

(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
2021 年 6 月 17 日 (17.06.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/114896 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 7/00 (2017.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/123475

(22) 国际申请日: 2020 年 10 月 24 日 (24.10.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201911258334.8 2019 年 12 月 10 日 (10.12.2019) CN

(71) 申请人: 歌尔股份有限公司(GOERTEK INC.) [CN/CN]; 中国山东省潍坊市高新技术产业开发区东方路268号, Shandong 261031 (CN)。

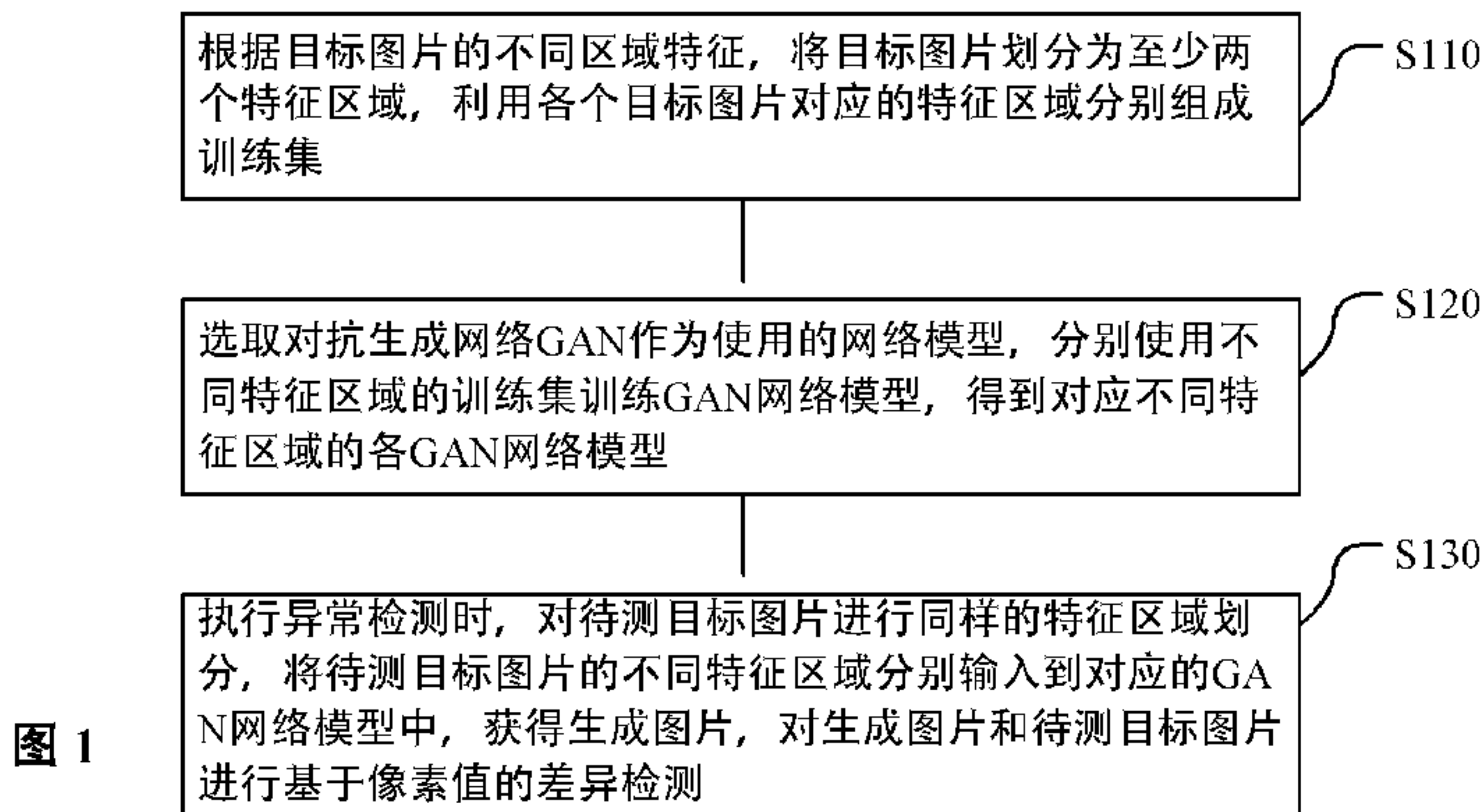
(72) 发明人: 谢馥励(XIE, Fuli); 中国山东省潍坊市高新技术产业开发区东方路268号, Shandong

261031 (CN)。 张一凡(ZHANG, Yifan); 中国山东省潍坊市高新技术产业开发区东方路268号, Shandong 261031 (CN)。 刘杰(LIU, Jie); 中国山东省潍坊市高新技术产业开发区东方路268号, Shandong 261031 (CN)。 田继锋(TIAN, Jifeng); 中国山东省潍坊市高新技术产业开发区东方路268号, Shandong 261031 (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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,

(54) Title: COMPUTER VISION-BASED ANOMALY DETECTION METHOD AND APPARATUS, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 一种基于计算机视觉的异常检测方法、装置及电子设备



S110 DIVIDE, ACCORDING TO DIFFERENT REGION FEATURES OF A TARGET IMAGE, THE TARGET IMAGE INTO AT LEAST TWO FEATURE REGIONS, AND FORM TRAINING SETS BY USING THE FEATURE REGIONS CORRESPONDING TO EACH TARGET IMAGE

S120 SELECT A GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK (GAN) AS A NETWORK MODEL USED, AND TRAIN THE GAN NETWORK MODEL BY USING THE TRAINING SETS OF DIFFERENT FEATURE REGIONS TO OBTAIN GAN NETWORK MODELS CORRESPONDING TO THE DIFFERENT FEATURE REGIONS RESPECTIVELY

S130 PERFORM, WHEN EXECUTING ANOMALY DETECTION, THE SAME FEATURE REGION DIVISION ON A TARGET IMAGE TO BE DETECTED, RESPECTIVELY INPUT DIFFERENT FEATURE REGIONS OF SAID TARGET IMAGE INTO THE CORRESPONDING GAN NETWORK MODELS TO OBTAIN A GENERATED IMAGE, AND PERFORM PIXEL VALUE-BASED DIFFERENCE DETECTION ON THE GENERATED IMAGE AND SAID TARGET IMAGE

(57) Abstract: A computer vision-based anomaly detection method and apparatus, and an electronic device. The method comprises: S110: dividing, according to different region features of a target image, the target image into at least two feature regions, and forming training sets by using the feature regions corresponding to each target image; S120: selecting a generative adversarial network (GAN) as a network model used, and training the GAN network model by using the training sets of different feature regions to obtain GAN network models corresponding to the different feature regions respectively; and S130: performing, when executing anomaly detection,

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

the same feature region division on a target image to be detected, respectively inputting different feature regions of said target image into the corresponding GAN network models to obtain a generated image, and performing pixel value-based difference detection on the generated image and said target image.

(57) 摘要：一种基于计算机视觉的异常检测方法、装置和电子设备。该方法包括：S110根据目标图片的不同区域特征，将目标图片划分为至少两个特征区域，利用各个目标图片对应的特征区域分别组成训练集；S120选取对抗生成网络GAN作为使用的网络模型，分别使用不同特征区域的训练集训练GAN网络模型，得到对应不同特征区域各GAN网络模型；S130执行异常检测时，对待测目标图片进行同样的特征区域划分，将待测目标图片的不同特征区域分别输入到对应的GAN网络模型中，获得生成图片，对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测。

一种基于计算机视觉的异常检测方法、装置及电子设备

技术领域

本发明涉及异常检测技术领域，特别涉及一种基于计算机视觉的异常检测方法、装置及电子设备。

发明背景

计算机视觉（computer vision）是指用摄影机和计算机代替人眼对目标进行识别、跟踪、测量等操作，也可以看作是研究如何使人工系统从图像或多维数据中感知的科学。异常检测（anomaly detection）是指对不符合预期模式或数据集中的其他项目的项目、事件或观测的识别，常用的领域包括数据挖掘和结构缺陷检测等。在工业生产中，一些需要检测的产品具备不同的特征，基于此，可以利用异常检测算法，对其进行基于计算机视觉的异常检测。

然而，现有的异常检测算法研究及应用中，主要是针对安检机之类的语义级别的异常检测，即当图片中出现了语义级别的异常时才能判断，而语义级别是将像素按照图像中表达语义含义的不同进行分组或分割的，比如安检机中检测违禁物品（枪支）时，违禁品异常通常占画面比例较高，且与画面中其他成分（如其他正常箱包）存在语义级的区别。而工业产品中的异常产品与正常产品不存在语义级别的差别，因而应用现有检测方法不能取得较好的效果。

发明内容

鉴于现有技术异常检测算法不能很好应用于工业产品检测的问题，提出了本发明的一种基于计算机视觉的异常检测方法、装置及电子设备，以便克服上述问题。

为了实现上述目的，本发明实施例采用了如下技术方案：

依据本发明的一个方面，提供了一种基于计算机视觉的异常检测方法，该方法包括：

根据目标图片的不同区域特征，将目标图片划分为至少两个特征区域，利用各个目标图片对应的特征区域分别组成训练集；

选取对抗生成网络 GAN 作为使用的网络模型，分别使用不同特征区域的训练集训练 GAN 网络模型，得到对应不同特征区域的各 GAN 网络模型；

执行异常检测时，对待测目标图片进行同样的特征区域划分，将待测目标图片的不同特征区域分别输入到对应的 GAN 网络模型中，获得生成图片，对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测。

