数来表征出每一层的解码器特征图(D1,D2,D3)与地面真实结果之间的差异，并通过反向传播更新模型的参数。此外，本申请利用提出的假阳性-阴性损失函数将相邻两层的特征图关联起来，并用对应的损失函数值表征出二者的互补性损失函数值，通过反向传播更新模型的参数，促进模型产生更加精准的输出结果。

本申请提供的基于互补信息的损失函数的影像分割方法，充分利用了不同层特征图之间的互补性信息，对每一层特征图进行针对性优化以提升分割结果，拥有更高的检测精度。

本申请已经进行试验验证，实验结果表明，采用本申请提供基于互补信息的损失函数的影像分割方法与现有技术相比，能够显著提升多层深度学习模型的精度。

我们使用519张分辨率为240×240的临床肝脏肿瘤超声图像数据对本申请进行检验测试。为了定量对比，除帧率外我们还使用5个具有说服力的指标参数进行比较，分别是：Dice、Accuracy、Jaccard、APD、HD。

实验结果如下所示：

	Dice	Accuracy	Jaccard	APD	HD
现有方法	81.92±0.17	98.31±0.95	70.54±0.31	4.71±1.11	3.87±0.03
本方法	82.80±0.18	98.42±0.09	71.81±0.33	4.42±1.08	3.82±0.05

由表格可知，本申请提供的方法在所有主流检测精度中都优于现有方法。

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

1.一种基于互补信息的损失函数的影像分割方法，其特征在于，所述方法包括：

获取待分割影像；

将所述待分割影像输入至多层深度学习模型，得到包括病灶区域的遮罩；

其中，采用损失函数对所述多层深度学习模型进行监督训练，所述损失函数包括基于互补信息的假阳性-阴性损失函数，所述基于互补信息的假阳性-阴性损失函数用于表征不同层特征图之间的互补性信息。

2.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述基于互补信息的假阳性-阴性损失函数包括假阳性损失函数和假阴性损失函数；

其中，所述假阳性损失函数用于抑制深层低空间分辨率的特征图，以减少非病灶区域被误认为病灶区域；

所述假阴性损失函数用于约束浅层高空间分辨率的特征图，以减少病变区域被错误归类为非病变区域。

3.根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述基于互补信息的假阳性-阴性损失函数根据所述假阳性损失函数和所述假阴性损失函数加权和确定。

4.根据权利要求 2 或 3 所述的方法，其特征在于，第 i 层特征图 F_i 的假阳性损失函数 L_{FP_i} 为：

$$L_{FP_i} = 1 - \left(L_{Dice}(FP_g, \widetilde{GT}) \right)$$

其中，GT 表示当前所述待分割影像对应的真实病灶区域，而 $\widetilde{GT}$ 是 GT 的逆转， FP_g 为从相对于当前层特征图更深一层的特征图 F_g 中获得假阳性分割掩码； L_{Dice} 表示特征图的假阳性分割掩码 FP_g 与 $\widetilde{GT}$ 之间的 Dice 损失函数值。

5.根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述假阳性分割掩码 FP_g 通过特征图 F_g 上的 1×1 卷积层和 Sigmoid 函数计算得到：

$$FP_g = \text{Sigmoid} \left(\text{Conv}(F_g \setminus GT) \right)$$

其中, Conv 表示特征图 F_g 上的 1×1 卷积层; Sigmoid()表示 sigmoid 激活函数; $F_g \setminus GT$ 表示特征图 F_g 和地面真实病灶区域之间的集合差值运算操作。

6.根据权利要求 2 或 3 所述的方法,其特征在于,所述假阴性损失函数 L_{FN_i} 为:

$$L_{FN_i} = L_{Dice}(FN_i, R_g)$$

其中, FN_i 为第 i 层特征图 F_i 对应的假阴性分割模板; R_g 表示特征图 F_g 的分割结果; L_{Dice} 表示 FN_i 和 R_g 之间的 Dice 损失函数值。

