

(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 11 月 28 日 (28.11.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/239581 A1

(51) 国际专利分类号:

G06V 10/764 (2022.01) **G06T 3/00** (2024.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2023/135847

(22) 国际申请日:

2023 年 12 月 1 日 (01.12.2023)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

202310579001.5 2023年5月22日 (22.05.2023) CN

(71) 申请人: 中国 石 油 天 然 气 集 团 有 限 公 司 (**CHINA NATIONAL PETROLEUM CORPORATION**) [CN/CN]; 中国北京市东城区东直门北大街 9 号, Beijing 100007 (CN)。中国 石 油 集 团 东 方 地 球 物 理 勘 探 有 限 责 任 公 司 (**BGP INC., CHINA NATIONAL PETROLEUM CORPORATION**) [CN/CN]; 中国河北省保定市涿州市范阳西路 189 号, Hebei 072751 (CN)。中 油 油 气 勘 探 软 件 国 家 工 程 研 究 中 心 有 限 公 司 (**CNPC EXPLORATION SOFTWARE CO.,**

LTD) [CN/CN]; 中国北京市海淀区海淀大街甲 36 号惠华大厦, Beijing 100080 (CN)。

(72) 发明人: 李 磊 (**LI, Lei**); 中国河北省保定市涿州市范阳西路 189 号, Hebei 072751 (CN)。王 子 叶 (**WANG, Ziyu**); 中国河北省保定市涿州市范阳西路 189 号, Hebei 072751 (CN)。雷 娜 (**LEI, Na**); 中国河北省保定市涿州市范阳西路 189 号, Hebei 072751 (CN)。陈 萍 (**CHEN, Ping**); 中国河北省保定市涿州市范阳西路 189 号, Hebei 072751 (CN)。徐 晨 (**XU, Chen**); 中国河北省保定市涿州市范阳西路 189 号, Hebei 072751 (CN)。

(74) 代理人: 北 京 润 平 知 识 产 权 代 理 有 限 公 司 (**RUNPING & PARTNERS**); 中国北京市海淀区北四环西路 9 号银谷大厦 515 室, Beijing 100190 (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,

(54) Title: CONSTRUCTION METHOD FOR FAULT GROUPING MODEL, AND FAULT GROUPING METHOD AND SYSTEM

(54) 发明名称: 一种断层分组模型的构建方法、断层分组方法和系统

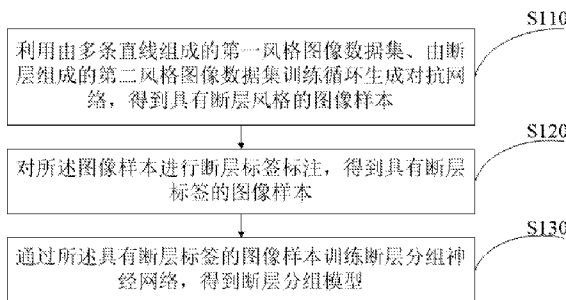


图 1

S110 Train a cyclic generative adversarial network by using a first style image dataset consisting of a plurality of straight lines and a second style image dataset consisting of faults, so as to obtain an image sample having a fault style

S120 Perform fault tag labeling on the image sample to obtain an image sample having a fault tag

S130 Train a fault grouping neural network by means of the image sample having the fault tag, so as to obtain a fault grouping model

(57) Abstract: The present invention belongs to the field of fault diagnosis. Provided are a construction method for a fault grouping model, and a fault grouping method and system. The construction method for a fault grouping model comprises: training a cyclic generative adversarial network by using a first style image dataset consisting of a plurality of straight lines and a second style image dataset consisting of faults, so as to obtain an image sample having a fault style, wherein the cyclic generative adversarial network comprises a first generator, a second generator, a first discriminator and a second discriminator, the first generator being used for generating a fault image from a first style image, the second generator being used for generating a straight line image from a second style image, and the first discriminator and the second discriminator being used for determining the probability that an input image is a real image; performing fault tag labeling on the image sample to obtain an image sample having a fault tag; and training a fault grouping neural network by means of the image sample having the fault tag, so as to obtain a fault grouping model. The embodiments of the present invention can improve the accuracy of the fault grouping model.

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,
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))。

(57) 摘要: 本发明提供一种断层分组模型的构建方法、断层分组方法和系统, 属于断层诊断领域。所述方法包括: 利用由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集训练循环生成对抗网络, 得到具有断层风格的图像样本; 其中, 所述循环生成对抗网络包括第一生成器、第二生成器、第一判别器和第二判别器, 第一生成器用于将第一风格图像生成为断层图像, 第二生成器用于将第二风格图像生成为直线图像, 第一判别器和第二判别器用于判断输入的图像为真实图像的概率; 对图像样本进行断层标签标注, 得到具有断层标签的图像样本; 通过具有断层标签的图像样本训练断层分组神经网络, 得到断层分组模型。本发明实施例可以提高断层分组模型的准确性。

一种断层分组模型的构建方法、断层分组方法和系统

相关申请的交叉引用

本申请要求 2023 年 05 月 22 日提交的中国专利申请 202310579001.5 的权益，该申请的内容通过引用被合并于本文。

技术领域

本发明涉及断层诊断领域，具体地涉及一种断层分组模型的构建方法、断层分组方法和系统。

背景技术

断层识别在地震勘探中起着重要作用，是地震勘探工作中不可缺少的一个环节。

由于工作区域和地质构造的不同，地震资料存在很大的差别，导致断层自身的分布没有规律性。其次，人工对断层进行标注含有主观因素，容易产生不完全或不精确的标注结果。基于此，现有的断层分组模型存在着断层样本不足，断层标注不准确等问题，无法对断层的特征进行有效的识别。

发明内容

本发明实施例的目的是提供一种断层分组模型的构建方法、断层分组方法和系统，通过本发明实施例可以解决或部分解决现有技术中存在的问题。

为了实现上述目的，本发明实施例提供一种断层分组模型的构建方法，所述断层分组模型的构建方法，包括：利用由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集训练循环生成对抗网络，得到具有断层风格的图像样本；其中，所述循环生成对抗网络包括第一生成器、第二生成器、第一判别器和第二判别器；所述第一生成器用于将所述第一风格图像生成为断层图像，所述第二生成器用于将所述第二风格图像生成为直线图像；所述第一判别器和第

二判别器用于判断输入的图像为生成器生成的图像还是来自第一风格图像数据集/第二风格图像数据集的图像；对所述图像样本进行断层标签标注，得到具有断层标签的图像样本；通过所述具有断层标签的图像样本训练断层分组神经网络，得到断层分组模型。

可选的，所述利用由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集训练循环生成对抗网络，得到具有断层风格的图像样本，包括：将由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集输入到循环生成对抗网络，生成加权损失函数；调节所述循环生成对抗网络的权值，直到加权损失函数值最小；将所述加权损失函数值最小时对应的权值作为最优参数，得到最优循环生成对抗网络；将所述由多条直线组成的第一风格图像数据集输入到所述最优循环生成对抗网络，得到具有断层风格的图像样本。