依据本发明实施例的另一个方面，提供了一种基于计算机视觉的异常检测装置，该装置包括：训练集生成模块、训练模块和检测模块；

训练集生成模块，用于根据目标图片的不同区域特征，将目标图片划分为至少两个特征区域，利用各个目标图片对应的特征区域分别组成训练集；

训练模块，用于选取对抗生成网络 GAN 作为使用的网络模型，分别使用不同特征区域的训练集训练 GAN 网络模型，得到对应不同特征区域的各 GAN 网络模型；

检测模块，用于对待测目标图片进行同样的特征区域划分，将待测目标图片的不同特征区域分别输入到对应的 GAN 网络模型中，获得生成图片，对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测。

依据本发明实施例的又一个方面，提供了一种电子设备，包括处理器；以及被安排成存储计算机可执行指令的存储器，可执行指令在被执行时使处理器执行上述方法。

综上所述，本发明的有益效果是：

本申请通过划分目标图片的不同特征区域获得训练集，训练得到对应各特征区域的 GAN 网络模型，借助训练后的 GAN 网络模型，可以输入待测目标图片各特征区域得到生成图片，继而通过对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测，判断待测目标是否正常，由于本申请对目标图片进行了不同特征区域的划分和像素级别的差异检测，因而提高了判断目标正常与否的准确度。

附图简要说明

图 1 为本发明一个实施例提供的基于计算机视觉的异常检测方法的流程示意图；

图 2 为本发明一个实施例提供的 WGAN 网络模型训练流程示意图；

图 3 为本发明一个实施例提供的网格状目标图片切割示意图；

图 4 为本发明图 3 所示切割示意图的中央区域和边缘区域划分示意图；

图 5 为本发明一个实施例提供的基于中央区域和边缘区域的 WGAN 网络模

型检测流程示意图；

图 6 为本发明一个实施例提供的基于计算机视觉的异常检测方法的异常检测判定流程图；

图 7 为本发明一个实施例提供的基于计算机视觉的异常检测装置的结构示意图；

图 8 为本发明另一个实施例提供的基于计算机视觉的异常检测装置的结构示意图。

图 9 为本发明另一个实施例提供的电子设备的结构示意图。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

在本申请的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

本发明的技术构思是：通过划分目标图片的不同特征区域来获得训练集，训练得到对应各特征区域的 GAN 网络模型，借助训练后的 GAN 网络模型，可以输入待测目标图片各特征区域得到生成图片，继而通过对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测，判断待测目标是否正常，由于本申请对目标图片进行了不同特征区域的划分和像素级别的差异检测，因而提高了判断目标正常与否的准确度。

图 1 为本发明一个实施例提供的基于计算机视觉的异常检测方法的流程示意图。如图 1 所示，一种基于计算机视觉的异常检测方法，该方法包括：

步骤 S110：根据目标图片的不同区域特征，将目标图片划分为至少两个特征区域，利用各个目标图片对应的特征区域分别组成训练集。

由于工业生产中，需要检测的产品不同区域具有不同的特征，基于此，本申请首先将目标图片划分成不同的特征区域，对各特征区域分别处理，根据各特征区别是否正常来综合判断目标产品是否正常。

步骤 S120：选取对抗生成网络 GAN 作为使用的网络模型，分别使用不同特征区域的训练集训练 GAN 网络模型，得到对应不同特征区域的各 GAN 网络模型。

基于对抗生成网络 GAN (Generative Adversarial Network)，包括生成器 G 和鉴别器 D (见图 2)。训练完成后的 GAN 网络模块中，生成器 G 首先根据输入原图 (真实图片 x) 重建获得生成图片 (如生成图片 $G(z)$)，然后将生成图片送入鉴别器 D 中进行判断，若原图和重建的生成图片差别很大，则可以判断原图异常，也就是说，通过计算原图和重建的生成图片的差异即可判定目标正常与否。本申请针对目标划分后的两个以上特征区域，分别训练得到对应的 GAN 网络模型，从而可以对待测目标图片的各特征区域分别进行全面的差异检测。

步骤 S130：执行异常检测时，对待测目标图片进行同样的特征区域划分，将待测目标图片的不同特征区域分别输入到对应的 GAN 网络模型中，获得生成图片，对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测。

由于本申请对待测目标图片进行了同样的特征区域划分，并且利用训练得到的对应 GAN 网络模型分别对待测目标图片的各特征区域进行像素级别的差异检测，从而可以充分检测待测目标图片各个特征区域是否存在异常，根据各个特征区域正常与否的结果，综合判断待测目标是否正常，因而提高了判断目标正常与否的准确度。

在本申请的一个实施例中，步骤 S110 中，利用各个目标图片对应的特征区域分别组成训练集，包括：利用状态正常的目标图片的各特征区域分别组成训练集。

步骤 S120 中，选取对抗生成网络 GAN 作为使用的网络模型，分别使用不同特征区域的训练集训练 GAN 网络模型，包括：选取基于 wasserstein 距离的 GAN 网络 (即 WGAN) 作为使用的网络模型，利用训练集训练得到 WGAN 网络模型，该 WGAN 网络模型能够依据输入图片生成具有正常目标特征的图片。

本实施例中，选择状态正常的目标图片的各特征区域构成训练集，以此训

练生成 WGAN 网络模型，由于 WGAN 网络模型没有经过异常图片的训练，因此异常检测时就只能生成具有正常目标特征的生产图片，从而当输入的待测目标图片异常时，生成图片与输入的待测目标原图差别很大，根据对二者基于像素值的差异检测就可以准确判断待测目标异常。

在本申请的一个实施例中，根据目标图片的不同区域特征，将目标图片划分为至少两个特征区域，包括：根据目标图片内容的多样性，将目标图片划分为低多样性区域和高多样性区域。

本实施例中，根据目标图片内容的多样性不同，分别划分目标图片的低多样性区域和高多样性区域，低多样性区域和高多样性区域的数量可以分别为一个或多个。参考图 3 所示，以网布等网格状产品为例，通常网格中央部分的图案较为均匀一致，而边缘图案则存在变形，因此，本实施例将目标的中央区域划分为低多样性区域，将目标的边缘区域划分为高多样性区域，高多样性区域涵盖的图像信息的复杂度大于低多样性区域涵盖的图像信息的复杂度。参考图 4 所示，图 3 分割示意图中最外侧一圈划分为高多样性区域，内部划分为低多样性区域。

继而，如本申请图 5 所示，本实施例训练得到的 WGAN 网络模型也对应包括中央区域 WGAN 模型和边缘区域 WGAN 模型，在对待测目标图片进行基于计算机视觉的异常检测时，将待测目标图片也进行中央区域和边缘区域的划分，并分别使用对应的 WGAN 模型对待测目标图片的中央区域和边缘区域进行异常检测，其检测结果经过综合处理后，实现对待测目标正常与否的最终判断。

在本申请的一个实施例中，该方法还包括图片预处理，以应对 GAN 模型处理图片的尺寸限制，包括：在将目标图片输入 GAN 网络模型之前，重置目标图片的分辨率，使目标图片调整至预设像素尺寸的整数倍，并按照预设像素尺寸将目标图片分割成多张图片。

GAN 网络受制于生成空间不能过大，否则会造成网络不稳定，因此生成的图片大小最多稳定在 64X64 尺寸大小，而实际检测中的图片多数远大于这个数值。因此，本申请在将目标图片输入 GAN 网络模型前，对原图片进行整数化和切割处理，首先将原图的分辨率重置为 64 的整数倍，然后裁切成数个 64X64 尺寸的小图（见图 3、4 所示），经过切割后每张小图足以采用 64X64 的大小完整显示。当然，这里的 64X64 尺寸仅是示意性实施例，实际应用中，也可根据需要，选择不同的预设像素尺寸，在此不再赘述。

在本申请的一个实施例中，对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测，包括：

对生成图片和待测目标图片对应的低多样性区域进行差异检测，当检测结果为异常时，停止计算，直接判定待测目标异常；当检测结果为正常时，继续对生成图片和待测目标图片对应的高多样性区域进行差异检测。也就是说，在本实施例中，优先检测待测目标图片的低多样性区域正常与否，在检测确认低多样性区域正常后，才进行高多样性区域的检测。

由于低多样性区域中，目标图片的变化不多，多样性不高，因此即使是极细微的异常也会引起GAN模型重构生成图片与输入原图之间的显著差异，因此，因此本实施例首先对低多样性区域进行差异检测，若判断低多样性区域异常，则直接判断待测目标异常，停止计算，若判断低多样性区域正常，再进一步对高多样性区域进行差异检测，这样可以使异常检测过程更加简单和准确。

如图6所示，仍以中央-边缘划分的特征区域为例，本实施例输入待测图到GAN网络模型，生成重建图后，首先判定中央区域（低多样性区域）是否正常，若异常则直接判断待测目标异常，停止计算；若判定中央区域正常，再进一步判定边缘区域（高多样性区域）是否正常，若高多样性区域也正常，则可以判定待测目标正常，若高多样性区域异常，则判定待测目标异常。

在本申请的一个实施例中，对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测，包括：

计算待测目标图片和生成图片低多样性区域的像素值差异，若计算结果不小于第一阈值，则判断待测目标图片低多样性区域异常，并停止计算，若计算结果小于第一阈值，则判断待测目标图片低多样性区域正常；继续计算待测目标图片和生成图片高多样性区域的像素值差异，若计算结果不小于第二阈值，则判断待测目标图片高多样性区域异常，若计算结果小于第二阈值，则判断待测目标图片正常。

