

(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
2019 年 7 月 4 日 (04.07.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/128797 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 7/00 (2017.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/122038

(22) 国际申请日: 2018 年 12 月 19 日 (19.12.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201711434581.X 2017 年 12 月 26 日 (26.12.2017) CN

(71) 申请人: 同方威视技术股份有限公司
(NUCTECH COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国
北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2
层, Beijing 100084 (CN)。

(72) 发明人: 王琪(WANG, Qi); 中国北京市海淀区双
清路同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。 刘
必成(LIU, Bicheng); 中国北京市海淀区双清路
同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。 徐光明
(XU, Guangming); 中国北京市海淀区双清路同
方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。

(74) 代理人: 中国国际贸易促进委员会专利商标
事务所(CCPIT PATENT AND TRADEMARK LAW
OFFICE); 中国北京市西城区阜成门外大街 2 号
万通新世界广场 8 层, Beijing 100037 (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,
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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, 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,

(54) Title: IMAGE PROCESSING METHOD AND APPARATUS, AND COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 图像处理方法、装置及计算机可读存储介质

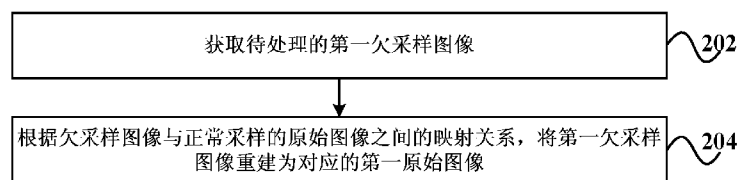


图 2

202 Acquire a first undersampled image to be processed
204 Reconstruct the first undersampled image as a corresponding first original image
according to a mapping relationship between the undersampled image and a normally
sampled original image

(57) Abstract: An image processing method and apparatus, and a computer-readable storage medium, relating to the technical field of imaging processing. The method comprises: acquiring a first undersampled image to be processed (S202); and reconstructing the first undersampled image as a corresponding first original image according to a mapping relationship between the undersampled image and a normally sampled original image (S204), wherein the mapping relationship is obtained by training a machine learning model by using a second undersampled image and a normally sampled second original image corresponding thereto as training samples.

(57) 摘要: 一种图像处理方法、装置及计算机可读存储介质, 涉及图像处理技术领域, 所述方法包括: 获取待处理的第一欠采样图像 (S202); 根据欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系, 将所述第一欠采样图像重建为对应的第一原始图像 (S204), 其中所述映射关系是以第二欠采样图像及其对应的正常采样的第二原始图像为训练样本对机器学习模型进行训练得到的。

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))。

图像处理方法、装置及计算机可读存储介质

相关申请的交叉引用

本申请是以 CN 申请号为 201711434581.X，申请日为 2017 年 12 月 26 日的申请为基
5 础，并主张其优先权，该 CN 申请的公开内容在此作为整体引入本申请中。

技术领域

本公开涉及图像处理方法、装置及计算机可读存储介质。

背景技术

利用集装箱或车辆偷运枪支、弹药、毒品、爆炸物、甚至大规模杀伤性武器或放
射性散布装置等违禁品，已经成为困扰各国政府、干扰国际货物运输正常秩序的国际
公害。因此，集装箱或车辆安全检查是全世界共同关注的课题。

X 射线成像是违禁品检查领域最基本的、也是最早得到广泛应用的技术，目
15 前也是应用最广泛的用于集装箱或车辆的检查技术。

发明内容

根据本公开实施例的一方面，提供一种图像处理方法，包括：获取待处理的第一
欠采样图像；根据欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系，将所述第一欠
20 采样图像重建为对应的第一原始图像，其中所述映射关系是以第二欠采样图像及其对
应的正常采样的第二原始图像为训练样本对机器学习模型进行训练得到的。

在一些实施例中，所述方法还包括：对所述第二原始图像进行下采样，以得到所
述第二欠采样图像；以所述第二欠采样图像和所述第二原始图像为训练样本对所述机
器学习模型进行训练，以得到所述映射关系。

25 在一些实施例中，所述对所述第二原始图像进行下采样，以得到所述第二欠采样
图像包括：对所述第二原始图像进行下采样，以得到第二下采样图像；对所述第二下
采样图像进行上采样，以得到与所述第二原始图像的尺寸相同的第二上采样图像，以
所述第二上采样图像作为所述第二欠采样图像。

在一些实施例中，所述根据欠采样图像与原始图像之间的映射关系，将所述第一
30 欠采样图像重建为对应的第一原始图像包括：对所述第一欠采样图像进行上采样，以

得到与所述第一原始图像的尺寸相同的第一上采样图像，以所述第一上采样图像作为第三欠采样图像；根据所述映射关系将所述第三欠采样图像重建为对应的第三原始图像，以所述第三原始图像作为所述第一原始图像。

5 在一些实施例中，所述以所述第二欠采样图像和所述第二原始图像为训练样本对所述机器学习模型进行训练包括：将所述第二欠采样图像分割成多个欠采样图像块；将所述第二原始图像分割成多个原始图像块，一个原始图像块对应一个欠采样图像块，每个原始图像块与对应的欠采样图像块的尺寸相同；以所述多个欠采样图像块和所述多个原始图像块为训练样本对机器学习模型进行训练。

10 在一些实施例中，所述以所述多个欠采样图像块和所述多个原始图像块为训练样本对机器学习模型进行训练包括：对所述多个欠采样图像块中的每个欠采样图像块进行处理，以确定每个欠采样图像块与对应的原始图像块之间的差异图像块；将所述差异图像块与对应的欠采样图像块相加，以得到预测图像块；根据所述预测图像块与所述原始图像块对所述机器学习模型进行优化，直到所述预测图像块与所述原始图像块之间的差异满足预设条件。

15 在一些实施例中，所述对所述第二原始图像进行下采样包括：对所述第二原始图像进行扩增，以得到至少一个扩增图像；对所述第二原始图像和所述扩增图像进行下采样，以得到多个所述第二欠采样图像。

20 在一些实施例中，所述第一欠采样图像根据如下方式获得：在第一被检测物体沿着第一方向运动时，第一发射器发射的射线穿透所述第一被检测物体沿着第二方向的截面后，由与所述第一发射器相对设置的第一组探测器接收，从而生成所述第一欠采样图像，其中所述第一方向与所述第二方向垂直，所述第一组探测器包括一排或多排第一探测器；所述第二原始图像根据如下方式获得：在第二被检测物体沿着第三方向运动时，第二发射器发射的射线穿透所述第二被检测物体沿着第四方向的截面后，由与所述第二发射器相对设置的第二组探测器接收，从而生成所述第二原始图像，其中
25 所述第三方向与所述第四方向垂直，所述第二组探测器包括一排或多排第二探测器。

在一些实施例中，所述第一欠采样图像在所述第一方向上的尺寸小于所述第一原始图像在所述第一方向上的尺寸；所述第二下采样图像在所述第三方向上的尺寸小于所述第二原始图像在所述第三方向上的尺寸。

30 在一些实施例中，所述第一组探测器包括在所述第一方向上布置的 **M1** 排第一探测器，相邻排的第一探测器之间的距离为 **S1**；所述第二组探测器包括在所述第三方向

上布置的 M2 排第二探测器，相邻排的第二探测器之间的距离为 S2；其中， $2 \leq M1 \leq M2$ ， $S1 = N \times S2$ ，N 为大于或等于 2 的整数。

根据本公开实施例的另一方面，提供一种图像处理装置，包括：获取模块，用于获取待处理的第一欠采样图像；重建模块，用于根据欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系，将所述第一欠采样图像重建为对应的第一原始图像，其中所述映射关系是以第二欠采样图像及其对应的正常采样的第二原始图像为训练样本对机器学习模型进行训练得到的。