可选的，所述将由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集输入到循环生成对抗网络，生成加权损失函数，包括：将所述第一风格图像输入到所述第一生成器，生成断层图像；利用所述第一判别器判断生成的断层图像为第二风格图像的概率值，得到所述第一判别器的损失函数；将所述第二风格图像输入到第二生成器，生成直线图像；利用所述第二判别器判断生成的直线图像为第一风格图像的概率值，得到所述第二判别器的损失函数；将生成的直线图像、断层图像分别输入到所述第一生成器和第二生成器，得到再次生成的断层图像和直线图像；计算所述再次生成的直线图像、断层图像与所述第一风格图像、第二风格图像的欧式距离，得到第三损失函数；将所述第一判别器的损失函数、第二判别器的损失函数和第三损失函数之和作为加权损失函数。

可选的，所述将所述第一风格图像输入到所述第一生成器，生成断层图像，利用所述第一判别器判断生成的断层图像为第二风格图像的概率值，得到所述第一判别器的损失函数，包括：将由多条直线组成的第一风格图像 x 输入到所述第一生成器 G ，生成断层图像 $G(x)$ ；将由断层组成的第二风格图像、生成的断层图像 $G(x)$ 输入到所述第一判别器 D_Y ，输出所述断层图像为第二风格图像的概率值 $D_Y(G(x))$ ，得到所述第一判别器的损失函数：

$$L_{GAN}(G, D_Y, X, Y) = \alpha E_{y \sim p_{data}(y)} [\log D_Y(y)] + (1 - \alpha) E_{x \sim p_{data}(x)} [\log (1 - D_Y(G(x)))]$$

其中, 所述 $p_{data(x)}$ 为由多条直线组成的第一风格图像数据集的数据分布, $p_{data(y)}$ 为由断层组成的第二风格图像数据集的数据分布, α 为预先设定的参数。

可选的, 所述将第二风格图像输入到第二生成器, 生成直线图像, 利用所述第二判别器判断生成的直线图像为第一风格图像的概率值, 得到所述第二判别器的损失函数, 包括: 将由断层组成的第二风格图像 y 输入到第二生成器 F , 生成直线图像 $F(y)$; 将所述由多条直线组成的第一风格图像、生成的直线图像 $F(y)$ 输入所述第二判别器 D_X , 输出所述直线图像为第一风格图像的概率值 $D_X(F(y))$, 得到所述第二判别器的损失函数:

$$L_{GAN}(G, D_X, X, Y) = \alpha E_{x \sim p_{data(x)}}[\log D_X(x)] + (1 - \alpha) E_{y \sim p_{data(y)}}[\log(1 - D_X(F(y)))]$$

其中, α 为预先设定的调节因子。

可选的, 所述将生成的直线图像、断层图像分别输入到所述第一生成器和第二生成器, 得到再次生成的断层图像和直线图像, 计算所述再次生成的直线图像、断层图像与所述第一风格图像、第二风格图像的欧式距离, 得到第三损失函数, 包括: 将生成的直线图像 $F(y)$ 、断层图像 $G(x)$ 分别输入到所述第一生成器 G 和第二生成器 F , 得到再次生成的断层图像 $G(F(y))$ 和直线图像 $F(G(x))$; 计算所述再次生成的断层图像 $G(F(y))$ 、直线图像 $F(G(x))$ 与所述第二风格图像 y 、第一风格图像 x 的欧式距离, 得到第三损失函数:

$$L_{cyc}(G, F) = E_{x \sim p_{data(x)}}[\|F(G(x)) - x\|_1] + E_{y \sim p_{data(y)}}[\|G(F(y)) - y\|_1]$$

可选的, 所述对图像样本进行断层标签标注, 得到具有断层标签的图像样本, 包括计算所述图像样本的未知像素点 x_i 与所述第一风格图像已知像素点 u_j 的距离; 将距离最小的 K 个已知像素点作为最邻近样本; 将多数 K 个最邻近样本的所属类别作为所述未知像素点的类别, 进行断层标签标注。

可选的, 通过以下公式计算所述图像样本的未知像素点 x_i 与所述第一风格图像已知像素点 u_j 的距离 $dist$:

$$dist = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n f(\|x_i - u_j\|^e)$$

其中，f 为高斯函数， e 为范数，取值为 1 或 2。

可选的，所述断层分组神经网络为 YOLACT 网络，包括：特征提取网络、掩模系数网络、原型网络、多尺度注意力网络、聚合与剪裁网络；所述特征提取网络用于提取断层图像的特征，形成特征图；所述掩模系数网络用于对所述特征图进行处理，得到预测框、分类和掩码系数；所述多尺度注意力网络用于对所述特征图加权，得到加权特征图；所述原型网络用于基于所述加权特征图进行特征预测，生成原型；所述聚合与剪裁网络用于将所述预测框、分类和掩码系数以及原型组合，识别断层。

可选的，所述对特征图加权，得到加权特征图，包括：将所述特征图压缩，得到压缩的向量；将所述压缩后的向量通过一个卷积层降维，得到注意权重；以及将所述注意权重与所述特征图相乘，得到加权特征图。

相应的，本发明实施例还提供一种断层分组方法，所述断层分组方法，包括：利用所述断层分组模型的构建方法，建立断层分组模型；将待识别图像输入到所述断层分组模型，得到断层分组结果。

相应的，本发明实施例还提供一种断层分组模型的构建系统，用于执行所述的断层分组模型的构建方法。

相应的，本发明实施例还提供一种断层分组系统，用于执行所述断层分组方法。

本发明实施例，通过利用由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集训练循环生成对抗网络，可以得到具有断层风格的图像样本，从而为训练断层分组神经网络提供充足的断层样本数据，提高断层分组模型的准确性；

进一步的，本发明实施例利用聚类的思想，首先计算图像样本的未知像素点与第一风格图像已知像素点的距离，将多数最邻近样本的所属类别作为未知像素点的类别，进行断层标签标注，解决了现有技术标注效率低、训练困难、结果准确性差等问题；

进一步的，本发明实施例提供的断层分组神经网络包含多尺度注意力网络，

通过对特征图加权，可以区分特征图中不同的特征对于分割精度的重要性，提高了断层分组的准确性。

本发明实施例的其它特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明

附图说明

附图是用来提供对本发明实施例的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与下面的具体实施方式一起用于解释本发明实施例，但并不构成对本发明实施例的限制。在附图中：