在优选实施例中，对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测，包括：计算待测目标图片与生成图片的每个像素值差值的二阶范数平方的平均值，将该平均值作为指示低多样性区域差异的计算结果。

具体地，针对低多样性区域，可以采用如下第一公式计算每个像素值差值的二阶范数平方的平均值：

$$L_c(x) = \frac{1}{n} \|x - G(x)\|^2$$

， 第一公式

其中， n 为低多样性区域总像素数， x 为待测目标图片的像素值， $G(x)$ 为生成图片的像素值。通常情况下，当待测目标图片正常时，计算结果 L_c 的值会比较低，而当待测目标图片为异常图片时，计算结果 L_c 的值会远高于正常图片，通过设置合适的第一阈值即可判定待测目标图片的异常，实现待测目标的差异检测。

由于高多样性区域具有更高的多样性，因此生成图片的重构精度不如低多样性区域，对此，本实施例采用另一种评价体系计算高多样性区域的像素值差异。

优选地，继续对生成图片和待测目标图片对应的高多样性区域进行差异检测，包括：计算待测目标图片与生成图片的最大像素值差异和像素值累积差异；第二阈值为的一组值，当最大像素值差异和像素值累积差异均不小于第二阈值中的对应值时，才认为计算结果不小于第二阈值，判断待测目标图片高多样性区域异常，其中，最大像素值差异指示了单张待测目标图片与对应的生成图片的像素值差异的最大值；像素值累积差异指示了属于同一待测目标的所有目标图片与对应的生成图片的像素值差异的累积值。

具体地，针对高多样性区域，采用如下第二公式计算待测目标图片与生成图片的最大像素值差异：

$$L_{b_{\max}} = \max_m \left(\sum_{j=1}^{64} |x_m(i, j) - G(x_m(i, j))| \right), \quad m \in [1, M]; \quad \text{第二公式}$$

采用如下第三公式计算待测目标图片与生成图片的像素值累积差异：

$$L_{b_{\text{sum}}} = \sum_{m=1}^M \left(\sum_{j=1}^{64} |x_m(i, j) - G(x_m(i, j))| \right); \quad \text{第三公式}$$

在第二公式和第三公式中， (i, j) 代表高多样性区域每张图片中各像素的坐标， M 为高多样性区域总的图片张数。

综合第二公式和第三公式即可判定高多样性区域是否为异常。其中， $L_{b_{\max}}$ 可以体现高多样性区域内，单张图片的像素值最大差异， $L_{b_{\text{sum}}}$ 可以体现整个高多样性区域的像素值累积差异。由于高多样性区域的生成图片精确程度不如低多样性区域，因此如果仍采用与低多样性区域同一判定方式会造成过多的误判，将正常的图片判为异常。所以，本实施例设计这种双重损失函数叠加的方式，仅有当高多样性区域的像素值累积差异和单张图片的像素值最大差异均达到对应阈值时，才判定待测目标异常，这样可以保证目标图片分割后每张小图的最

大异常和连续跨越多张小图的微小异常均能够被识别。对应地，第二阈值为一组值，分别针对 L_{bmax} 和 L_{bsum} 设置两个阈值，当 L_{bmax} 和 L_{bsum} 全都不小于对应阈值时即判定高多样性区域为异常。

在本申请的一个实施例中，方法还包括利用状态正常的图片训练集确定第一阈值和第二阈值的步骤，包括：

将状态正常的目标图片各特征区域训练集分别输入到训练后的 GAN 网络模型，得到生成图片，计算低多样性区域中每个像素值差值的二阶范数平方的平均值，选取计算结果的中位数以上预设位置处的数值作为第一阈值；计算高多样性区域的最大像素值差异和像素值累积差异，分别选取计算结果的中位数以上的预设位置处的数值组成第二阈值。优选地，在本实施例中，分别选取计算结果的中位数以上的 15% 或者 20% 或者 25% 位置处的数值作为对应阈值（第一阈值或第二阈值）。

本申请还公开了一种基于计算机视觉的异常检测装置，如图 7 所示，该装置包括：训练集生成模块 710、训练模块 720 和检测模块 730。

训练集生成模块 710，用于根据目标图片的不同区域特征，将目标图片划分为至少两个特征区域，利用各个目标图片对应的特征区域分别组成训练集。

训练模块 720，用于选取对抗生成网络 GAN 作为使用的网络模型，分别使用不同特征区域的训练集训练 GAN 网络模型，得到对应不同特征区域的各 GAN 网络模型。

检测模块 730，用于对待测目标图片进行同样的特征区域划分，将待测目标图片的不同特征区域分别输入到对应的 GAN 网络模型中，获得生成图片，对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测。

在本申请的一个实施例中，训练集生成模块 710，用于根据目标图片内容的多样性，将目标图片划分为低多样性区域和高多样性区域。

检测模块 730，用于对生成图片和待测目标图片对应的低多样性区域进行差异检测，当检测结果为异常时，停止计算，直接判定待测目标异常；当检测结果为正常时，继续对生成图片和待测目标图片对应的高多样性区域进行差异检测。

在本申请的一个实施例中，训练集生成模块 710，具体用于利用状态正常的目标图片的各特征区域分别组成训练集。

训练模块 720，具体用于选取基于 wasserstein 距离的 GAN 网络 WGAN 作为使用的网络模型，利用训练集训练得到 WGAN 网络模型，该 WGAN 网络模型能够依据输入图片生成具有正常目标特征的图片。

在本申请的一个实施例中，训练集生成模块 710，用于根据目标图片内容的多样性，将目标图片划分为低多样性区域和高多样性区域。

在本申请的一个实施例中，训练集生成模块 710 以及检测模块 730，还用于在将目标图片输入 GAN 网络模型之前，重置目标图片的分辨率，使目标图片调整至预设像素尺寸的整数倍，并按照预设像素尺寸将目标图片分割成多张图片。

在本申请的一个实施例中，检测模块 730，具体用于：计算待测目标图片和生成图片低多样性区域的像素值差异，若计算结果不小于第一阈值，则判断待测目标图片低多样性区域异常，并停止计算，若计算结果小于第一阈值，则判断待测目标图片低多样性区域正常，继续计算待测目标图片和生成图片高多样性区域的像素值差异，若计算结果不小于第二阈值，则判断待测目标图片高多样性区域异常，若计算结果小于第二阈值，则判断待测目标图片正常。

在本申请的一个实施例中，检测模块 730，具体用于：计算待测目标图片与生成图片的每个像素值差值的二阶范数平方的平均值，将该平均值作为指示低多样性区域差异的计算结果。以及，计算待测目标图片与生成图片的最大像素值差异和像素值累积差异；其中，第二阈值为一组值，当最大像素值差异和像素值累积差异均不小于第二阈值中的对应值时，才认为计算结果不小于第二阈值，判断待测目标图片高多样性区域异常，最大像素值差异指示了单张待测目标图片与对应的生成图片的像素值差异的最大值；像素值累积差异指示了属于同一待测目标的所有目标图片与对应的生成图片的像素值差异的累积值。

具体地，针对低多样性区域，检测模块 730 可以采用如下第一公式计算每个像素值差值的二阶范数平方的平均值：

$$L_c(x) = \frac{1}{n} \|x - G(x)\|^2$$

，其中，n 为低多样性区域总像素数，x 为待测目标图片的像素值，G(x) 为生成图片的像素值。

针对高多样性区域，检测模块 730 可以采用如下第二公式计算待测目标图片与生成图片的最大像素值差异：

$$L_{b_{\max}} = \max_m \left(\sum_{j=1}^{64} |x_m(i, j) - G(x_m(i, j))| \right), m \in [1, M];$$

采用如下第三公式计算待测目标图片与生成图片的像素值累积差异：

$$L_{b_{sum}} = \sum_{m=1}^M \left(\sum_{j=1}^{64} |x_m(i, j) - G(x_m(i, j))| \right);$$

在第二公式和第三公式中， (i, j) 代表高多样性区域每张图片中各像素的坐标， M 为高多样性区域总的图片张数。

图 8 示出了本申请基于计算机视觉的异常检测装置的另一个实施例，如图 8 所示，该装置包括：训练集生成模块 810、训练模块 820、检测模块 830 以及阈值确定模块 840。

阈值确定模块 840，用于将状态正常的目标图片各特征区域训练集分别输入到训练后的 GAN 网络模型，得到生成图片，计算低多样性区域中每个像素值差值的二阶范数平方的平均值，选取计算结果的中位数以上预设位置处的数值作为第一阈值；计算高多样性区域的最大像素值差异和像素值累积差异，分别选取计算结果的中位数以上的预设位置处的数值组成第二阈值。优选地，在本实施例中，分别选取计算结果的中位数以上的 20% 位置处的数值作为对应阈值（第一阈值或第二阈值）。

本实施例提供的基于计算机视觉的异常检测装置的工作原理，与上述基于计算机视觉的异常检测方法对应相同，具体使用的公式以及参数选择，可以参考上述方法实施例的介绍，在此不再赘述。