在一些实施例中，所述装置还包括：下采样模块，用于对所述第二原始图像进行下采样，以得到所述第二欠采样图像；训练模块，用于以所述第二欠采样图像和所述第二原始图像为训练样本对所述机器学习模型进行训练，以得到所述映射关系。

在一些实施例中，所述下采样模块用于对所述第二原始图像进行下采样，以得到第二下采样图像；所述装置还包括：第二上采样模块，用于对所述第二下采样图像进行上采样，以得到与所述第二原始图像的尺寸相同的第二上采样图像，以所述第二上采样图像作为所述第二欠采样图像。

在一些实施例中，所述装置还包括：第一上采样模块，用于对所述第一欠采样图像进行上采样，以得到与所述第一原始图像的尺寸相同的第一上采样图像，以所述第一上采样图像作为第三欠采样图像；所述重建模块用于根据所述映射关系将所述第三欠采样图像重建为对应的第三原始图像，以所述第三原始图像作为所述第一原始图像。

在一些实施例中，所述训练模块用于将所述第二欠采样图像分割成多个欠采样图像块；将所述第二原始图像分割成多个原始图像块，一个原始图像块对应一个欠采样图像块，每个原始图像块与对应的欠采样图像块的尺寸相同；以所述多个欠采样图像块和所述多个原始图像块为训练样本对机器学习模型进行训练。

在一些实施例中，所述训练模块用于对所述多个欠采样图像块中的每个欠采样图像块进行处理，以确定每个欠采样图像块与对应的原始图像块之间的差异图像块；将所述差异图像块与对应的欠采样图像块相加，以得到预测图像块；根据所述预测图像块与所述原始图像块对所述机器学习模型进行优化，直到所述预测图像块与所述原始图像块之间的差异满足预设条件。

在一些实施例中，所述下采样模块用于对所述第二原始图像进行扩增，以得到至少一个扩增图像；对所述第二原始图像和所述扩增图像进行下采样，以得到多个所述第二欠采样图像。

在一些实施例中，所述第一欠采样图像根据如下方式获得：在第一被检测物体沿着第一方向运动时，第一发射器发射的射线穿透所述第一被检测物体沿着第二方向的截面后，由与所述第一发射器相对设置的第一组探测器接收，从而生成所述第一欠采样图像，其中所述第一方向与所述第二方向垂直，所述第一组探测器包括一排或多排第一探测器；所述第二原始图像根据如下方式获得：在第二被检测物体沿着第三方向运动时，第二发射器发射的射线穿透所述第二被检测物体沿着第四方向的截面后，由与所述第二发射器相对设置的第二组探测器接收，从而生成所述第二原始图像，其中所述第三方向与所述第四方向垂直，所述第二组探测器包括一排或多排第二探测器。

在一些实施例中，所述第一欠采样图像在所述第一方向上的尺寸小于所述第一原始图像在所述第一方向上的尺寸；所述第二下采样图像在所述第三方向上的尺寸小于所述第二原始图像在所述第三方向上的尺寸。

在一些实施例中，所述第一组探测器包括在所述第一方向上布置的 $M1$ 排第一探测器，相邻排的第一探测器之间的距离为 $S1$ ；所述第二组探测器包括在所述第三方向上布置的 $M2$ 排第二探测器，相邻排的第二探测器之间的距离为 $S2$ ；其中， $2 \leq M1 \leq M2$ ， $S1 = N \times S2$ ， N 为大于或等于 2 的整数。

根据本公开实施例的又一方面，提供一种图像处理装置，包括：存储器；以及耦接至所述存储器的处理器，所述处理器被配置为基于存储在所述存储器的指令执行上述任意一个实施例所述的方法。

根据本公开实施例的再一方面，提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，该指令被处理器执行时实现上述任意一个实施例所述的方法。

附图说明

构成说明书的一部分的附图描述了本公开的实施例，并且连同说明书一起用于解释本公开的原理。

参照附图，根据下面的详细描述，可以更加清楚地理解本公开，其中：

图 1 是产生欠采样图像的一个场景的示意图；

图 2 是根据本公开一些实施例的图像处理方法的流程示意图；

图 3 是根据本公开另一些实施例的图像处理方法的流程示意图；

图 4 是根据本公开一些实施例的对机器学习模型进行训练的流程示意图；

图 5 是根据本公开一些实施例的图像处理装置的结构示意图；

图 6 是根据本公开另一些实施例的图像处理装置的结构示意图；

图 7 是根据本公开另一些实施例的图像处理装置的结构示意图。

图 8 是根据本公开又一些实施例的图像处理装置的结构示意图；

图 9 是根据本公开再一些实施例的图像处理装置的结构示意图；

5 图 10 是根据本公开还一些实施例的图像处理装置的结构示意图。

应当明白，附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。此外，相同或类似的参考标号表示相同或类似的构件。

具体实施方式

10 现在将参照附图来详细描述本公开的各种示例性实施例。对示例性实施例的描述仅仅是说明性的，决不作为对本公开及其应用或使用的任何限制。本公开可以以许多不同的形式实现，不限于这里所述的实施例。提供这些实施例是为了使本公开透彻且完整，并且向本领域技术人员充分表达本公开的范围。应注意到：除非另外具体说明，否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值应被解释为仅
15 仅是示例性的，而不是作为限制。

本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的部分。“包括”或者“包含”等类似的词语意指在该词前的要素涵盖在该词后列举的要素，并不排除也涵盖其他要素的可能。“上”、“下”等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则该相对位置
20 关系也可能相应地改变。

在本公开中，当描述到特定部件位于第一部件和第二部件之间时，在该特定部件与第一部件或第二部件之间可以存在居间部件，也可以不存在居间部件。当描述到特定部件连接其它部件时，该特定部件可以与所述其它部件直接连接而不具有居间部件，也可以不与所述其它部件直接连接而具有居间部件。

25 本公开使用的所有术语（包括技术术语或者科学术语）与本公开所属领域的普通技术人员理解的含义相同，除非另外特别定义。还应当理解，在诸如通用字典中定义的术语应当被解释为具有与它们在相关技术的上下文中的含义相一致的含义，而不应使用理想化或极度形式化的意义来解释，除非这里明确地这样定义。

对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论，但在适当情况下，所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。
30

在一个典型的双能 X 射线检查系统中，X 射线源（例如电子直线加速器）以很高的频率交替产生两种不同能量的 X 射线，分别称为高能 X 射线和低能 X 射线。这两种 X 射线交替通过狭缝准直器后分别形成扇形 X 射线束。两种扇形 X 射线束从被检测物体的一侧交替穿透被检测物体的横断面后，由位于被检测物体另一侧的探测器依次接收并生成图像数据。当被检测物体通过扇形 X 射线束时，扇形 X 射线束依次扫描被检测物体的一系列横断面，从而形成整个被检测物体的高能和低能 X 射线透射图像。

为了将被检测物体的所有区域都扫描到，被检测物体的运动速度 v 与 X 射线源出射 X 射线的频率 f 应满足以下公式：

$$\frac{v}{f} = N \times \text{pitch} \times \frac{D}{D + T}$$

这里， N 为探测器的排数， pitch 为相邻排的探测器之间的距离， D 为 X 射线源到被检测物体的距离， T 为被检测物体到探测器的距离。

当被检测物体的运动速度过大或 X 射线源出射 X 射线的频率过小时，会得到欠采样图像。图 1 是产生欠采样图像的一个场景的示意图。如图 1 所示， t_1 时刻、 t_2 时刻、 t_3 时刻和 t_4 时刻为 X 射线的出射时刻，在相邻的 X 射线出射时刻（例如 t_1 时刻和 t_2 时刻）之间，被检测物体 101 的一部分区域没有被 X 射线扫描到，从而导致欠采样图像的产生。欠采样图像不但会丢失被检测物体的信息，而且与被检测物体中物品的实际形状不符。例如，被检测物体中具有圆形的车轮，但得到的欠采样图像中的车轮却为椭圆形。