图 1 是本发明实施例提供的一种断层分组模型的构建方法的流程图；

图 2 是本发明实施例提供的一种训练循环生成对抗网络的方法的流程图；

图 3 是本发明实施例提供的循环生成对抗网络的结构图；

图 4 是本发明实施例提供的 YOLACT 网络结构图；

图 5 是本发明实施例提供的多尺度注意力网络的结构图；

图 6 是本发明实施例提供的一种断层分组方法的流程图；

图 7 是本发明实施例提供的由多条直线组成的第一风格图像；

图 8 是本发明实施例提供的循环生成对抗网络生成的具有断层风格的图像；

图 9 是本发明实施例提供的经过数据处理后的具有断层风格的图像；

图 10 是本发明实施例提供的断层分组结果图。

具体实施方式

以下结合附图对本发明实施例的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明实施例，并不用于限制本发明实施例。

图 1 是本发明实施例提供的一种断层分组模型的构建方法的流程图。

如图 1 所示，所述断层分组模型的构建方法，包括：

S110：利用由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集训练循环生成对抗网络，得到具有断层风格的图像样本；其中，所

述循环生成对抗网络包括第一生成器、第二生成器、第一判别器和第二判别器，所述第一生成器用于将所述第一风格图像生成为断层图像，所述第二生成器用于将所述第二风格图像生成为直线图像，所述第一判别器和第二判别器用于判断输入的图像为生成器生成的图像还是来自第一风格图像数据集/第二风格图像数据集的图像；

S120：对所述图像样本进行断层标签标注，得到具有断层标签的图像样本；

S130：通过所述具有断层标签的图像样本训练断层分组神经网络，得到断层分组模型。

在步骤 S110 中，可以利用由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集训练循环生成对抗网络，然后利用循环生成对抗网络得到具有断层风格的图像样本，从而满足构建断层分组模型时对于断层样本的需求。

其中，所述由多条直线组成的第一风格图像数据集可以通过在一张图像上自动生成若干条直线得到，所述由断层组成的第二风格图像数据集可以在已有的断层图像进行随机裁剪得到。

进一步的，在利用由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集训练循环生成对抗网络时，可以将由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集输入到循环生成对抗网络，生成加权损失函数；然后，调节所述循环生成对抗网络的权值，直到加权损失函数值最小；将所述加权损失函数值最小时对应的权值作为最优参数，得到最优循环生成对抗网络；将所述由多条直线组成的第一风格图像数据集输入到所述最优循环生成对抗网络，得到具有断层风格的图像样本。

需要说明的是，所述加权损失函数的总损失值越小表明该网络的训练效果越好，生成的图像风格越接近断层图像的风格。

为了便于理解，本发明实施例提供了一种训练循环生成对抗网络的方法的流程图，如图 2 所示，所述训练循环生成对抗网络的方法，包括：

S210：将由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集输入到循环生成对抗网络，生成加权损失函数；

S220：调节所述循环生成对抗网络的权值，直到加权损失函数值最小；

S230: 将所述加权损失函数值最小时对应的权值作为最优参数, 得到最优循环生成对抗网络;

S240: 将所述由多条直线组成的第一风格图像数据集输入到所述最优循环生成对抗网络, 得到具有断层风格的图像样本。

下面对步骤 S210 训练循环生成对抗网络过程中获取加权损失函数的方法进行详细介绍。

图 3 是本发明实施例提供的循环生成对抗网络的结构图。

如图 3 所示, 首先, 将所述第一风格图像输入到所述第一生成器(生成器 G), 生成断层图像; 利用所述第一判别器(判别器 D_Y) 判断生成的断层图像为第二风格图像的概率值, 得到所述第一判别器的损失函数; 然后, 将所述第二风格图像输入到第二生成器(生成器 F), 生成直线图像; 利用所述第二判别器(判别器 D_X) 判断生成的直线图像为第一风格图像的概率值, 得到所述第二判别器的损失函数; 其次, 将生成的直线图像、断层图像分别输入到所述第一生成器和第二生成器, 得到再次生成的断层图像和直线图像; 计算所述再次生成的直线图像、断层图像与所述第一风格图像、第二风格图像的欧式距离, 得到第三损失函数; 最后, 将所述第一判别器的损失函数、第二判别器的损失函数和第三损失函数之和作为加权损失函数。

举例说明, 可以将由多条直线组成的第一风格图像 x 输入到所述第一生成器 G , 生成断层图像 $G(x)$; 将由断层组成的第二风格图像、生成的断层图像 $G(x)$ 输入到所述第一判别器 D_Y , 输出所述断层图像为第二风格图像的概率值 $D_Y(G(x))$, 得到所述第一判别器的损失函数:

$$L_{GAN}(G, D_Y, X, Y) = \alpha E_{y \sim p_{data}(y)}[\log D_Y(y)] + (1 - \alpha) E_{x \sim p_{data}(x)}[\log(1 - D_Y(G(x)))]$$

其中, 所述 $p_{data}(x)$ 为由多条直线组成的第一风格图像数据集的数据分布, $p_{data}(y)$ 为由断层组成的第二风格图像数据集的数据分布, α 为预先给定调节因子。

然后, 将由断层组成的第二风格图像 y 输入到第二生成器 F , 生成直线图像 $F(y)$; 将所述由多条直线组成的第一风格图像、生成的直线图像 $F(y)$ 输入所述第二判别器 D_X , 输出所述直线图像为第一风格图像的概率值 $D_X(F(y))$, 得到

所述第二判别器的损失函数：

$$L_{GAN}(G, D_X, X, Y) = \alpha E_{x \sim p_{data}(x)}[\log D_X(x)] + (1 - \alpha) E_{y \sim p_{data}(y)}[\log(1 - D_X(F(y)))],$$

其中， α 为预先给定调节因子。

进一步的，将生成的直线图像 $F(y)$ 、断层图像 $G(x)$ 分别输入到所述第一生成器 G 和第二生成器 F ，得到再次生成的断层图像 $G(F(y))$ 和直线图像 $F(G(x))$ ；

计算所述再次生成的断层图像 $G(F(y))$ 、直线图像 $F(G(x))$ 与所述第二风格图像 y 、第一风格图像 x 的欧式距离，得到第三损失函数：

$$L_{cyc}(G, F) = E_{x \sim p_{data}(x)}[\|F(G(x)) - x\|_1] + E_{y \sim p_{data}(y)}[\|G(F(y)) - y\|_1]$$

最后，将所述第一判别器的损失函数、第二判别器的损失函数和第三损失函数之和作为加权损失函数：

$$L(G, F, D_X, D_Y) = L_{GAN}(G, D_Y, X, Y) + L_{GAN}(F, D_X, Y, X) + L_{cyc}(G, F)。$$

本发明实施例，通过利用由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集训练循环生成对抗网络，可以得到具有断层风格的图像样本，从而为训练断层分组神经网络提供充足的样本数据，提高断层分组模型的准确性。

在步骤 S120 中，对于由多条直线组成的第一风格图像数据集的直线图像样本，每个像素点所属类别已知。而断层风格迁移之后得到断层图像的像素点属于未知样本。因此，在对所述图像样本进行断层标签标注时，可以采用聚类的思想给未知样本归类，以减小人工标注样本的主观性，提高断层分组的准确性。