图 9 示出了根据本发明一个实施例的电子设备的结构示意图。该电子设备 900 包括处理器 910 和被安排成存储计算机可执行指令（计算机可读程序代码）的存储器 920。存储器 920 可以是诸如闪存、EEPROM（电可擦除可编程只读存储器）、EPROM、硬盘或者 ROM 之类的电子存储器。存储器 920 具有存储用于执行上述方法中的任何方法步骤的计算机可读程序代码 931 的存储空间 930。例如，用于存储计算机可读程序代码的存储空间 930 可以包括分别用于实现上面的方法中的各种步骤的各个计算机可读程序代码 931。计算机可读程序代码 931 可以从一个或者多个计算机程序产品中读出或者写入到这一个或者多个计算机程序产品中。这些计算机程序产品包括诸如硬盘，紧致盘（CD）、存储卡或者软盘之类的程序代码载体。这样的计算机程序产品通常为计算机可读存储介质。

具体的，存储器 920 存储的可执行指令在被执行时使处理器执行如下方法：

根据目标图片的不同区域特征，将目标图片划分为至少两个特征区域，利用各个目标图片对应的特征区域分别组成训练集；选取对抗生成网络 GAN 作为

使用的网络模型，分别使用不同特征区域的训练集训练 GAN 网络模型，得到对应不同特征区域的各 GAN 网络模型；

执行异常检测时，对待测目标图片进行同样的特征区域划分，将待测目标图片的不同特征区域分别输入到对应的 GAN 网络模型中，获得生成图片，对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测。

进一步的，可执行指令在被执行时使处理器还执行如下方法：

根据目标图片内容的多样性，将目标图片划分为低多样性区域和高多样性区域。

对生成图片和待测目标图片对应的低多样性区域进行差异检测，当检测结果为异常时，停止计算，直接判定待测目标异常；

当检测结果为正常时，继续对生成图片和待测目标图片对应的高多样性区域进行差异检测。

进一步的，可执行指令在被执行时使处理器还执行如下方法：

计算待测目标图片和生成图片低多样性区域的像素值差异，若计算结果不小于第一阈值，则判断待测目标图片低多样性区域异常，并停止计算，若计算结果小于第一阈值，则判断待测目标图片低多样性区域正常，继续计算待测目标图片和生成图片高多样性区域的像素值差异，若计算结果不小于第二阈值，则判断待测目标图片高多样性区域异常，若计算结果小于第二阈值，则判断待测目标图片正常。

本发明又一个实施例提供了一种计算机可读存储介质。该计算机可读存储介质存储有用于执行根据本发明的方法步骤的计算机可读程序代码，可以被电子设备的处理器读取，当计算机可读程序代码由电子设备运行时，导致该电子设备执行上面所描述的方法中的各个步骤，具体来说，该计算机可读存储介质存储的计算机可读程序代码可以执行上述任一实施例中示出的方法。计算机可读程序代码可以以适当形式进行压缩。

本实施例提供的电子设备和计算机可读存储介质中代码执行的具体功能，与上述基于计算机视觉的异常检测方法对应，具体内容可以参考上述方法实施例的介绍，在此不再赘述。

以上所述，仅为本发明的具体实施方式，在本发明的上述教导下，本领域技术人员可以在上述实施例的基础上进行其他的改进或变形。本领域技术人员

应该明白，上述的具体描述只是更好的解释本发明的目的，本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权利要求

1.一种基于计算机视觉的异常检测方法，其中，该方法包括：

根据目标图片的不同区域特征，将目标图片划分为至少两个特征区域，利用各个目标图片对应的特征区域分别组成训练集；

选取对抗生成网络 GAN 作为使用的网络模型，分别使用不同特征区域的训练集训练 GAN 网络模型，得到对应不同特征区域的各 GAN 网络模型；

执行异常检测时，对待测目标图片进行同样的特征区域划分，将待测目标图片的不同特征区域分别输入到对应的 GAN 网络模型中，获得生成图片，对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测。

2.根据权利要求 1 所述的基于计算机视觉的异常检测方法，其中，所述利用各个目标图片对应的特征区域分别组成训练集，包括：

利用状态正常的目标图片的各特征区域分别组成训练集；

所述选取对抗生成网络 GAN 作为使用的网络模型，分别使用不同特征区域的训练集训练 GAN 网络模型，包括：

选取基于 wasserstein 距离的 GAN 网络 WGAN 作为使用的网络模型，利用训练集训练得到 WGAN 网络模型，该 WGAN 网络模型能够依据输入图片生成具有正常目标特征的图片。

3.根据权利要求 1 或 2 所述的基于计算机视觉的异常检测方法，其中，所述根据目标图片的不同区域特征，将目标图片划分为至少两个特征区域，包括：

根据目标图片内容的多样性，将目标图片划分为低多样性区域和高多样性区域。

4.根据权利要求 3 所述的基于计算机视觉的异常检测方法，其中，对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测，包括：

对生成图片和待测目标图片对应的低多样性区域进行差异检测，当检测结果为异常时，停止计算，直接判定待测目标异常；

当检测结果为正常时，继续对生成图片和待测目标图片对应的高多样性区域进行差异检测。

5.根据权利要求 4 所述的基于计算机视觉的异常检测方法，其中，所述对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测，包括：

计算待测目标图片和生成图片低多样性区域的像素值差异，若计算结果不

小于第一阈值，则判断待测目标图片低多样性区域异常，并停止计算，若计算结果小于第一阈值，则判断待测目标图片低多样性区域正常；

继续计算待测目标图片和生成图片高多样性区域的像素值差异，若计算结果不小于第二阈值，则判断待测目标图片高多样性区域异常，若计算结果小于第二阈值，则判断待测目标图片正常。

6.根据权利要求4所述的基于计算机视觉的异常检测方法，其中，所述对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测，包括：计算待测目标图片与生成图片的每个像素值差值的二阶范数平方的平均值，将该平均值作为指示低多样性区域差异的计算结果。

7.根据权利要求6所述的基于计算机视觉的异常检测方法，其中，针对低多样性区域，采用如下第一公式计算每个像素值差值的二阶范数平方的平均值：

$$L_c(x) = \frac{1}{n} \|x - G(x)\|^2$$

其中，n为低多样性区域总像素数，x为待测目标图片的像素值，G(x)为生成图片的像素值。

8.根据权利要求6所述的基于计算机视觉的异常检测方法，其中，所述方法还包括：

将状态正常的目标图片各特征区域训练集分别输入到训练后的GAN网络模型，得到生成图片，计算低多样性区域中每个像素值差值的二阶范数平方的平均值，选取计算结果的中位数以上预设位置处的数值作为所述第一阈值；计算高多样性区域的最大像素值差异和像素值累积差异，分别选取计算结果的中位数以上的预设位置处的数值组成所述第二阈值。

9.根据权利要求1所述的基于计算机视觉的异常检测方法，其中，该方法还包括：

在将目标图片输入GAN网络模型之前，重置目标图片的分辨率，使目标图片调整至预设像素尺寸的整数倍，并按照预设像素尺寸将目标图片分割成多张图片。

10.根据权利要求6所述的基于计算机视觉的异常检测方法，其中，针对高多样性区域，采用如下第二公式计算待测目标图片与生成图片的最大像素值差异：

$$L_{b_{\max}} = \max_m \left(\sum_{j=1}^{64} |x_m(i, j) - G(x_m(i, j))| \right), m \in [1, M];$$

其中, (i, j) 代表高多样性区域每张图片中各像素的坐标, M 为高多样性区域总的图片张数。

11. 根据权利要求 4 所述的基于计算机视觉的异常检测方法, 其中, 所述对生成图片和待测目标图片对应的高多样性区域进行差异检测, 包括: 计算待测目标图片与生成图片的最大像素值差异和像素值累积差异; 当所述最大像素值差异和所述像素值累积差异均不小于第二阈值中的对应值时, 才认为计算结果不小于第二阈值, 判断待测目标图片高多样性区域异常, 其中,

第二阈值为一组值;

最大像素值差异指示了单张待测目标图片与对应的生成图片的像素值差异的最大值;

像素值累积差异指示了属于同一待测目标的所有目标图片与对应的生成图片的像素值差异的累积值。

12. 根据权利要求 11 所述的基于计算机视觉的异常检测方法, 其中, 采用如下第三公式计算待测目标图片与生成图片的像素值累积差异:

$$L_{b_{sum}} = \sum_{m=1}^M \left(\sum_{i=1}^{64} \sum_{j=1}^{64} |x_m(i, j) - G(x_m(i, j))| \right);$$

其中 (i, j) 代表高多样性区域每张图片中各像素的坐标, M 为高多样性区域总的图片张数。

13. 根据权利要求 8 所述的基于计算机视觉的异常检测方法, 其中,

分别选取计算结果的中位数以上的 15% 或者 20% 或者 25% 位置处的数值作为第一阈值或第二阈值。

14. 一种基于计算机视觉的异常检测装置, 其中, 该装置包括: 训练集生成模块、训练模块和检测模块;

所述训练集生成模块, 用于根据目标图片的不同区域特征, 将目标图片划分为至少两个特征区域, 利用各个目标图片对应的特征区域分别组成训练集;

所述训练模块, 用于选取对抗生成网络 GAN 作为使用的网络模型, 分别使用不同特征区域的训练集训练 GAN 网络模型, 得到对应不同特征区域的各 GAN 网络模型;

所述检测模块, 用于对待测目标图片进行同样的特征区域划分, 将待测目标图片的不同特征区域分别输入到对应的 GAN 网络模型中, 获得生成图片, 对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测。