快检系统是双能 X 射线检查系统中的一种。在快检时，快检系统不动，被检测物体（例如车辆）直接通过快检系统的通道，因此被检测物体的通过率高。但是，由于被检测物体的运动速度较快，这就要求 X 射线源具有很高的 X 射线出射频率，以避免得到欠采样图像。但是，受制于硬件限制，X 射线源的 X 射线出射频率不能无限制地提高，这就限制了被检测物体的运动速度，降低了被检测物体的通过率。

对于欠采样图像，传统的处理方法是使用插值法，将欠采样图像重建为正常采样的图像尺寸。但是通过插值法重建的图像通常会过于平滑，并伴随锯齿状的伪影，与正常采样的图像差距较大。

为此，本公开提出了如下技术方案。

图 2 是根据本公开一些实施例的图像处理方法的流程示意图。

在步骤 202，获取待处理的第一欠采样图像。

在一些实施例中，第一欠采样图像可以根据如下方式获得：在第一被检测物体沿

着第一方向运动时，第一发射器发射的射线穿透第一被检测物体沿着第二方向的截面后，由与第一发射器相对设置的第一组探测器接收，从而生成第一欠采样图像。这里，第一方向与第二方向可以基本垂直。第一组探测器可以包括一排或在第一方向上布置的多排第一探测器。

5 作为一些示例，第一被检测物体可以包括但不限于集装箱或载有集装箱等其他物品的车辆等。作为一些示例，射线例如可以是 X 射线、可见光、红外线、紫外线等。

例如，可以通过单能 X 射线或双能 X 射线对运动的第一被检测物体进行照射，以得到第一欠采样图像。然而，应理解，本公开并不限于此，第一欠采样图像也可以是通过其他方式得到的。

10 在步骤 204，根据欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系，将第一欠采样图像重建为对应的第一原始图像。这里，映射关系是以第二欠采样图像及其对应的正常采样的第二原始图像为训练样本对机器学习模型进行训练得到的。

在一些实施例中，第二原始图像可以根据如下方式获得：在第二被检测物体沿着第三方向运动时，第二发射器发射的射线穿透第二被检测物体沿着第四方向的截面后，
15 由与第二发射器相对设置的第二组探测器接收，从而生成第二原始图像。第二欠采样图像可以通过对第二原始图像进行下采样来得到。这里，第三方向与第四方向可以基本垂直。第二组探测器可以包括一排或多排在第三方向上布置的第二探测器。

作为一些实现方式，第一组探测器可以包括在第一方向上布置的 M1 排第一探测器，相邻排的第一探测器之间的距离为 S1；第二组探测器可以包括在第三方向上布置
20 的 M2 排第二探测器，相邻排的第二探测器之间的距离为 S2。这里， $2 \leq M1 \leq M2$ ， $S1 = N \times S2$ ，N 为大于或等于 2 的整数。

例如，可以基于一个或多个第二欠采样图像和对应的一个或多个第二原始图像对字典学习模型、BP (Back Propagation, 反向传播) 神经网络模型或卷积神经网络模型等机器学习模型进行训练，从而得到欠采样图像和正常采样的原始图像之间的映射关系。
25

对机器学习模型进行训练后，机器学习模型可以根据训练好的映射关系对输入的任意一个欠采样图像进行重建，以输出该欠采样图像对应的正常采样的原始图像。因此，在将第一欠采样图像输入机器学习模型后，机器学习模型可以根据训练好的映射关系对第一欠采样图像进行重建，从而输出第一欠采样图像对应的第一原始图像。

30 上述实施例中，利用训练好的欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系

可以将待处理的第一欠采样图像重建为对应的第一原始图像。相对于传统的插值法，根据上述实施例的方法得到的第一原始图像更加准确。

图 3 是根据本公开另一些实施例的图像处理方法的流程示意图。

在步骤 302，对正常采样的第二原始图像进行下采样，以得到第二欠采样图像。

5 在一些实现方式中，可以对正常采样的第二原始图像进行下采样，以得到第二下采样图像。在这样的实现方式中，以第二下采样图像直接作为第二欠采样图像。

在另一些实现方式中，可以对正常采样的第二原始图像进行下采样，以得到第二下采样图像；然后对第二下采样图像进行上采样，以得到与第二原始图像的尺寸相同的第二上采样图像。在这样的实现方式中，以第二上采样图像作为第二欠采样图像。

10 这里，虽然第二上采样图像的尺寸与第二原始图像相同，但由于第二上采样图像是通过第二原始图像进行下采样、再进行上采样得来，因此，从这个意义上来说，第二上采样图像实际上为第二原始图像对应的欠采样图像，故可以以第二上采样图像作为第二欠采样图像。

15 在一些实施例中，可以先对第二原始图像进行扩增，以得到至少一个扩增图像；然后对第二原始图像和扩增图像进行下采样，以得到多个第二下采样图像，从而可以增加训练样本。例如，可以对第二原始图像进行翻转、旋转、亮度调整、缩放等扩增操作中的至少一个，以得到至少一个扩增图像。在一些例子中，可以将第二原始图像旋转预设角度，例如 90 度、270 度等。在另一些例子中，可以通过双立方插值等算法对第二原始图像进行缩放，例如，第二下采样图像可以为第二原始图像的 0.6 倍、0.7 倍、0.8 倍、0.9 倍、或 1.2 倍等。

20 在一些实施例中，第二下采样图像在第三方向上的尺寸可以小于第二原始图像在第三方向上的尺寸。一种情况下，第二下采样图像在第四方向上的尺寸可以等于第二原始图像在第四方向上的尺寸。另一种情况下，第二下采样图像在第四方向上的尺寸也可以小于第二原始图像在第四方向上的尺寸。

25 假设第二原始图像的尺寸为 m （行）像素 $\times kn$ （列）像素， k 为第二探测器的排数。在 k 为 1 的情况下，例如，可以删除第二原始图像中的偶数列像素，保留第二原始图像中的奇数列像素，从而得到第二下采样图像；又例如，可以删除第二原始图像中的奇数列像素，保留第二原始图像中的偶数列像素，从而得到第二下采样图像。在 k 大于 1 的情况下，例如，可以每隔 k 列像素删除第二原始图像中的 k 列像素，从而得到第二下采样图像。作为一个示例， n 为偶数，第二下采样图的尺寸可以为 m 像素

×n/2 像素。

在步骤 304，以第二欠采样图像和第二原始图像为训练样本对机器学习模型进行训练，以得到欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系。

在步骤 306，获取待处理的第一欠采样图像。例如，第一欠采样图像在第一方向上的尺寸可以小于第一原始图像在第一方向上的尺寸。

在步骤 308，根据欠采样图像与正常采样的原始图像的映射关系，将第一欠采样图像重建为对应的第一原始图像。

在一些实现方式中，可以对第一欠采样图像进行上采样，以得到与第一原始图像的尺寸相同的第一上采样图像，以第一上采样图像作为第三欠采样图像。然后，根据映射关系将第三欠采样图像重建为对应的第三原始图像，以第三原始图像作为第一原始图像。

例如，可以通过双立方插值、最近邻插值、双线性插值、基于图像边缘的插值等算法对第一欠采样图像进行上采样，以得到第一上采样图像。

上述实施例中，首先根据第二欠采样图像和第二原始图像对机器模型进行训练，然后利用训练好的映射关系可以将待处理的第一欠采样图像重建为对应的第一原始图像。

图 4 是根据本公开一些实施例的对机器学习模型进行训练的流程示意图。

在步骤 402，将第二欠采样图像分割成多个欠采样图像块。这里，以上面得到的第二上采样图像作为第二欠采样图像。

在一些实施例中，可以将第二欠采样图像分割成尺寸相同的多个欠采样图像块。

在步骤 404，将第二原始图像分割成多个原始图像块。这里，一个原始图像块对应一个欠采样图像块，并且，每个原始图像块与对应的欠采样图像块的尺寸相同。

例如，可以将第二欠采样图像分割成多个尺寸为 m（行）像素×m（列）像素的欠采样图像块，将第二欠采样图像对应的第二原始图像分割成多个尺寸为 m（行）像素×m（列）像素的原始图像块。