具体的，如果一个样本在特征空间中最相似（即特征空间中距离最邻近）的样本中的大多数属于某一个类别，则该样本也属于这个类别。

下面对利用聚类思想对所述图像样本进行断层标签标注的方法进行介绍。

首先，可以计算所述图像样本的未知像素点 x_i 与所述第一风格图像已知像素点 u_j 的距离 $dist$ ： $dist = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n f(\|x_i - u_j\|^e)$ ，其中， f 为高斯函数， e 为范数，

可以取值 1 和 2 等；然后，将距离最小的 K 个已知像素点作为最邻近样本；最后，

将多数 K 个最邻近样本的所属类别作为所述未知像素点的类别, 进行断层标签标注。

举例说明, 首先, 可以计算断层图像中未知像素点 (待分类点) x_i 与直线图像中已知像素点 u_j 的距离 $dist$: $dist = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n f(\|x_i - u_j\|^e)$, 其中, f 为高斯函数, e 为范数, 可以取值 1 和 2 等; 得到目前 K 个最相似像素点中的最大距离 max_dist , 如果 $dist$ 小于 max_dist , 则将该像素点作为 K 个最近邻样本;

重复上述步骤, 直到未知像素点和所有已知像素点之间的距离计算结束; 然后, 统计 K 个最近邻样本中每个类别出现的次数, 选择出现频率最大的类别作为该未知像素点的类别。

本发明实施例利用聚类的思想, 首先计算图像样本的未知像素点与第一风格图像已知像素点的距离, 将多数最邻近样本的所属类别作为未知像素点的类别, 进行断层标签标注, 解决了现有技术标注效率低、训练困难、结果准确性差等问题。

在步骤 S130 中, 所述断层分组神经网络可以为 YOLACT 网络, 图 4 是本发明实施例提供的 YOLACT 网络结构图。

如图 4 所示, 所述 YOLACT 网络可以包括: 特征提取网络、掩模系数网络、原型网络、多尺度注意力网络、聚合与剪裁网络。

其中, 所述特征提取网络用于提取断层图像的特征, 形成特征图; 所述掩模系数网络用于对所述特征图进行处理, 得到预测框、分类和掩码系数; 所述多尺度注意力网络用于对所述特征图加权, 得到加权特征图; 所述原型网络用于基于所述加权特征图进行特征预测, 生成原型; 所述聚合与剪裁网络用于将所述预测框、分类和掩码系数以及原型组合, 识别断层。

现有技术中 YOLACT 网络忽略了不同尺度特征图像之间的特征, 以及不同的特征对于分割精度的重要性, 导致图像分割准确性较低。因此, 本发明实施例提供的改进后的 YOLACT 网络包含多尺度注意力网络。图 5 是本发明实施例提供的多尺度注意力网络的结构图, 如图 5 所示, 所述多尺度注意力网络在用于对所述特征图加权, 得到加权特征图时, 可以首先将特征图压缩, 得到压缩的向量; 然后, 将所述压缩后的向量通过一个卷积层降维, 得到注意权重; 以及将所述注

意权重与所述特征图相乘，得到加权特征图，从而体现不同尺度特征图像之间的特征，以及不同的特征对于分割精度的重要性的不同。

举例说明，所述多尺度注意力网络在用于对所述特征图加权，得到加权特征图时，首先通过级联 1×1 卷积不同空洞模块和全局平均池化操作，得到不同尺度的特征图像，并以通道拼接的方式进行融合；然后，通道注意力网络的输入为经过多尺度融合后的特征图 $f \in R^{H \times W \times C}$ ，其中 H、W、C 分别表示输入通道的高度、宽度和数量；

之后，采用全局平均池化操作将特征图压缩，输出压缩后的向量 $g \in R^{1 \times 1 \times C}$ ，

计算公式如下：
$$g_c = \frac{1}{H \times W} \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W f_c(i, j)$$
，其中： $c = 1, 2, \dots, C$ ；

进一步的，将上述得到的向量经过一个卷积层降维，然后经过 sigmoid 激活函数，得到注意权重： $\omega_c = \sigma(w(g_c))$ （其中 w 表示 1×1 的卷积层， σ 表示 sigmoid 激活函数， ω_c 衡量了第 c 个特征通道 f_c 的特征重要程度）。

最后，将上述权重 ω 与输入特征图 f 相乘，对特征图进行加权，得到加权特征图像： $\tilde{g} = \{\omega_1 g_1, \omega_2 g_2, \dots, \omega_c g_c\}$ 。

本发明实施例提供的断层分组神经网络包含多尺度注意力网络，通过对特征图加权，可以得到加权特征图，用于区分特征图中不同的特征对于分割精度的重要性，提高了断层分组的准确性。

相应的，本发明实施例还提供一种断层分组方法。

图 6 是本发明实施例提供的一种断层分组方法的流程图，如图 6 所示，所述断层分组方法，包括：

S610：利用所述断层分组模型的构建方法，建立断层分组模型；

S620：将待识别图像输入到所述断层分组模型，得到断层分组结果。

在具体实施例中，可以通过在一张图像上自动生成若干条直线得到由多条直线组成的第一风格图像数据集，通过将已有的断层图像进行随机裁剪得到由断层组成的第二风格图像数据集训练循环生成对抗网络；

具体的，将所述第一风格图像输入到所述第一生成器，生成断层图像；利用所述第一判别器判断生成的断层图像为第二风格图像的概率值，得到所述第一

判别器的损失函数；

将所述第二风格图像输入到第二生成器，生成直线图像；利用所述第二判别器判断生成的直线图像为第一风格图像的概率值，得到所述第二判别器的损失函数；

将生成的直线图像、断层图像分别输入到所述第一生成器和第二生成器，得到再次生成的断层图像和直线图像；

计算所述再次生成的断层图像、直线图像与所述第一风格图像的欧式距离，得到第三损失函数；将所述第一判别器的损失函数、第二判别器的损失函数和第三损失函数之和作为加权损失函数；

调节所述循环生成对抗网络的权值，直到加权损失函数值最小；将所述加权损失函数值最小时对应的权值作为最优参数，得到最优循环生成对抗网络；将所述由多条直线组成的第一风格图像数据集输入到所述最优循环生成对抗网络，得到具有断层风格的图像样本；

然后，通过聚类算法，给断层图像添加标注，得到具有断层标签的图像样本。将具有断层标签的图像样本按照 8: 2 的比例，分为训练集和测试集；

之后，将图像样本(训练集)输入到改进的 YOLACT 网络中进行训练优化，得到断层分组模型。

将实际工区的数据输入到断层分组模型中，得到断层分组结果。

其中，图 7 是本发明实施例提供的由多条直线组成的第一风格图像；图 8 是本发明实施例提供的循环生成对抗网络生成的具有断层风格的图像样本；图 9 是本发明实施例提供的经过数据处理后的图像样本；图 10 是本发明实施例提供的断层分组结果图，标注 1、2、3 代表不同的断层线。