15. 根据权利要求 14 所述的基于计算机视觉的异常检测装置, 其中, 所述训练集生成模块, 用于根据目标图片内容的多样性, 将目标图片划分为低多样性

区域和高多样性区域；

所述检测模块，用于对生成图片和待测目标图片对应的低多样性区域进行差异检测，当检测结果为异常时，停止计算，直接判定待测目标异常；当检测结果为正常时，继续对生成图片和待测目标图片对应的高多样性区域进行差异检测。

16.根据权利要求 15 所述的基于计算机视觉的异常检测装置，其中，所述检测模块，具体用于：计算待测目标图片和生成图片低多样性区域的像素值差异，若计算结果不小于第一阈值，则判断待测目标图片低多样性区域异常，并停止计算，若计算结果小于第一阈值，则判断待测目标图片低多样性区域正常，继续计算待测目标图片和生成图片高多样性区域的像素值差异，若计算结果不小于第二阈值，则判断待测目标图片高多样性区域异常，若计算结果小于第二阈值，则判断待测目标图片正常。

17.根据权利要求 16 所述的基于计算机视觉的异常检测装置，其中，所述装置还包括阈值确定模块，用于将状态正常的目标图片各特征区域训练集分别输入到训练后的 GAN 网络模型，得到生成图片，计算低多样性区域中每个像素值差值的二阶范数平方的平均值，选取计算结果的中位数以上预设位置处的数值作为第一阈值；计算高多样性区域的最大像素值差异和像素值累积差异，分别选取计算结果的中位数以上的预设位置处的数值组成第二阈值。

18、一种电子设备，包括：处理器；以及被安排成存储计算机可执行指令的存储器，可执行指令在被执行时使处理器执行如下方法：

根据目标图片的不同区域特征，将目标图片划分为至少两个特征区域，利用各个目标图片对应的特征区域分别组成训练集；

选取对抗生成网络 GAN 作为使用的网络模型，分别使用不同特征区域的训练集训练 GAN 网络模型，得到对应不同特征区域的各 GAN 网络模型；

执行异常检测时，对待测目标图片进行同样的特征区域划分，将待测目标图片的不同特征区域分别输入到对应的 GAN 网络模型中，获得生成图片，对生成图片和待测目标图片进行基于像素值的差异检测。

19、如权利要求 18 所述的电子设备，其中，可执行指令在被执行时使处理器还执行如下方法：

根据目标图片内容的多样性，将目标图片划分为低多样性区域和高多样性区域。

对生成图片和待测目标图片对应的低多样性区域进行差异检测，当检测结果为异常时，停止计算，直接判定待测目标异常；

当检测结果为正常时，继续对生成图片和待测目标图片对应的高多样性区域进行差异检测。

20、如权利要求 18 所述的电子设备，其中，可执行指令在被执行时使处理器还执行如下方法：

计算待测目标图片和生成图片低多样性区域的像素值差异，若计算结果不小于第一阈值，则判断待测目标图片低多样性区域异常，并停止计算，若计算结果小于第一阈值，则判断待测目标图片低多样性区域正常，继续计算待测目标图片和生成图片高多样性区域的像素值差异，若计算结果不小于第二阈值，则判断待测目标图片高多样性区域异常，若计算结果小于第二阈值，则判断待测目标图片正常。