在步骤 406，以多个欠采样图像块和多个原始图像块为训练样本对机器学习模型进行训练。

例如，可以将多个欠采样图像块和多个原始图像块划分为多组图像块，每组图像块可以包括预定数量的欠采样图像块和对应的原始图像块。每次在对机器学习模型进行训练时，可以以多组图像块中的一组图像块作为训练样本。在一些实施例中，可以

将 64 个欠采样图像块和对应的 64 个原始图像块作为一组。

下面以卷积神经网络模型为例介绍对机器学习模型进行训练的一些实现方式。

首先，对多个欠采样图像块中的每个欠采样图像块进行处理，以确定每个欠采样图像块与对应的原始图像块之间的差异图像块。

5 例如，卷积神经网络模型可以包括 20 个卷积层，相邻的两个卷积层之间有一个非线性层，例如 ReLu (Rectified Linear Unit, 修正线性单元) 激活函数。每个卷积层的输出经非线性层进行非线性处理后作为下一个卷积层的输入。

10 设第 1 个卷积层输入的欠采样图像块的尺寸为 $n \times n$ 。第 1 个卷积层使用 64 个卷积核，每个卷积核的尺寸为 $3 \times 3 \times 1$ ，步长为 1。第 1 个卷积层输出尺寸为 $n \times n \times 64$ 的特征图。第 2 到第 19 个卷积层均使用 64 个卷积核，每个卷积核的尺寸为 $3 \times 3 \times 64$ ，步长为 1。第 2 到第 19 个卷积层中的每个卷积层均输出尺寸为 $n \times n \times 64$ 的特征图。第 20 个卷积层使用 1 个尺寸为 $3 \times 3 \times 64$ 的卷积核，输出的特征图的尺寸为 $n \times n$ ，与输入的欠采样图像块的尺寸相同。

15 通过 20 个卷积层对每个欠采样图像块的卷积处理，可以得到每个欠采样图像块与对应的原始图像块之间的差异图像块，也即，第 20 个卷积层输出的特征图。

其次，将差异图像块与对应的欠采样图像块相加，以得到预测图像块。

例如，可以将第 20 个卷积层输出的特征图与第 1 个卷积层输入的欠采样图像块相加，即可得到欠采样图像块对应的预测图像块。

20 之后，根据预测图像块与原始图像块对机器学习模型进行优化，直到预测图像块与原始图像块之间的差异满足预设条件。

在训练时，卷积核的权重可以采用 MSRA 进行初始化，偏置项可以均初始化为 0。每次训练时可以随机挑选一组图像块作为训练样本进行训练，训练目标是使得下式表示的最小化损失函数 Loss 的值最小：

$$\text{Loss} = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \|y_i - f(x_i)\|_2^2 + \frac{\lambda}{2} \sum_w w^2。$$

25 这里， n 为一组图像块中原始图像块的数量， y_i 为原始图像块， $f(x_i)$ 为预测图像块， λ 为正则项系数， w 为卷积核的权重。 λ 例如可以为 1×10^{-4} 。

可以理解的是， $f(x_i)$ 的表达式中包含偏置项。因此，可以通过调整偏置项和权重的大小，使得 Loss 的值最小，即满足预设条件。

30 模型的优化可以采用 Adam 算法。通过计算梯度的一阶矩估计和二阶矩估计可以自适应地为权重项和偏置项设置独立的学习率。相比随机梯度下降法，采用 Adam 算

法可以使得最小化损失函数的收敛速度更快，并且，无需为防止梯度爆炸而设置阈值 **clip_gradient**。

上述实施例中，将第二欠采样图像划分为多个欠采样图像块，将第二原始图像划分为多原始图像块，然后以多个欠采样图像块和多个原始图像块作为训练样本对机器学习模型进行训练，从而可以使得训练出的欠采样图像和原始图像之间的映射关系更加准确。

本说明书中各个实施例均采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其它实施例的不同之处，各个实施例之间相同或相似的部分相互参见即可。对于装置实施例而言，由于其与方法实施例基本对应，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。

图 5 是根据本公开一些实施例的图像处理装置的结构示意图。如图 5 所示，该实施例的装置包括获取模块 501 和重建模块 502。

获取模块 501 用于获取待处理的第一欠采样图像。

在一些实施例中，第一欠采样图像可以根据如下方式获得：在第一被检测物体沿着第一方向运动时，第一发射器发射的射线穿透第一被检测物体沿着第二方向的截面后，由与第一发射器相对设置的第一组探测器接收，从而生成第一欠采样图像。这里，第一方向与第二方向可以基本垂直。例如，第一欠采样图像在第一方向上的尺寸可以小于对应的第一原始图像在第一方向上的尺寸。

重建模块 502 用于根据欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系，将第一欠采样图像重建为对应的第一原始图像。这里的映射关系是以第二欠采样图像及其对应的正常采样的第二原始图像为训练样本对机器学习模型进行训练得到的。

在一些实施例中，第二原始图像可以根据如下方式获得：在第二被检测物体沿着第三方向运动时，第二发射器发射的射线穿透第二被检测物体沿着第四方向的截面后，由与第二发射器相对设置的第二组探测器接收，从而生成第二原始图像。这里，第三方向与第四方向可以基本垂直。

上述第一组探测器可以包括一排或多排第一探测器，上述第二组探测器可以包括一排或多排第二探测器。

作为一些具体实现方式，第一组探测器可以包括在第一方向上布置的 M1 排第一探测器，相邻排的第一探测器之间的距离为 S1；第二组探测器可以包括在第三方向上布置的 M2 排第二探测器，相邻排的第二探测器之间的距离为 S2。这里， $2 \leq M1 \leq$

M2, $S1=N \times S2$, N 为大于或等于 2 的整数。

上述实施例的装置可以利用训练好的欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系将待处理的第一欠采样图像重建为对应的第一原始图像。相对于传统的插值法, 根据上述实施例的装置得到的第一原始图像更加准确。

5 图 6 是根据本公开另一些实施例的图像处理装置的结构示意图。如图 6 所示, 该实施例的装置包括下采样模块 601、训练模块 602、获取模块 601 和重建模块 502。

下采样模块 601 用于对正常采样的第二原始图像进行下采样, 以得到第二欠采样图像。作为一些具体实现方式, 下采样模块 601 可以用于对第二原始图像进行扩增, 以得到至少一个扩增图像; 对第二原始图像和扩增图像进行下采样, 以得到多个第二
10 欠采样图像。

训练模块 602 用于以第二欠采样图像和第二原始图像为训练样本对机器学习模型进行训练, 以得到欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系。

获取模块 603 用于获取待处理的第一欠采样图像。

重建模块 604 用于根据欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系, 将第
15 一欠采样图像重建为对应的第一原始图像。

上述实施例的装置首先可以根据第二欠采样图像和第二原始图像对机器模型进行训练, 然后利用训练好的映射关系可以将待处理的第一欠采样图像重建为对应的第一原始图像。

图 7 是根据本公开另一些实施例的图像处理装置的结构示意图。如图 7 所示, 该
20 实施例的装置包括下采样模块 701、第二上采样模块 702、训练模块 703、获取模块 704 和重建模块 705。

下采样模块 701 用于对正常采样的第二原始图像进行下采样, 以得到第二下采样图像。例如, 第二下采样图像在第三方向上的尺寸小于第二原始图像在第三方向上的尺寸。

25 第二上采样模块 702 用于对第二下采样图像进行上采样, 以得到与第二原始图像的尺寸相同的第二上采样图像, 以第二上采样图像作为第二欠采样图像。

训练模块 703 用于以第二欠采样图像和第二原始图像为训练样本对机器学习模型进行训练, 以得到欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系。