本发明实施例，通过利用由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集训练循环生成对抗网络，可以得到具有断层风格的图像样本，从而为训练断层分组神经网络提供充足的断层样本数据，提高断层分组模型的准确性；

进一步的，本发明实施例利用聚类的思想，首先计算图像样本的未知像素点与第一风格图像已知像素点的距离，将多数最邻近样本的所属类别作为未知像素点的类别，进行断层标签标注，解决了现有技术标注效率低、训练困难、结果

准确性差等问题；

进一步的，本发明实施例提供的断层分组神经网络包含多尺度注意力网络，通过对特征图加权，可以得到加权特征图，用于区分特征图中不同的特征对于分割精度的重要性的不同，提高断层分组的准确性。

相应的，本发明实施例还提供一种断层分组模型的构建系统，用于执行所述的断层分组模型的构建方法。

相应的，本发明实施例还提供一种断层分组系统，用于执行所述的断层分组方法。

本领域内的技术人员应明白，本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备（系统）、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。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置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。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供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步骤。

在一个典型的配置中，计算设备包括一个或多个处理器（CPU）、输入/输出

接口、网络接口和内存。

存储器可能包括计算机可读介质中的非永久性存储器，随机存取存储器 (RAM) 和/或非易失性内存等形式，如只读存储器 (ROM) 或闪存 (flash RAM)。存储器是计算机可读介质的示例。

计算机可读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。

还需要说明的是，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。

以上仅为本申请的实施例而已，并不用于限制本申请。对于本领域技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的权利要求范围之内。

权利要求书

1、一种断层分组模型的构建方法，其特征在于，所述断层分组模型的构建方法，包括：

利用由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集训练循环生成对抗网络，得到具有断层风格的图像样本；其中，所述循环生成对抗网络包括第一生成器、第二生成器、第一判别器和第二判别器，所述第一生成器用于将所述第一风格图像生成为断层图像，所述第二生成器用于将所述第二风格图像生成为直线图像，所述第一判别器和第二判别器用于判断输入的图片为生成器生成的图像还是来自第一风格图像数据集/第二风格图像数据集的图像；

对所述图像样本进行断层标签标注，得到具有断层标签的图像样本；

通过所述具有断层标签的图像样本训练断层分组神经网络，得到断层分组模型。

2、根据权利要求1所述的断层分组模型的构建方法，其特征在于，所述利用由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集训练循环生成对抗网络，得到具有断层风格的图像样本，包括：

将由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集输入到循环生成对抗网络，生成加权损失函数；

调节所述循环生成对抗网络的权值，直到加权损失函数值最小；

将所述加权损失函数值最小时对应的权值作为最优参数，得到最优循环生成对抗网络；

将所述由多条直线组成的第一风格图像数据集输入到所述最优循环生成对抗网络，得到具有断层风格的图像样本。

3、根据权利要求2所述的断层分组模型的构建方法，其特征在于，所述将由多条直线组成的第一风格图像数据集、由断层组成的第二风格图像数据集输入到循环生成对抗网络，生成加权损失函数，包括：

将所述第一风格图像输入到所述第一生成器，生成断层图像；

利用所述第一判别器判断生成的断层图像为第二风格图像的概率值，得到所述第一判别器的损失函数；

将所述第二风格图像输入到第二生成器，生成直线图像；

利用所述第二判别器判断生成的直线图像为第一风格图像的概率值，得到所述第二判别器的损失函数；

将生成的直线图像、断层图像分别输入到所述第一生成器和第二生成器，得到再次生成的断层图像和直线图像；

计算所述再次生成的直线图像、断层图像与所述第一风格图像、第二风格图像的欧式距离，得到第三损失函数；

将所述第一判别器的损失函数、第二判别器的损失函数和第三损失函数之和作为加权损失函数。

4、根据权利要求3所述的断层分组模型的构建方法，其特征在于，将所述第一风格图像输入到所述第一生成器，生成断层图像，利用所述第一判别器判断生成的断层图像为第二风格图像的概率值，得到所述第一判别器的损失函数，包括：

将由多条直线组成的第一风格图像 x 输入到所述第一生成器 G ，生成断层图像 $G(x)$ ；

将由断层组成的第二风格图像、生成的断层图像 $G(x)$ 输入到所述第一判别器 D_Y ，输出所述断层图像为第二风格图像的概率值 $D_Y(G(x))$ ，得到所述第一判别器的损失函数

$$L_{GAN}(G, D_Y, X, Y) = \alpha E_{y \sim p_{data}(y)}[\log D_Y(y)] + (1 - \alpha) E_{x \sim p_{data}(x)}[\log(1 - D_Y(G(x)))]$$

其中，所述 $p_{data}(x)$ 为由多条直线组成的第一风格图像数据集的数据分布， $p_{data}(y)$ 为由断层组成的第二风格图像数据集的数据分布， α 为预先设定的参数。

5、根据权利要求3所述的断层分组模型的构建方法，其特征在于，所述将

第二风格图像输入到第二生成器，生成直线图像，利用所述第二判别器判断生成的直线图像为第一风格图像的概率值，得到所述第二判别器的损失函数，包括：

将由断层组成的第二风格图像 y 输入到第二生成器 F ，生成直线图像 $F(y)$ ；

将所述由多条直线组成的第一风格图像、生成的直线图像 $F(y)$ 输入所述第二判别器 D_X ，输出所述直线图像为第一风格图像的概率值 $D_X(F(y))$ ，得到所述第二判别器的损失函数：

$$L_{GAN}(G, D_X, X, Y) = \alpha E_{x \sim p_{data}(x)} [\log D_X(x)] + (1 - \alpha) E_{y \sim p_{data}(y)} [\log(1 - D_X(F(y)))]。$$

6、根据权利要求 3 所述的断层分组模型的构建方法，其特征在于，所述将生成的直线图像、断层图像分别输入到所述第一生成器和第二生成器，得到再次生成的断层图像和直线图像，计算所述再次生成的直线图像、断层图像与所述第一风格图像、第二风格图像的欧式距离，得到第三损失函数，包括：

将生成的直线图像 $F(y)$ 、断层图像 $G(x)$ 分别输入到所述第一生成器 G 和第二生成器 F ，得到再次生成的断层图像 $G(F(y))$ 和直线图像 $F(G(x))$ ；

计算所述再次生成的断层图像 $G(F(y))$ 、直线图像 $F(G(x))$ 与所述第二风格图像 y 、第一风格图像 x 的欧式距离，得到第三损失函数

$$L_{cyc}(G, F) = E_{x \sim p_{data}(x)} [\|F(G(x)) - x\|_1] + E_{y \sim p_{data}(y)} [\|G(F(y)) - y\|_1]$$