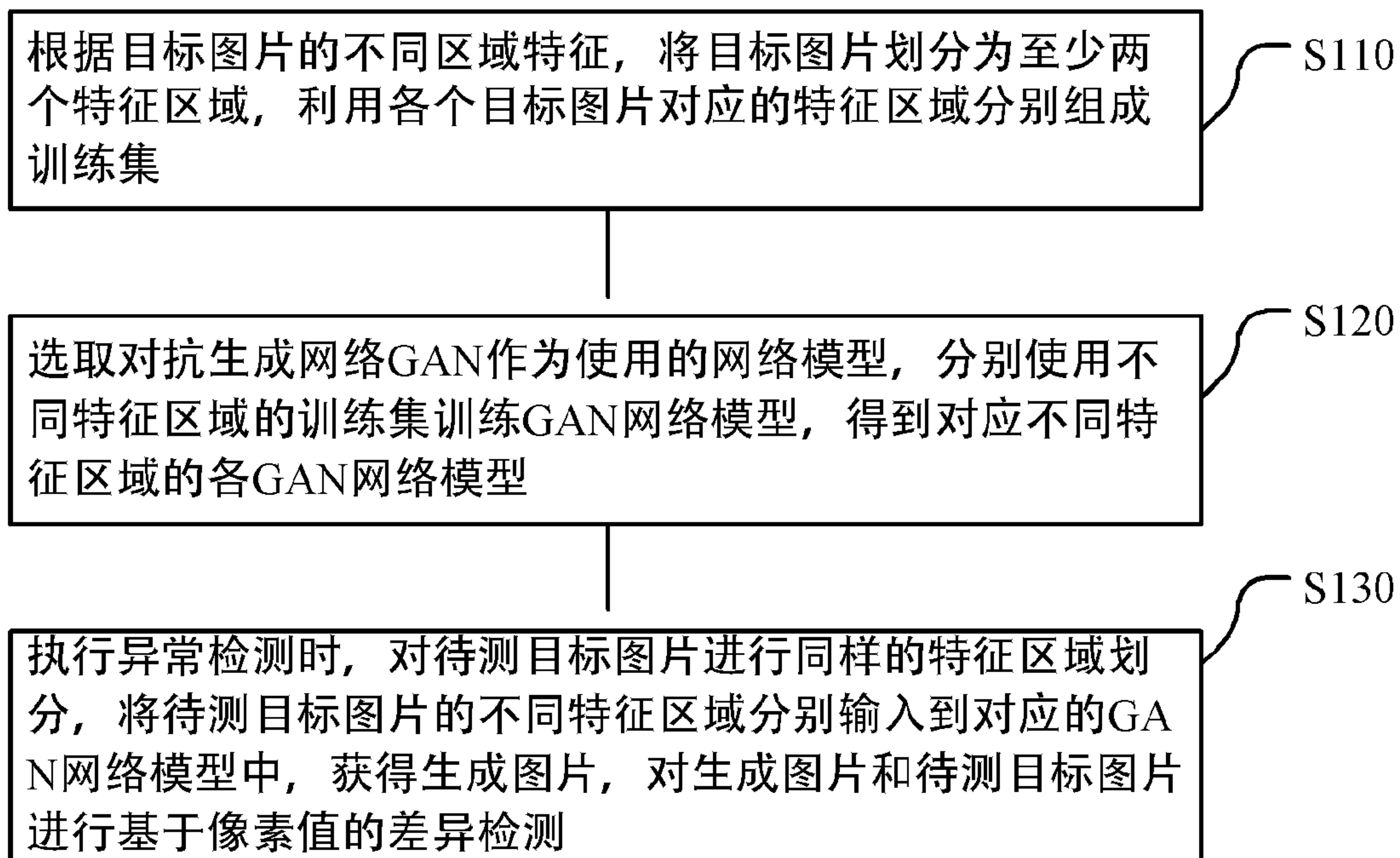


图 1

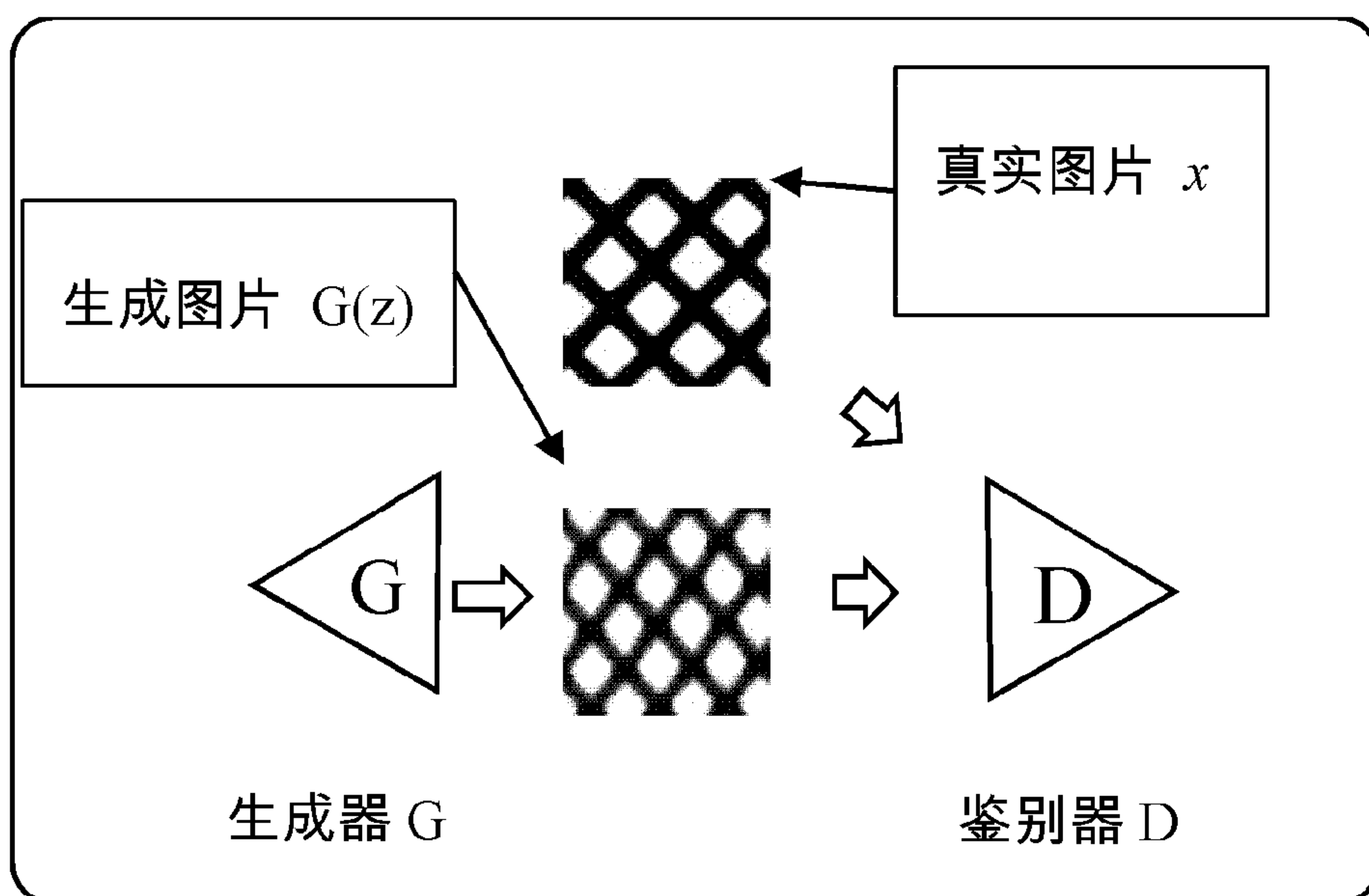


图 2

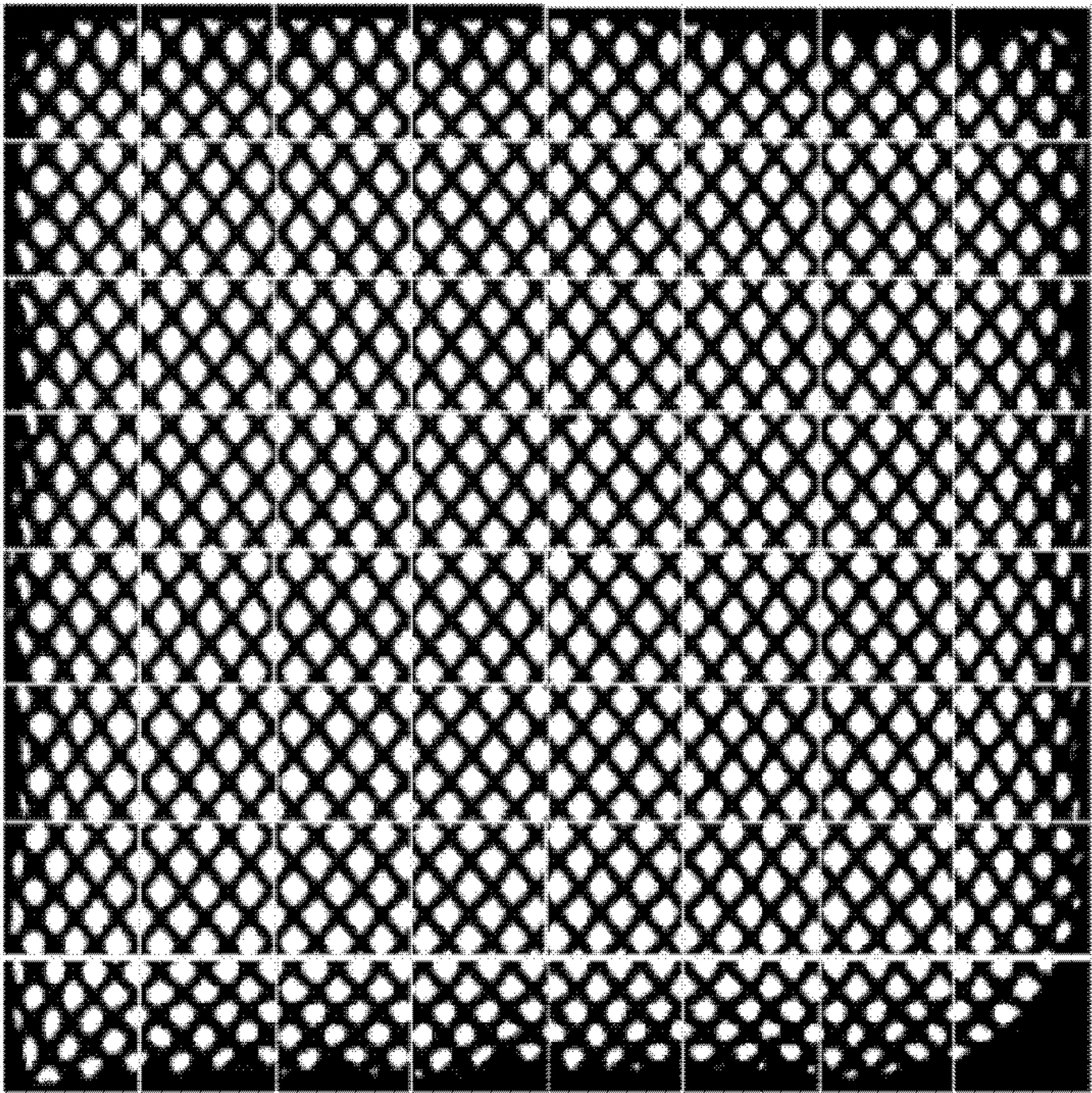


图 3

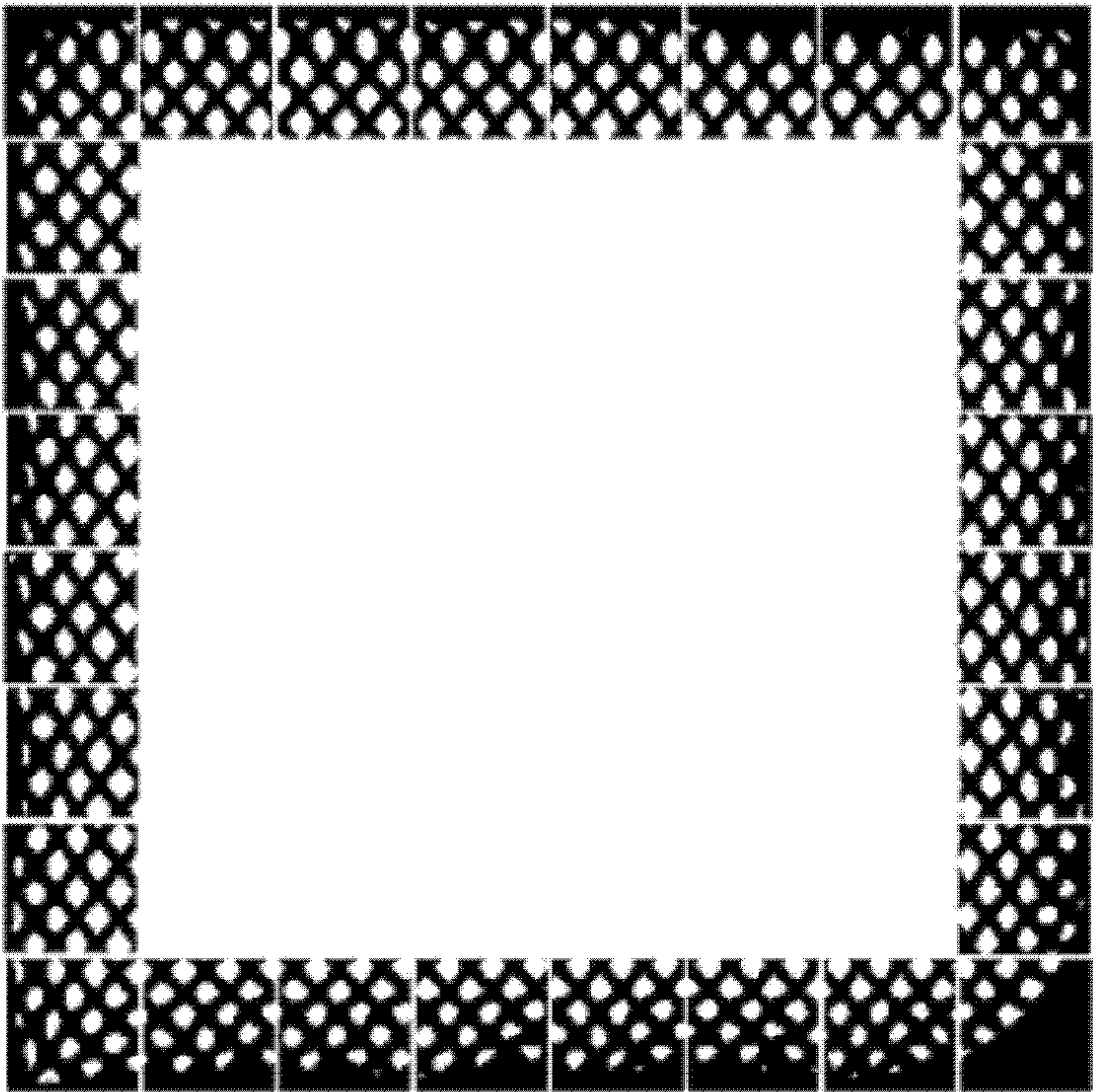


图 4

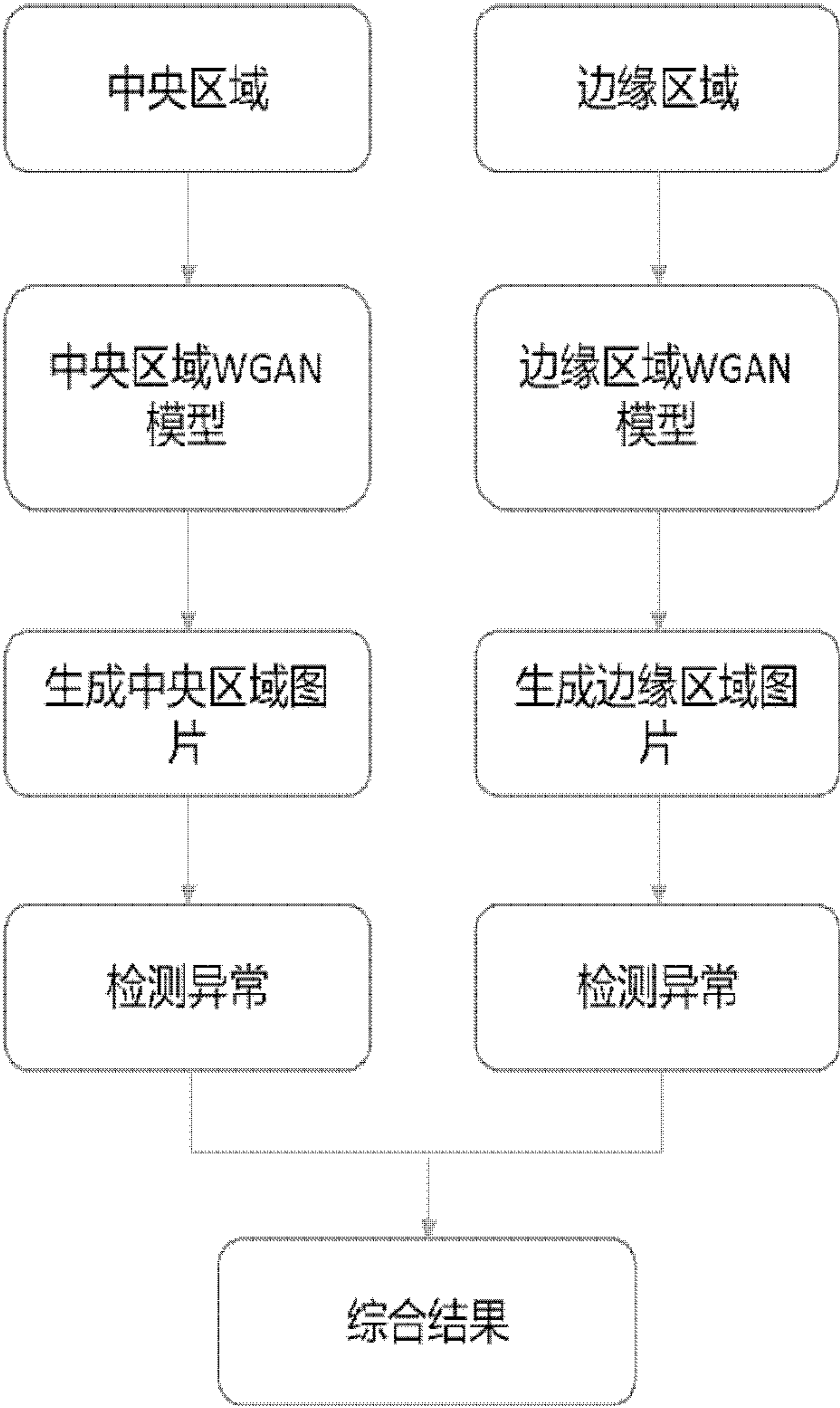


图 5

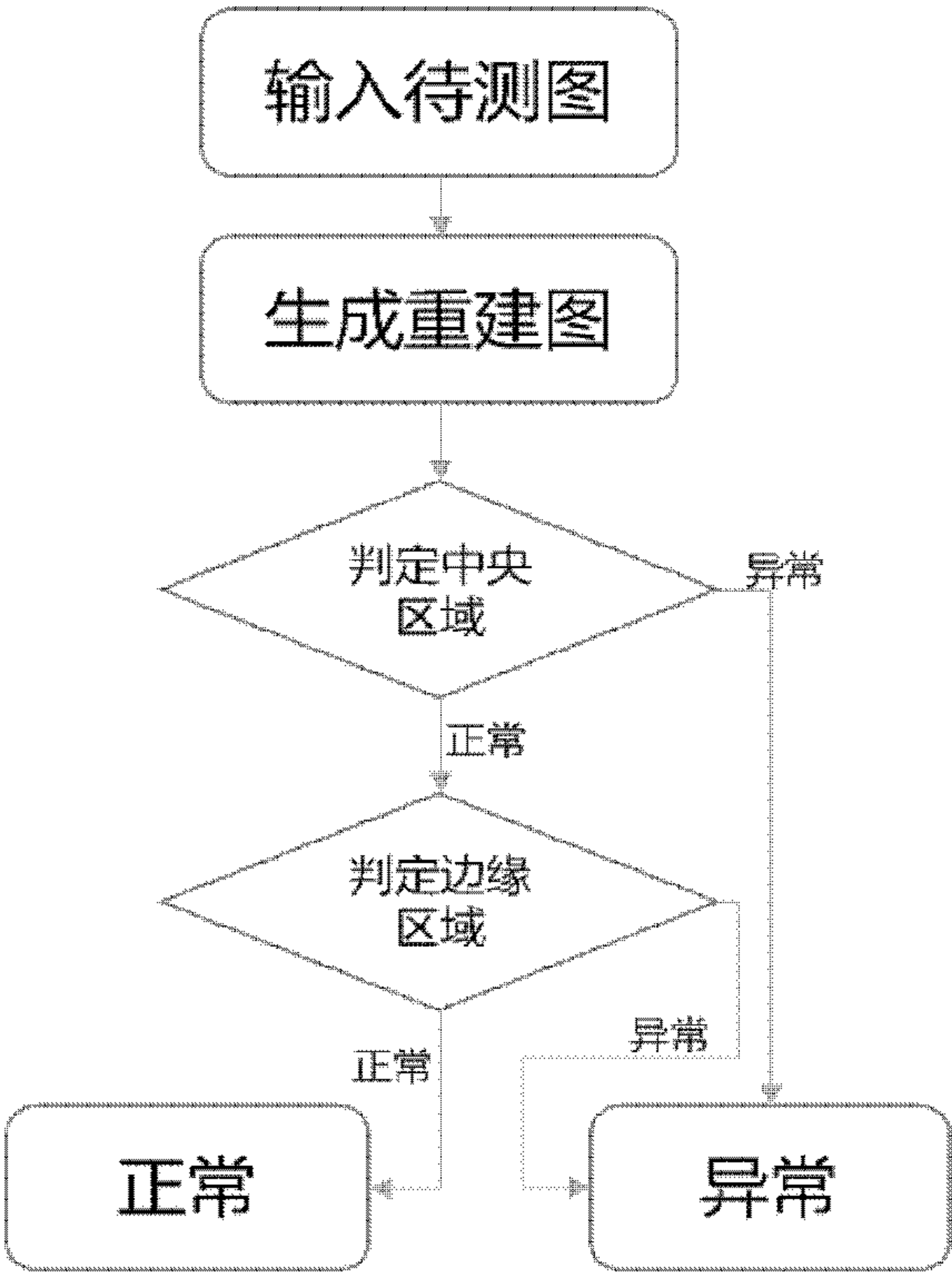


图 6



图 7

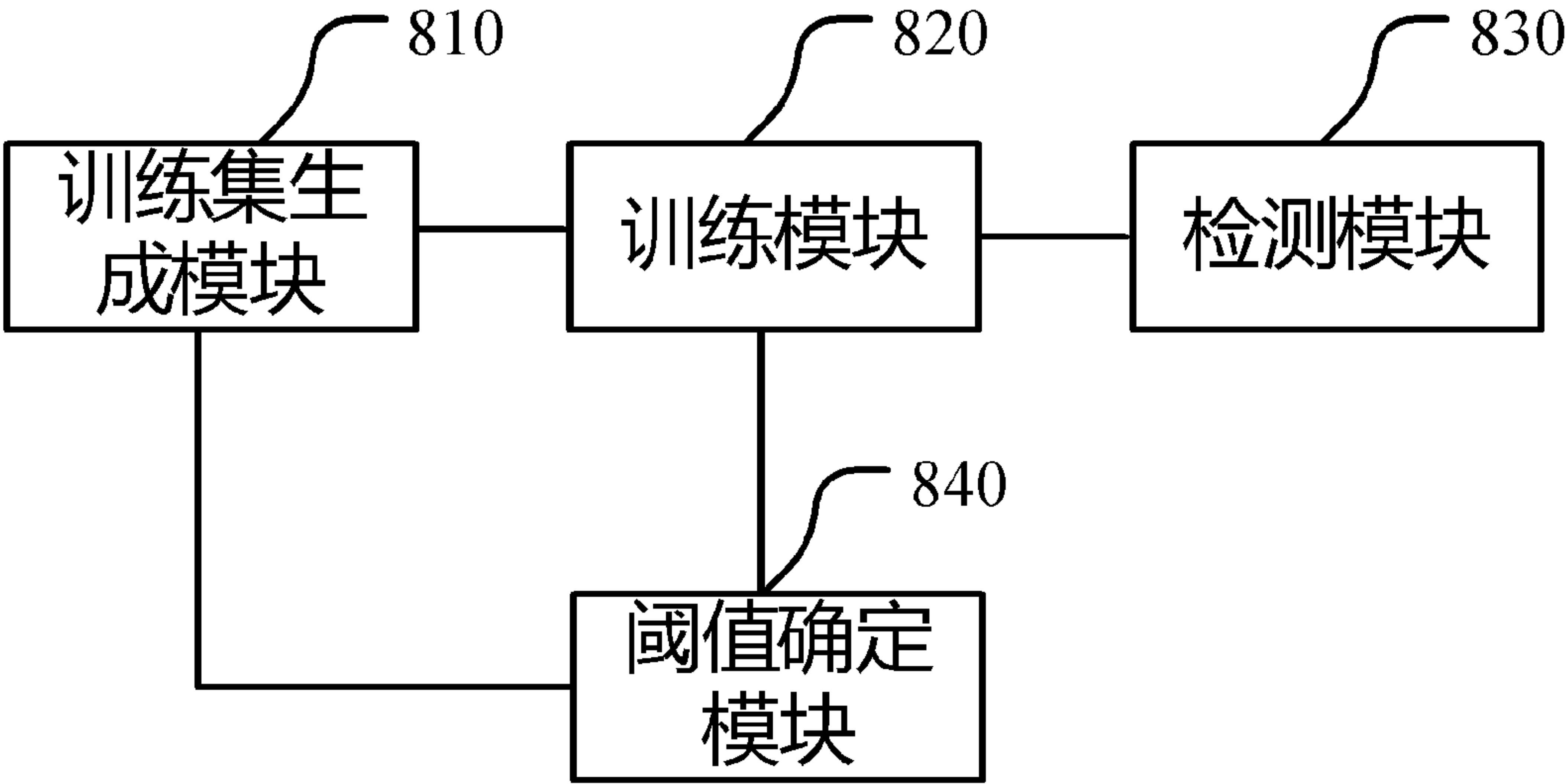


图 8

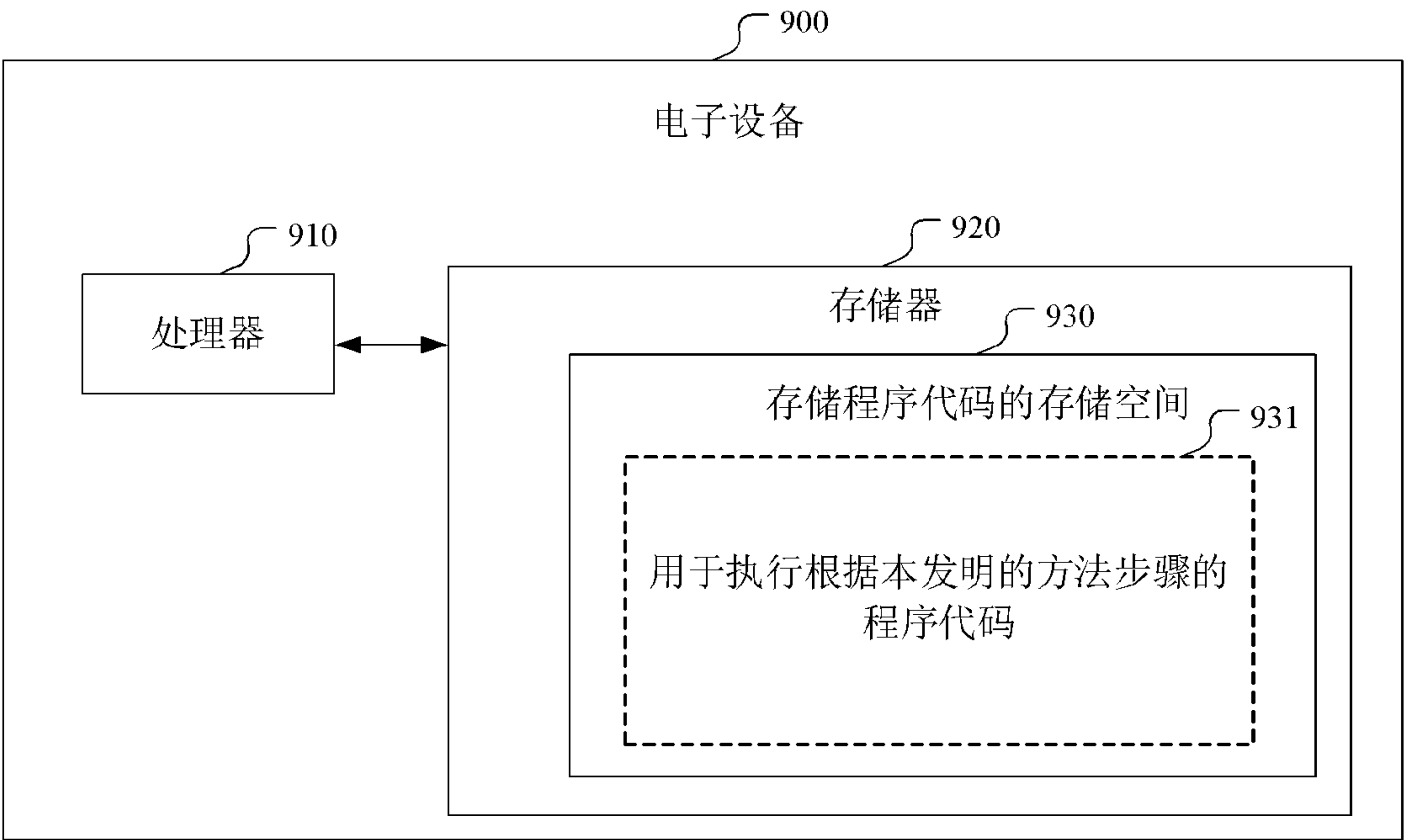


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/123475

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/00(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)

G06T

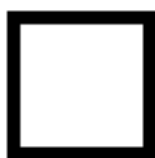
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 特征区域, 训练, 区域特征, 图片, 分割, 分块, 划分, 多样性, 图像, 对抗生成网络, 均匀, 像素, 差异, 异常, 错误, 故障, 检测, 监测, 识别, 分类, region+, part+, segment+, divid+, diversity, GAN, error, abnormal, unusual, fault+, detect+, classif+, recognit+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111062918 A (GOERTEK INC.) 24 April 2020 (2020-04-24) description, paragraphs 0006-0036	1-20
Y	CN 110211114 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 06 September 2019 (2019-09-06) description, paragraphs 0007-0046	1-2, 9, 14, 18
Y	CN 101996308 A (BEIJING VIMICRO CORPORATION) 30 March 2011 (2011-03-30) description, paragraphs 0008-0055	1-2, 9, 14, 18