获取模块 704 用于获取待处理的第一欠采样图像。

30 重建模块 705 用于根据欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系, 将第

一欠采样图像重建为对应的第一原始图像。

图 8 是根据本公开又一些实施例的图像处理装置的结构示意图。如图 8 所示，该实施例的装置包括下采样模块 801、第二上采样模块 802、训练模块 803、获取模块 804、第一上采样模块 805 和重建模块 806。

5 下采样模块 801 用于对正常采样的第二原始图像进行下采样，以得到第二下采样图像。第二上采样模块 802 用于对第二下采样图像进行上采样，以得到与第二原始图像的尺寸相同的第二上采样图像，以第二上采样图像作为第二欠采样图像。训练模块 803 用于以第二欠采样图像和第二原始图像为训练样本对机器学习模型进行训练，以得到欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系。获取模块 804 用于获取待处理
10 的第一欠采样图像。第一上采样模块 805 用于对第一欠采样图像进行上采样，以得到与第一原始图像的尺寸相同的第一上采样图像，以第一上采样图像作为第三欠采样图像。重建模块 806 用于根据训练好的映射关系将第三欠采样图像重建为对应的第三原始图像，以第三原始图像作为第一欠采样图像对应的第一原始图像。

作为一些具体实现方式，图 7 中的训练模块 703 和图 8 中的训练模块 803 可以用
15 于将第二欠采样图像分割成多个欠采样图像块；将第二原始图像分割成多个原始图像块，一个原始图像块对应一个欠采样图像块，每个原始图像块与对应的欠采样图像块的尺寸相同；以多个欠采样图像块和多个原始图像块为训练样本对机器学习模型进行训练。

作为一些具体实现方式，训练模块 703 和训练模块 803 可以用于对多个欠采样图
20 像块中的每个欠采样图像块进行处理，以确定每个欠采样图像块与对应的原始图像块之间的差异图像块；将差异图像块与对应的欠采样图像块相加，以得到预测图像块；根据预测图像块与原始图像块对机器学习模型进行优化，直到预测图像块与原始图像块之间的差异满足预设条件。

上述实现方式中，将第二欠采样图像划分为多个欠采样图像块，将第二原始图像
25 划分为多原始图像块，然后以多个欠采样图像块和多个原始图像块作为训练样本对机器学习模型进行训练，从而可以使得训练出的欠采样图像和原始图像之间的映射关系更加准确。

图 9 是根据本公开再一些实施例的图像处理装置的结构示意图。如图 9 所示，该
实施例的装置包括存储器 901 和处理器 902。存储器 901 可以是磁盘、闪存或其它任
30 何非易失性存储介质。存储器 901 用于存储前述任意一个实施例的方法对应的指令。

处理器 902 耦接至存储器 901，可以被实施为一个或多个集成电路，例如微处理器或微控制器。处理器 902 用于执行存储器 901 中存储的指令。

图 10 是根据本公开还一些实施例的图像处理装置的结构示意图。如图 10 所示，该实施例的装置 1000 包括存储器 1001 和处理器 1002。处理器 1002 通过总线（BUS）
5 1003 耦合至存储器 1001。该装置 1000 还可以通过存储接口 1004 连接至外部存储装置 1005 以便调用外部数据，还可以通过网络接口 1006 连接至网络或者外部计算机系统（未示出）。

本公开各实施例提供的方案可以应用于多种场景，下面列举三个示例性的应用场景。

10 <第一应用场景>

第二原始图像和第一欠采样图像是利用相同的快检系统得到的。例如，快检系统可以包括单排探测器或多排探测器，多排探测器中的每排探测器可以在被检测物体的运动方向上依次布置。该应用场景中，第一欠采样图像是由于被检测物体在通过快检系统时的运动速度过快导致的。

15 本公开的方案使得在不增加发射器出射射线的频率的情况下，可以将第一欠采样图像重建为正常采样尺寸的第一原始图像。因此，被检测物体可以以较快的速度通过快检系统，保证了被检测物体的通过率。

<第二应用场景>

20 第二原始图像和第一欠采样图像是利用不同的快检系统得到的。例如，第二原始图像是利用包括 8 排探测器的第一快检系统得到的，而待处理的第一欠采样图像是利用包括 4 排探测器的第二快检系统得到的。这里，第二快检系统中相邻排的探测器之间的距离可以是第一快检系统中相邻排的探测器之间的距离的 2 倍。

假设 8 排探测器获得的图像数据是 xxxxxxxx，则 4 排探测器获得的图像数据可以表示为 xoxoxoxo 或 oxoxoxox（x 表示有数据，o 表示没有数据。利用 4 排探测器获得的
25 的图像数据的列数是 8 排探测器获得图像数据的列数一半，故利用 4 排探测器获得的图像为欠采样图像。

利用本公开的方案可以将第一欠采样图像重建为正常采样尺寸的第一原始图像。因此，本公开的方案可以在保证图像准确性的情况下减少探测器的排数，降低了硬件成本。

30 <第三应用场景>

第二原始图像和第一欠采样图像是利用不同的快检系统得到的。例如，第二原始图像是利用包括 4 排探测器的第一快检系统得到的，待处理的第一欠采样图像也是利用包括 4 排探测器的第二快检系统得到的。第二快检系统中相邻排的探测器之间的距离为第一快检系统中相邻排的探测器之间的距离的 2 倍，故第二快检系统将得到欠采样图像。

利用本公开的方案可以将第一欠采样图像重建为正常采样尺寸的第一原始图像。但由于第二快检系统中相邻排的探测器之间的距离为第一快检系统中相邻排的探测器之间的距离的 2 倍，因此可以提高被检测物体移动的速度，提高被检测物体的通过率。

本领域内的技术人员应明白，本公开的实施例可提供为方法、装置、或计算机程序产品。因此，本公开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，本公开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非瞬时性存储介质（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。

本公开是参照根据本公开实施例的方法、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中的每一流程和 / 或方框图中的一个方框或多个方框中指定的功能。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。

至此，已经详细描述了本公开。为了避免遮蔽本公开的构思，没有描述本领域所公知的一些细节。本领域技术人员根据上面的描述，完全可以明白如何实施这里公开

的技术方案。

可能以许多方式来实现本公开的方法以及装置。例如，可通过软件、硬件、固件或者软件、硬件、固件的任何组合来实现本公开的方法以及装置。用于所述方法的步骤的上述顺序仅是为了进行说明，本公开的方法的步骤不限于以上具体描述的顺序，除非以其它方式特别说明。此外，在一些实施例中，还可将本公开实施为记录在记录介质中的程序，这些程序包括用于实现根据本公开的方法的机器可读指令。

虽然已经通过示例对本公开的一些特定实施例进行了详细说明，但是本领域的技术人员应该理解，以上示例仅是为了进行说明，而不是为了限制本公开的范围。本领域的技术人员应该理解，可在不脱离本公开的范围和精神的情况下，对以上实施例进行修改。本公开的范围由所附权利要求来限定。

1、一种图像处理方法，包括：

获取待处理的第一欠采样图像；

根据欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系，将所述第一欠采样图像重建为对应的第一原始图像，其中所述映射关系是以第二欠采样图像及其对应的正常采样的第二原始图像为训练样本对机器学习模型进行训练得到的。

2、根据权利要求 1 所述的方法，还包括：

对所述第二原始图像进行下采样，以得到所述第二欠采样图像；

以所述第二欠采样图像和所述第二原始图像为训练样本对所述机器学习模型进行训练，以得到所述映射关系。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述对所述第二原始图像进行下采样，以得到所述第二欠采样图像包括：