7、根据权利要求 1-6 任一项所述的断层分组模型的构建方法，其特征在于，所述对图像样本进行断层标签标注，得到具有断层标签的图像样本，包括：

计算所述图像样本的未知像素点 x_i 与所述第一风格图像已知像素点 u_j 的距离；

将距离最小的 K 个已知像素点作为最邻近样本；

将多数 K 个最邻近样本的所属类别作为所述未知像素点的类别，进行断层标签标注。

8、根据权利要求 7 所述的断层分组模型的构建方法，其特征在于，通过以下公式计算所述图像样本的未知像素点 x_i 与所述第一风格图像已知像素点 u_j 的距离 $dist$ ：

$$dist = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n f(\|x_i - u_j\|^e)$$

其中， f 为高斯函数， e 为范数，取值为 1 或 2。

9、根据权利要求 1 所述的断层分组模型的构建方法，其特征在于，所述断层分组神经网络为 YOLACT 网络，包括：特征提取网络、掩模系数网络、原型网络、多尺度注意力网络、聚合与剪裁网络；

所述特征提取网络用于提取断层图像的特征，形成特征图；

所述掩模系数网络用于对所述特征图进行处理，得到预测框、分类和掩码系数；

所述多尺度注意力网络用于对所述特征图加权，得到加权特征图；

所述原型网络用于基于所述加权特征图进行特征预测，生成原型；

所述聚合与剪裁网络用于将所述预测框、分类和掩码系数以及原型组合，识别断层。

10、根据权利要求 9 所述的断层分组模型的构建方法，其特征在于，所述对特征图加权，得到加权特征图，包括：

将所述特征图压缩，得到压缩的向量；

将所述压缩的向量通过一个卷积层降维，得到注意权重；以及

将所述注意权重与所述特征图相乘，得到加权特征图。

11、一种断层分组方法，其特征在于，所述断层分组方法，包括：

利用权利要求 1-10 任一项所述的断层分组模型的构建方法，建立断层分组模型；

将待识别图像输入到所述断层分组模型，得到断层分组结果。

12、一种断层分组模型的构建系统，其特征在于，用于执行权利要求 1-10 任一项所述的断层分组模型的构建方法。

13、一种断层分组系统，其特征在于，用于执行权利要求 11 所述的断层分组方法。

附图

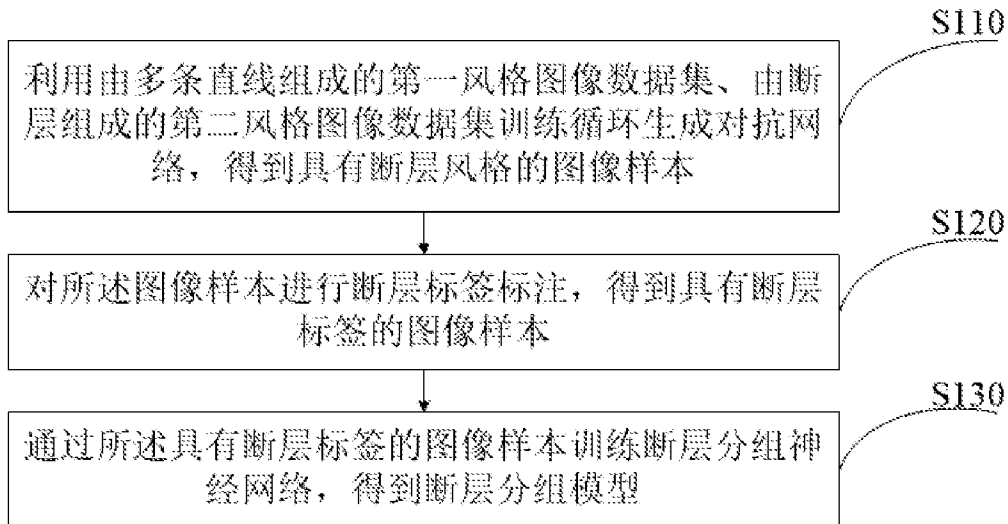


图 1

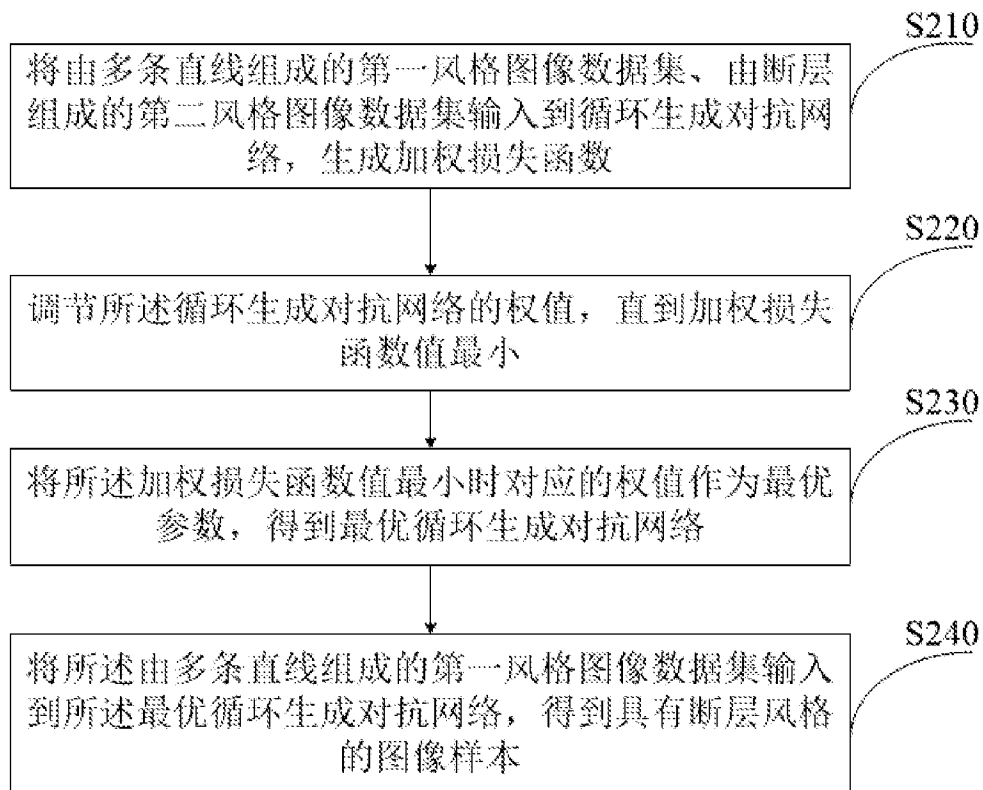


图 2

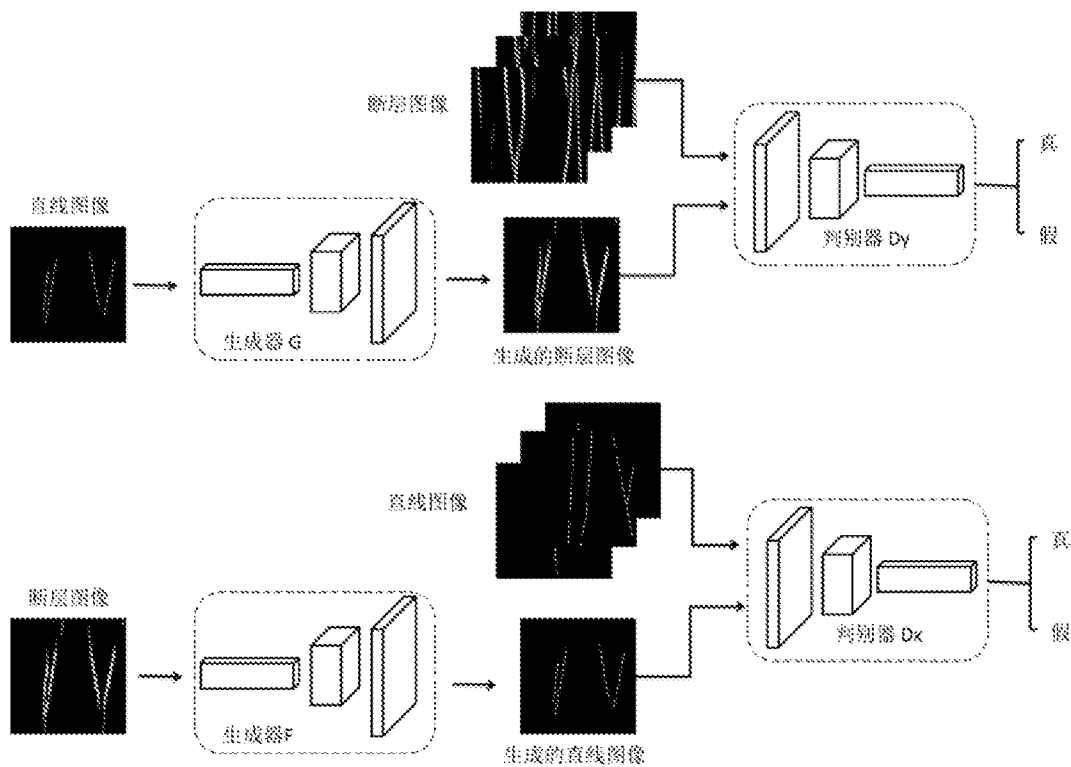


图 3

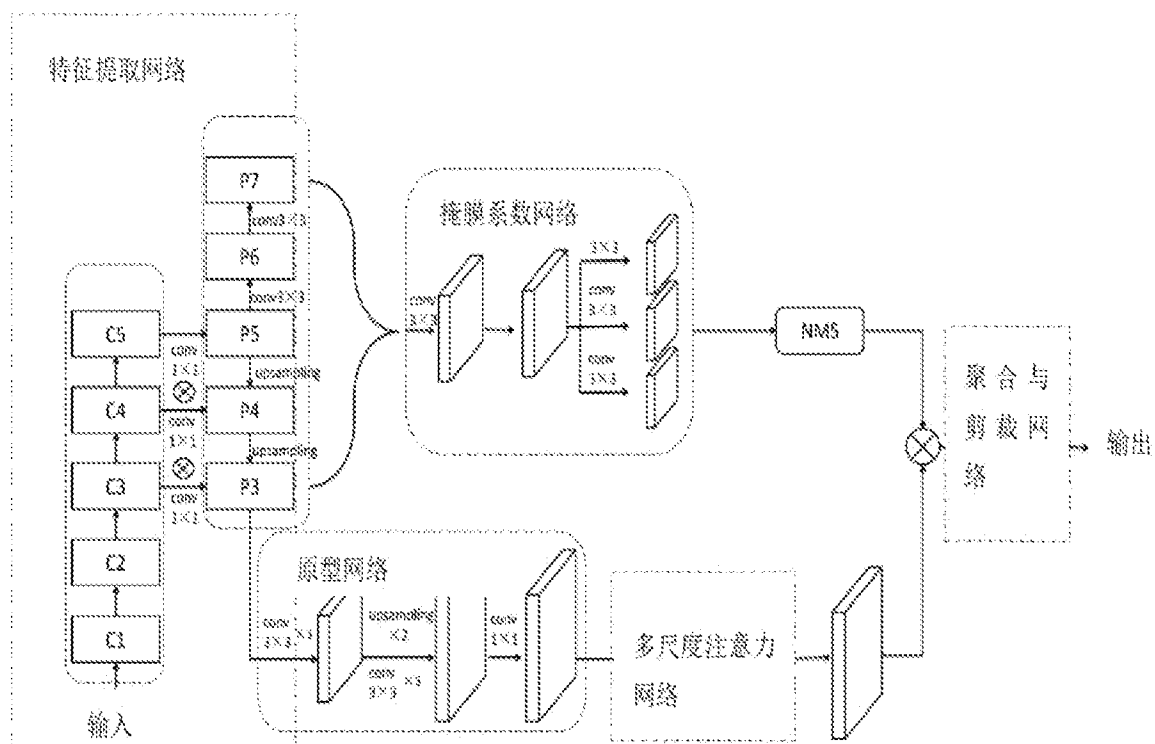


图 4

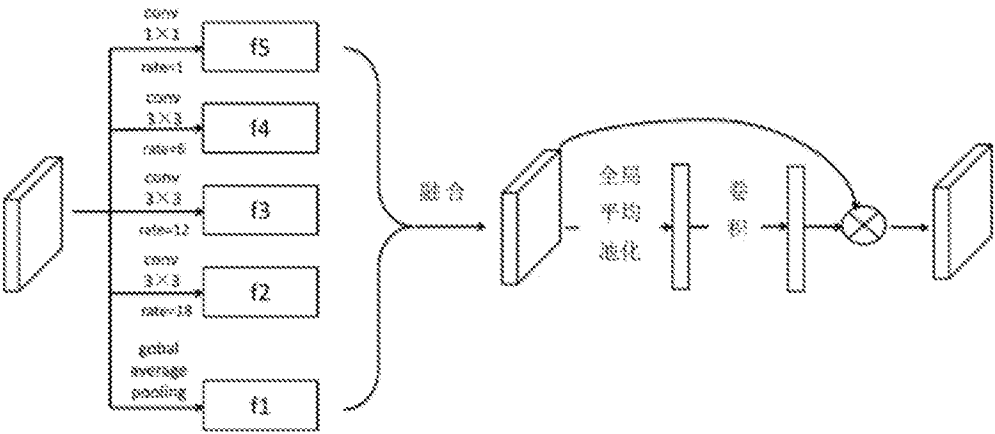


图 5

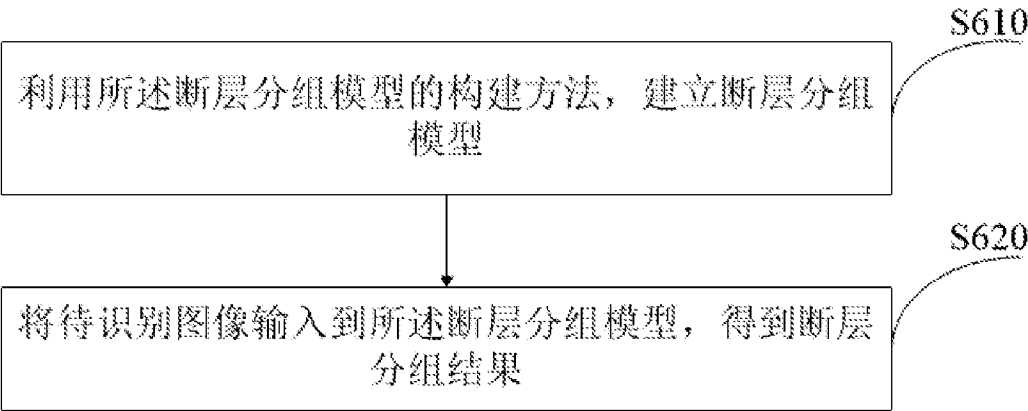


图 6

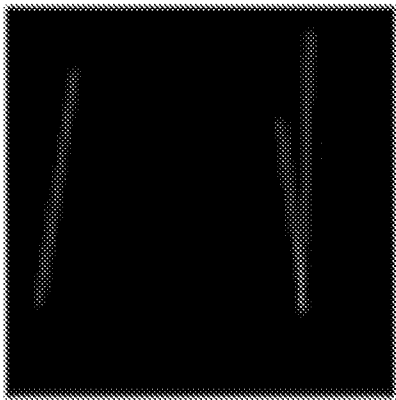


图 7

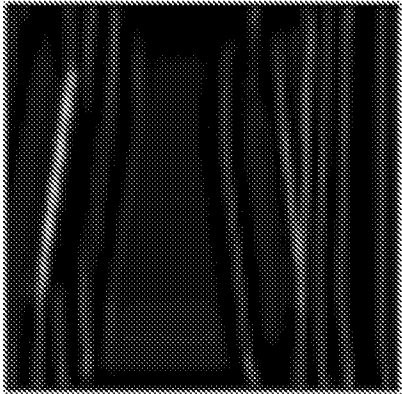


图 8

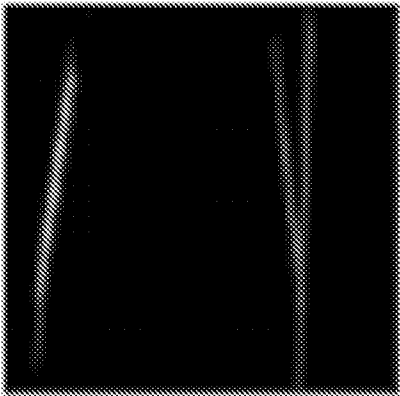