7.根据权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述假阴性分割模板 FN_i 通过当前所述待分割影像对应的真实病灶区域 GT 和当前第 i 层特征图 F_i 计算得到:

$$FN_i = GT - GT \cap \text{Sigmoid}(\text{Conv}(F_i))$$

其中, Sigmoid()表示 sigmoid 激活函数, Conv 表示的 1×1 卷积层。

8.根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述损失函数还包括分割损失函数。

9.根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,所述分割损失函数包括 Dice 损失函数和 CE 损失函数;所述 Dice 损失函数和所述 CE 损失函数布置于所述多层深度学习模型的每一层,用于约束当前层特征图与地面真实结果之间的差异。

10.根据权利要求 8 或 9 所述的方法,其特征在于,所述损失函数根据所述基于互补信息的假阳性-阴性损失函数和所述分割损失函数加权和确定。

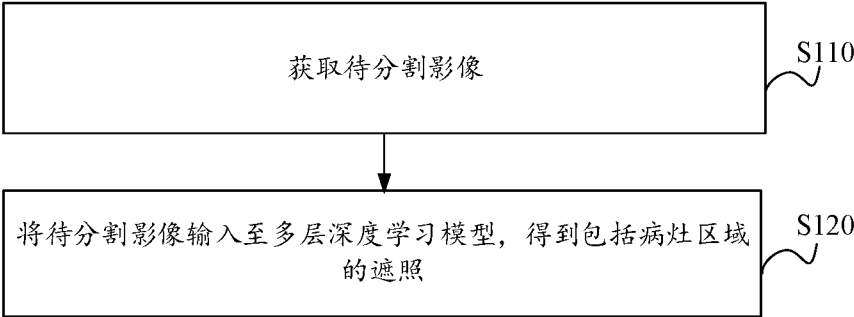


图 1

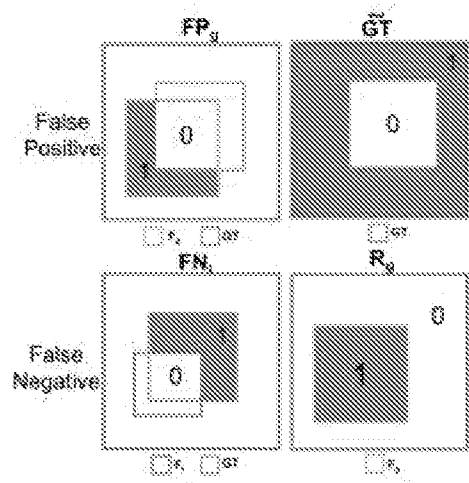


图 2

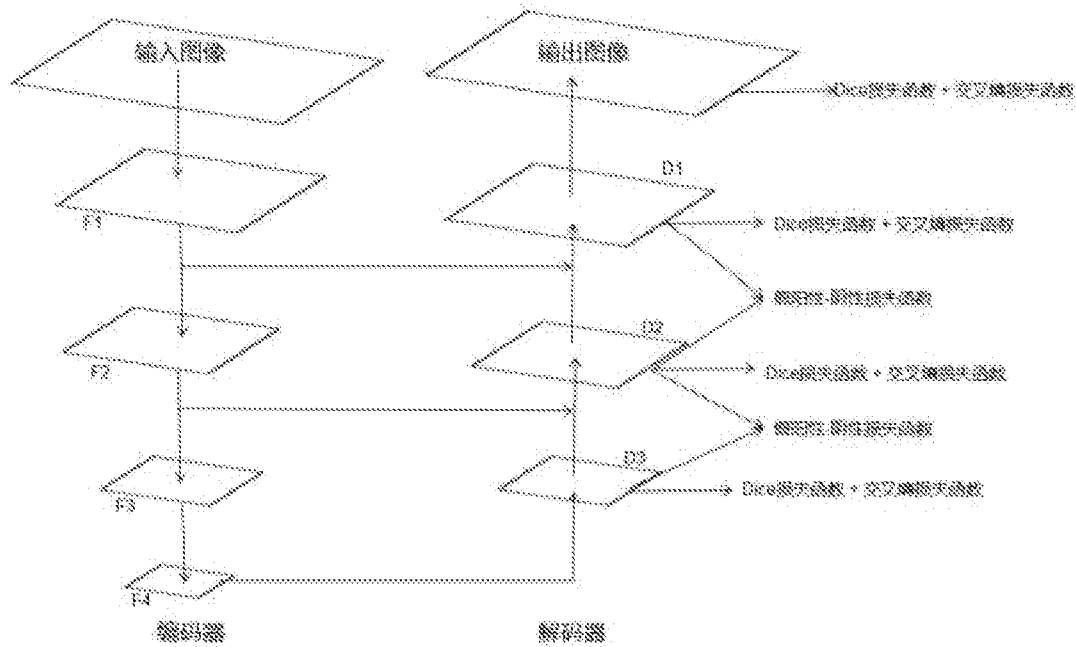


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/080093

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06V 10/26(2022.01)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: G06V 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: 图像, 分割, 不同, 特征图, 互补, 假阳, 假阴, 损失, 李嘉陆, image, segment, feature map, different, complementary, false positive, false negative, loss, jialu li

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 112819763 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 18 May 2021 (2021-05-18) description, paragraphs [0006]-[0047]	1-10
Y	WO 2022151755 A1 (SHANGHAI SENSETIME INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 21 July 2022 (2022-07-21) description, paragraphs 0151-0166	1-10
A	CN 112102321 A (SHENZHEN UNIVERSITY) 18 December 2020 (2020-12-18) entire document	1-10
A	US 2022383621 A1 (GENENTECH, INC.) 01 December 2022 (2022-12-01) 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

23 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/CN2023/080093

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112819763	A	18 May 2021	None			
WO	2022151755	A1	21 July 2022	CN	112785565	A	11 May 2021
CN	112102321	A	18 December 2020	None			
US	2022383621	A1	01 December 2022	EP	4115331	A1	11 January 2023
				KR	20220151170	A	14 November 2022
				JP	2023516651	A	20 April 2023
				WO	2021178685	A1	10 September 2021
				CN	115210755	A	18 October 2022