对所述第二原始图像进行下采样，以得到第二下采样图像；

对所述第二下采样图像进行上采样，以得到与所述第二原始图像的尺寸相同的第二上采样图像，以所述第二上采样图像作为所述第二欠采样图像。

4、根据权利要求 3 所述的方法，其中，所述根据欠采样图像与原始图像之间的映射关系，将所述第一欠采样图像重建为对应的第一原始图像包括：

对所述第一欠采样图像进行上采样，以得到与所述第一原始图像的尺寸相同的第一上采样图像，以所述第一上采样图像作为第三欠采样图像；

根据所述映射关系将所述第三欠采样图像重建为对应的第三原始图像，以所述第三原始图像作为所述第一原始图像。

5、根据权利要求 3 所述的方法，其中，所述以所述第二欠采样图像和所述第二原始图像为训练样本对所述机器学习模型进行训练包括：

将所述第二欠采样图像分割成多个欠采样图像块；

将所述第二原始图像分割成多个原始图像块，一个原始图像块对应一个欠采样图

像块，每个原始图像块与对应的欠采样图像块的尺寸相同；

以所述多个欠采样图像块和所述多个原始图像块为训练样本对机器学习模型进行训练。

6、根据权利要求 5 所述的方法，其中，所述以所述多个欠采样图像块和所述多个原始图像块为训练样本对机器学习模型进行训练包括：

对所述多个欠采样图像块中的每个欠采样图像块进行处理，以确定每个欠采样图像块与对应的原始图像块之间的差异图像块；

将所述差异图像块与对应的欠采样图像块相加，以得到预测图像块；

根据所述预测图像块与所述原始图像块对所述机器学习模型进行优化，直到所述预测图像块与所述原始图像块之间的差异满足预设条件。

7、根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述对所述第二原始图像进行下采样包括：

对所述第二原始图像进行扩增，以得到至少一个扩增图像；

对所述第二原始图像和所述扩增图像进行下采样，以得到多个所述第二欠采样图像。

8、根据权利要求 3 所述的方法，其中，

所述第一欠采样图像根据如下方式获得：在第一被检测物体沿着第一方向运动时，第一发射器发射的射线穿透所述第一被检测物体沿着第二方向的截面后，由与所述第一发射器相对设置的第一组探测器接收，从而生成所述第一欠采样图像，其中所述第一方向与所述第二方向垂直，所述第一组探测器包括一排或多排第一探测器；

所述第二原始图像根据如下方式获得：在第二被检测物体沿着第三方向运动时，第二发射器发射的射线穿透所述第二被检测物体沿着第四方向的截面后，由与所述第二发射器相对设置的第二组探测器接收，从而生成所述第二原始图像，其中所述第三方向与所述第四方向垂直，所述第二组探测器包括一排或多排第二探测器。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其中，

所述第一欠采样图像在所述第一方向上的尺寸小于所述第一原始图像在所述第

一方向上的尺寸；

所述第二下采样图像在所述第三方向上的尺寸小于所述第二原始图像在所述第三方向上的尺寸。

10、根据权利要求 8 所述的方法，其中，

所述第一组探测器包括在所述第一方向上布置的 M1 排第一探测器，相邻排的第一探测器之间的距离为 S1；

所述第二组探测器包括在所述第三方向上布置的 M2 排第二探测器，相邻排的第二探测器之间的距离为 S2；

其中， $2 \leq M1 \leq M2$ ， $S1 = N \times S2$ ，N 为大于或等于 2 的整数。

11、一种图像处理装置，包括：

获取模块，用于获取待处理的第一欠采样图像；

重建模块，用于根据欠采样图像与正常采样的原始图像之间的映射关系，将所述第一欠采样图像重建为对应的第一原始图像，其中所述映射关系是以第二欠采样图像及其对应的正常采样的第二原始图像为训练样本对机器学习模型进行训练得到的。

12、根据权利要求 11 所述的装置，还包括：

下采样模块，用于对所述第二原始图像进行下采样，以得到所述第二欠采样图像；

训练模块，用于以所述第二欠采样图像和所述第二原始图像为训练样本对所述机器学习模型进行训练，以得到所述映射关系。

13、根据权利要求 12 所述的装置，其中，

所述下采样模块用于对所述第二原始图像进行下采样，以得到第二下采样图像；

所述装置还包括：

第二上采样模块，用于对所述第二下采样图像进行上采样，以得到与所述第二原始图像的尺寸相同的第二上采样图像，以所述第二上采样图像作为所述第二欠采样图像。

14、根据权利要求 13 所述的装置，还包括：

第一上采样模块，用于对所述第一欠采样图像进行上采样，以得到与所述第一原始图像的尺寸相同的第一上采样图像，以所述第一上采样图像作为第三欠采样图像；

所述重建模块用于根据所述映射关系将所述第三欠采样图像重建为对应的第三原始图像，以所述第三原始图像作为所述第一原始图像。

15、根据权利要求 13 所述的装置，其中，

所述训练模块用于将所述第二欠采样图像分割成多个欠采样图像块；将所述第二原始图像分割成多个原始图像块，一个原始图像块对应一个欠采样图像块，每个原始图像块与对应的欠采样图像块的尺寸相同；以所述多个欠采样图像块和所述多个原始图像块为训练样本对机器学习模型进行训练。

16、根据权利要求 15 所述的装置，其中，

所述训练模块用于对所述多个欠采样图像块中的每个欠采样图像块进行处理，以确定每个欠采样图像块与对应的原始图像块之间的差异图像块；将所述差异图像块与对应的欠采样图像块相加，以得到预测图像块；根据所述预测图像块与所述原始图像块对所述机器学习模型进行优化，直到所述预测图像块与所述原始图像块之间的差异满足预设条件。

17、根据权利要求 12 所述的装置，其中，

所述下采样模块用于对所述第二原始图像进行扩增，以得到至少一个扩增图像；对所述第二原始图像和所述扩增图像进行下采样，以得到多个所述第二欠采样图像。

18、根据权利要求 13 所述的装置，其中，

所述第一欠采样图像根据如下方式获得：在第一被检测物体沿着第一方向运动时，第一发射器发射的射线穿透所述第一被检测物体沿着第二方向的截面后，由与所述第一发射器相对设置的第一组探测器接收，从而生成所述第一欠采样图像，其中所述第一方向与所述第二方向垂直，所述第一组探测器包括一排或多排第一探测器；

所述第二原始图像根据如下方式获得：在第二被检测物体沿着第三方向运动时，第二发射器发射的射线穿透所述第二被检测物体沿着第四方向的截面后，由与所述第二发射器相对设置的第二组探测器接收，从而生成所述第二原始图像，其中所述第三

方向与所述第四方向垂直，所述第二组探测器包括一排或多排第二探测器。

19、根据权利要求 18 所述的装置，其中，

所述第一欠采样图像在所述第一方向上的尺寸小于所述第一原始图像在所述第一方向上的尺寸；

所述第二下采样图像在所述第三方向上的尺寸小于所述第二原始图像在所述第三方向上的尺寸。

20、根据权利要求 18 所述的装置，其中，

所述第一组探测器包括在所述第一方向上布置的 $M1$ 排第一探测器，相邻排的第一探测器之间的距离为 $S1$ ；

所述第二组探测器包括在所述第三方向上布置的 $M2$ 排第二探测器，相邻排的第二探测器之间的距离为 $S2$ ；

其中， $2 \leq M1 \leq M2$ ， $S1 = N \times S2$ ， N 为大于或等于 2 的整数。

21、一种图像处理装置，包括：

存储器；以及

耦接至所述存储器的处理器，所述处理器被配置为基于存储在所述存储器的指令执行如权利要求 1-10 任意一项所述的方法。

22、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，该指令被处理器执行时实现如权利要求 1-10 任意一项所述的方法。