图 9

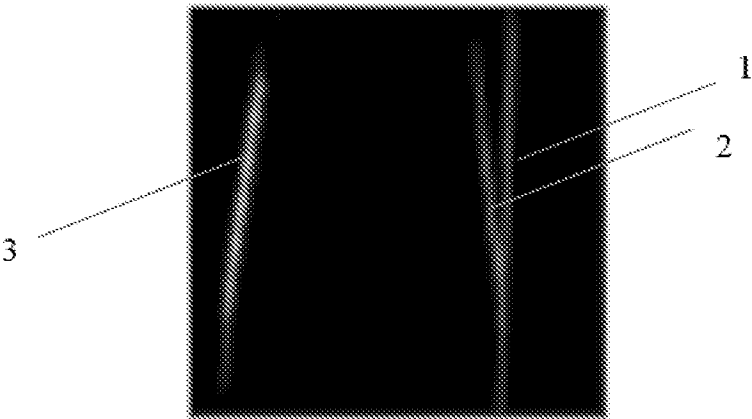


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/135847

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06V10/764(2022.01)i; G06T3/00(2024.01)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)

CNTXT, CNKI, ENTXTC, ENTXT, DWPI: 循环生成对抗网络, k近邻, 标签, 标识, 标注, 分类, 类别, 距离, 邻近, 加权, 权重, 掩码, 掩膜, 注意力, cycle, gan, knn, k nearest neighbor, label, classification, category, distance, neighbor, weight, mask, attention, yolact

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 110570346 A (XI'AN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 13 December 2019 (2019-12-13) description, paragraphs 4-77	1-6, 11-13
Y	CN 110570346 A (XI'AN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 13 December 2019 (2019-12-13) description, paragraphs 4-77	7-10
Y	CN 113902613 A (JIANGSU UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 07 January 2022 (2022-01-07) description, paragraphs 33-47	7, 8
Y	CN 113160263 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 23 July 2021 (2021-07-23) description, paragraphs 4-59	9, 10
A	US 2020160113 A1 (GOOGLE LLC.) 21 May 2020 (2020-05-21) entire document	1-13



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

14 March 2024

Date of mailing of the international search report

18 March 2024

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/CN2023/135847