A. 主题的分类 G06V 10/26 (2022.01) 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: G06V 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: 图像, 分割, 不同, 特征图, 互补, 假阳, 假阴, 损失, 李嘉陆, image, segment, feature map, different, complementary, false positive, false negative, loss, jialuli																	
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 112819763 A (北京工业大学) 2021年5月18日 (2021 - 05 - 18) 说明书第0006-0047段</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2022151755 A1 (上海商汤智能科技有限公司) 2022年7月21日 (2022 - 07 - 21) 说明书第0151-0166段</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 112102321 A (深圳大学) 2020年12月18日 (2020 - 12 - 18) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2022383621 A1 (GENENTECH INC.) 2022年12月1日 (2022 - 12 - 01) 全文</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 112819763 A (北京工业大学) 2021年5月18日 (2021 - 05 - 18) 说明书第0006-0047段	1-10	Y	WO 2022151755 A1 (上海商汤智能科技有限公司) 2022年7月21日 (2022 - 07 - 21) 说明书第0151-0166段	1-10	A	CN 112102321 A (深圳大学) 2020年12月18日 (2020 - 12 - 18) 全文	1-10	A	US 2022383621 A1 (GENENTECH INC.) 2022年12月1日 (2022 - 12 - 01) 全文	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 112819763 A (北京工业大学) 2021年5月18日 (2021 - 05 - 18) 说明书第0006-0047段	1-10															
Y	WO 2022151755 A1 (上海商汤智能科技有限公司) 2022年7月21日 (2022 - 07 - 21) 说明书第0151-0166段	1-10															
A	CN 112102321 A (深圳大学) 2020年12月18日 (2020 - 12 - 18) 全文	1-10															
A	US 2022383621 A1 (GENENTECH INC.) 2022年12月1日 (2022 - 12 - 01) 全文	1-10															
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																	
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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													
* 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23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 巩瑜 电话号码 (+86) 010-53961382															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/080093

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	112819763	A	2021年5月18日	无			
WO	2022151755	A1	2022年7月21日	CN	112785565	A	2021年5月11日
CN	112102321	A	2020年12月18日	无			
US	2022383621	A1	2022年12月1日	EP	4115331	A1	2023年1月11日
				KR	20220151170	A	2022年11月14日
				JP	2023516651	A	2023年4月20日
				WO	2021178685	A1	2021年9月10日
				CN	115210755	A	2022年10月18日