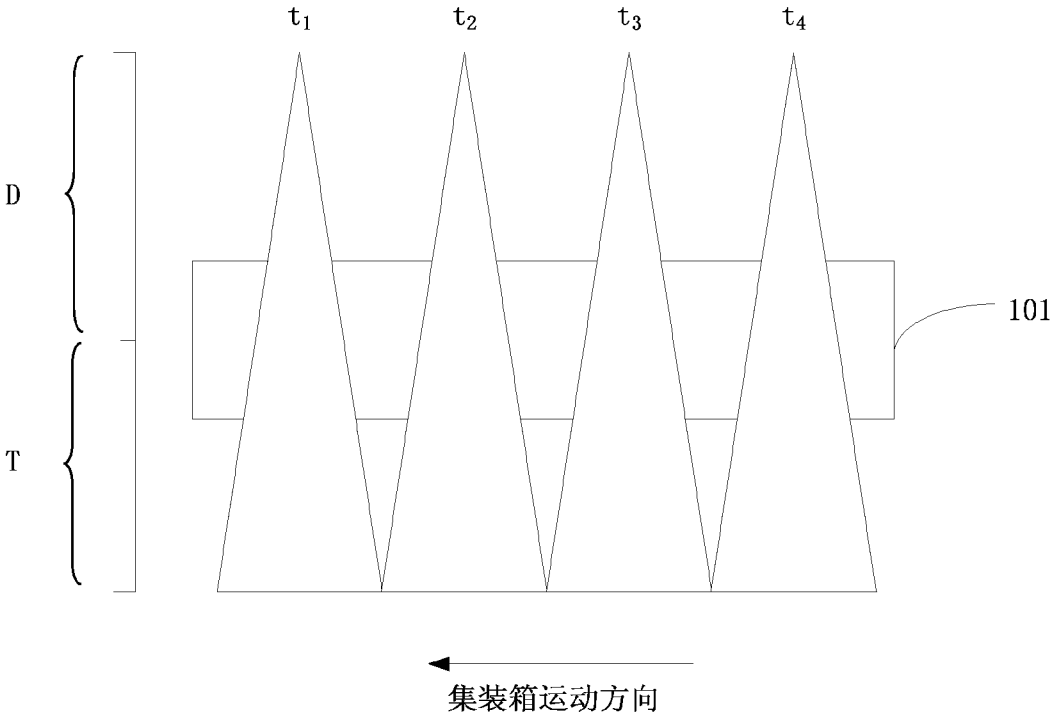


图 1

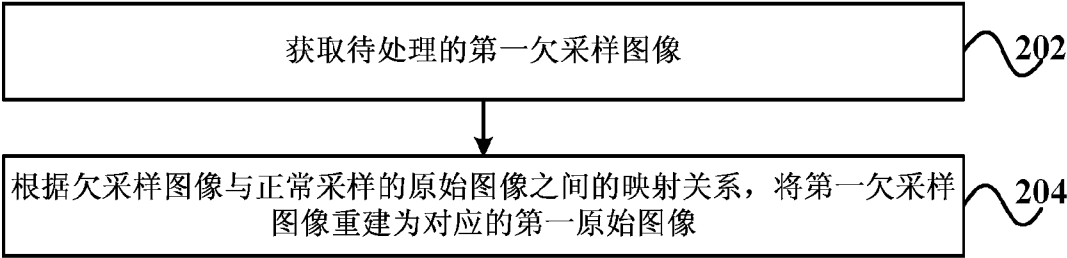


图 2

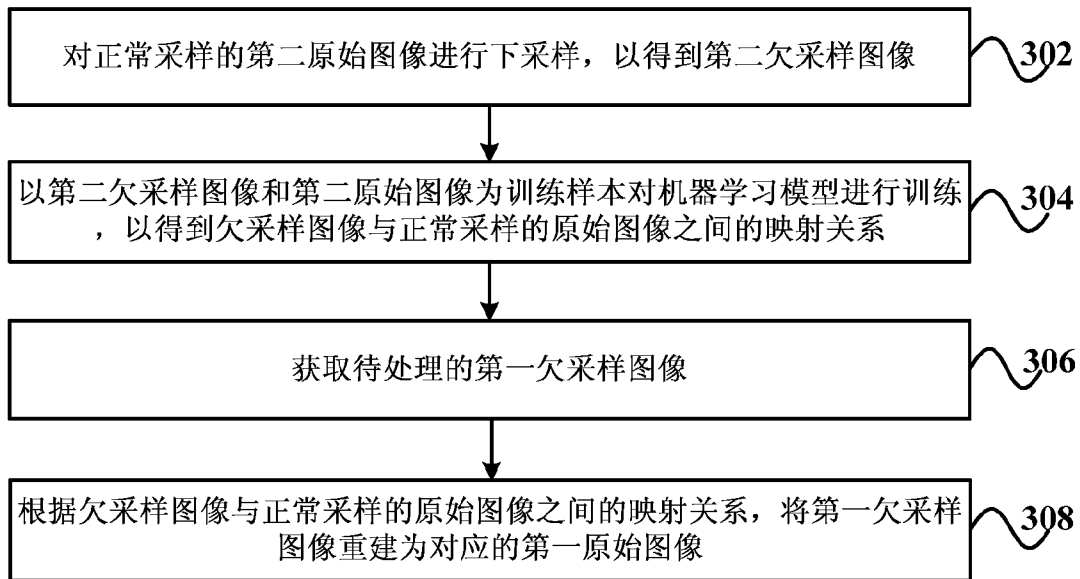


图 3

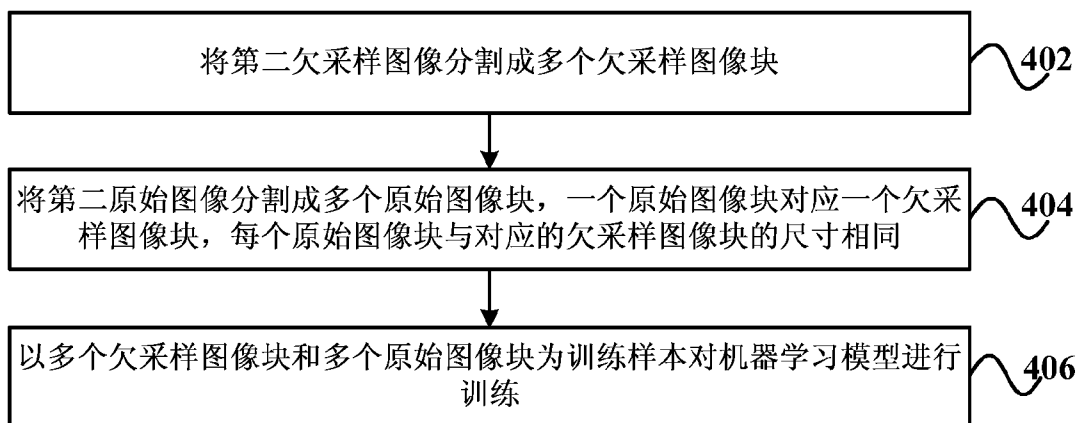


图 4

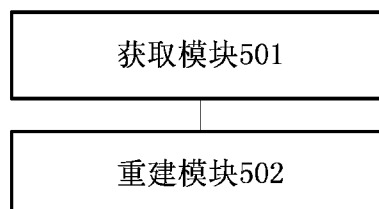


图 5

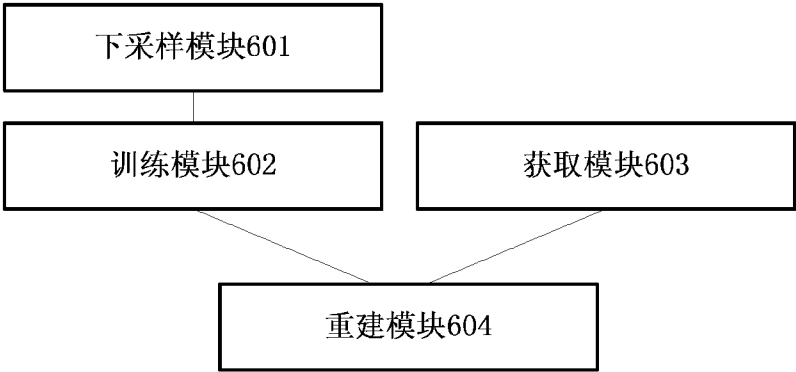


图 6

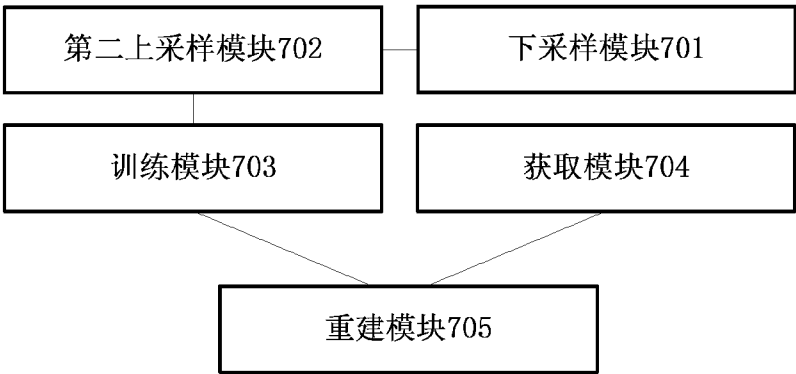


图 7

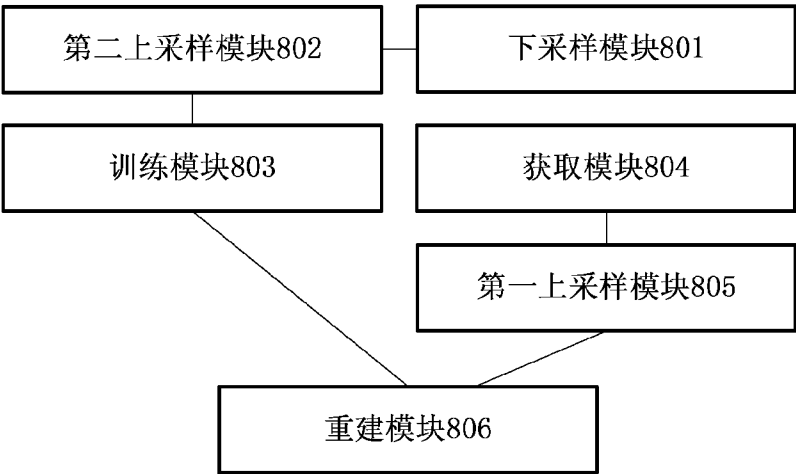


图 8

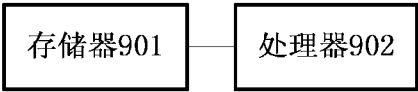


图 9

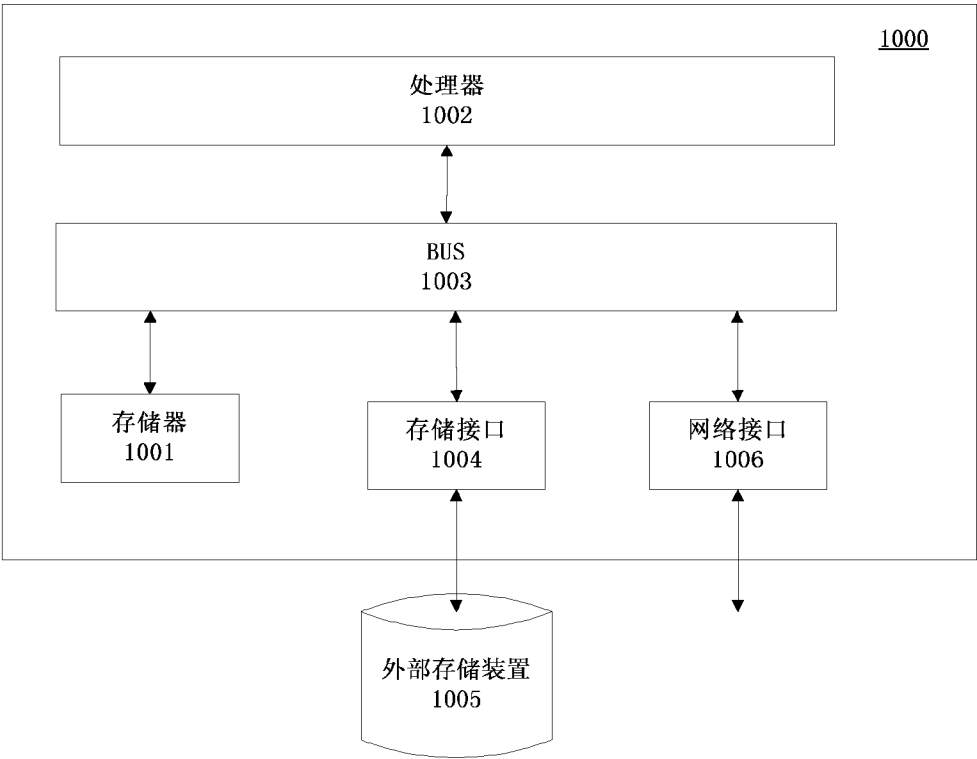


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/122038

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: 图像, 采样, 欠采样, 重建, 映射, 训练, 学习, 模型, 分辨率, image, sample, undersampled, rebuild, map, train, learn, model, resolution

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106204449 A (ANHUI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 07 December 2016 (2016-12-07) description, paragraphs [0055]-[0090]	1-7, 11-17, 21, 22
X	CN 106127684 A (INSTITUTE OF AUTOMATION, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 16 November 2016 (2016-11-16) description, paragraphs [0034]-[0066]	1-7, 11-17, 21, 22
A	CN 105405098 A (NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY) 16 March 2016 (2016-03-16) entire document	1-22
A	CN 106780333 A (SHENZHEN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 31 May 2017 (2017-05-31) entire document	1-22
A	US 9324133 B2 (SHARP LABORATORIES OF AMERICA, INC.) 26 April 2016 (2016-04-26) entire document	1-22

☐ 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

"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

05 March 2019