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	110570346	A	13 December 2019	CN 110570346 B	04 November 2022
CN	113902613	A	07 January 2022	None	
CN	113160263	A	23 July 2021	None	
US	2020160113	A1	21 May 2020	US 11205096 B2	21 December 2021

A. 主题的分类

G06V10/764(2022.01)i; G06T3/00(2024.01)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))

CNTEXT,CNKI,ENTXTC,ENTXT,DWPI:循环生成对抗网络, k近邻,标签,标识,标注,分类, 类别,距离,邻近,加权,权值, 权重,掩码,掩膜,注意力,cycle, gan, knn, k nearest neighbor, label, classification, category, distance, neighbor, weight, mask, attention, yolact

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 110570346 A (西安理工大学) 2019年12月13日 (2019 - 12 - 13) 说明书4-77段	1-6,11-13
Y	CN 110570346 A (西安理工大学) 2019年12月13日 (2019 - 12 - 13) 说明书4-77段	7-10
Y	CN 113902613 A (江苏科技大学) 2022年1月7日 (2022 - 01 - 07) 说明书33-47段	7,8
Y	CN 113160263 A (电子科技大学) 2021年7月23日 (2021 - 07 - 23) 说明书4-59段	9,10
A	US 2020160113 A1 (GOOGLE LLC) 2020年5月21日 (2020 - 05 - 21) 全文	1-13

☐ 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

2024年3月14日

国际检索报告邮寄日期

2024年3月18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

孙泽斌

电话号码 (+86) 62089929

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/135847

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	110570346	A	2019年12月13日	CN 110570346 B	2022年11月4日
CN	113902613	A	2022年1月7日	无	
CN	113160263	A	2021年7月23日	无	
US	2020160113	A1	2020年5月21日	US 11205096 B2	2021年12月21日