A	CN 109461458 A (HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 12 March 2019 (2019-03-12) entire document	1-20
A	CN 102609680 A (INSTITUTE OF AUTOMATION, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 25 July 2012 (2012-07-25) entire document	1-20
A	CN 103226616 A (NANJING LONGYUAN MICROELECTRONIC CO., LTD.) 31 July 2013 (2013-07-31) entire document	1-20
A	US 8705866 B2 (ZHANG, Ximin et al.) 22 April 2014 (2014-04-22) entire document	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search

22 December 2020

Date of mailing of the international search report

27 January 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/123475

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
CN	111062918	A	24 April 2020	None		
CN	110211114	A	06 September 2019	None		
CN	101996308	A	30 March 2011	None		
CN	109461458	A	12 March 2019	None		
CN	102609680	A	25 July 2012	WO	2013091370 A1	27 June 2013
CN	103226616	A	31 July 2013	None		
US	8705866	B2	22 April 2014	None		

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2020/123475
A. 主题的分类 G06T 7/00(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) 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)) WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 特征区域, 训练, 区域特征, 图片, 分割, 分块, 划分, 多样性, 图像, 对抗生成网络, 均匀, 像素, 差异, 异常, 错误, 故障, 检测, 监测, 识别, 分类, region+, part+, segment+, divid+, diversity, GAN, error, abnormal, unusual, fault+, detect+, classif+, recognit+		