Date of mailing of the international search report

21 March 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/122038

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	106204449	A	07 December 2016	None	
CN	106127684	A	16 November 2016	None	
CN	105405098	A	16 March 2016	None	
CN	106780333	A	31 May 2017	None	
US	9324133	B2	26 April 2016	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/122038

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, EPDOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 图像, 采样, 欠采样, 重建, 映射, 训练, 学习, 模型, 分辨率, image, sample, undersampled, rebuild, map, train, learn, model, resolution

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 106204449 A (安徽工业大学) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 说明书第[0055]-[0090]段	1-7, 11-17, 21-22
X	CN 106127684 A (中国科学院自动化研究所) 2016年 11月 16日 (2016 - 11 - 16) 说明书第[0034]-[0066]段	1-7, 11-17, 21-22
A	CN 105405098 A (西北工业大学) 2016年 3月 16日 (2016 - 03 - 16) 全文	1-22
A	CN 106780333 A (深圳市华星光电技术有限公司) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文	1-22
A	US 9324133 B2 (SHARP LABORATORIES OF AMERICA, INC.) 2016年 4月 26日 (2016 - 04 - 26) 全文	1-22

☐ 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

2019年 3月 5日

国际检索报告邮寄日期

2019年 3月 21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

杨庆丽

电话号码 86-(10)-53961433

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/122038

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	106204449	A	2016年 12月 7日	无	
CN	106127684	A	2016年 11月 16日	无	
CN	105405098	A	2016年 3月 16日	无	
CN	106780333	A	2017年 5月 31日	无	
US	9324133	B2	2016年 4月 26日	无	