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
PX	CN 111062918 A (歌尔股份有限公司) 2020年 4月 24日 (2020 - 04 - 24) 说明书第0006-0036段	1-20
Y	CN 110211114 A (浙江大学) 2019年 9月 6日 (2019 - 09 - 06) 说明书第0007-0046段	1-2, 9, 14, 18
Y	CN 101996308 A (北京中星微电子有限公司) 2011年 3月 30日 (2011 - 03 - 30) 说明书第0008-0055段	1-2, 9, 14, 18
A	CN 109461458 A (合肥工业大学) 2019年 3月 12日 (2019 - 03 - 12) 全文	1-20
A	CN 102609680 A (中国科学院自动化研究所) 2012年 7月 25日 (2012 - 07 - 25) 全文	1-20
A	CN 103226616 A (南京龙渊微电子科技有限公司) 2013年 7月 31日 (2013 - 07 - 31) 全文	1-20
A	US 8705866 B2 (ZHANG, Ximin等) 2014年 4月 22日 (2014 - 04 - 22) 全文	1-20
☐ 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 “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 2020年 12月 22日		国际检索报告邮寄日期 2021年 1月 27日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 凌燕翔 电话号码 010-53961323

国际申请号
PCT/CN2020/123475

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	111062918	A	2020年 4月 24日	无	
CN	110211114	A	2019年 9月 6日	无	
CN	101996308	A	2011年 3月 30日	无	
CN	109461458	A	2019年 3月 12日	无	
CN	102609680	A	2012年 7月 25日	W0	2013091370 A1 2013年 6月 27日
CN	103226616	A	2013年 7月 31日	无	
US	8705866	B2	2014年 4月 22日	无	