

(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 7 月 18 日 (18.07.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/148993 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 7/00 (2017.01) **G06V 20/40** (2022.01)
G06V 10/764 (2022.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/137184

(22) 国际申请日: 2023 年 12 月 7 日 (07.12.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310025186.5 2023 年 1 月 9 日 (09.01.2023) CN

(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: 张轩 (ZHANG, Xuan); 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)。 王亚立 (WANG, Yali); 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)。 乔宇 (QIAO, Yu); 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)。

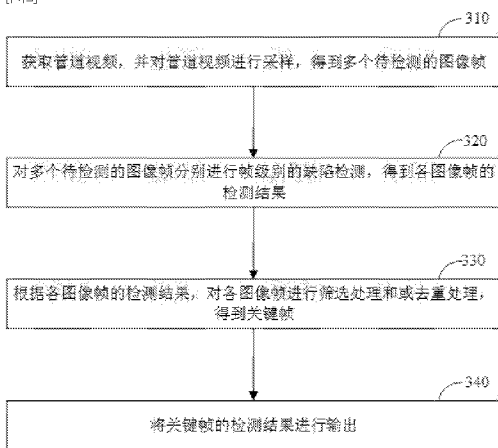
(74) 代理人: 北京中巡通大知识产权代理有限公司 (BEIJING ZHONG XUN TONG DA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市西城区西直门外大街 1 号院 2 号楼 7 层 7C1, Beijing 100044 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: PIPELINE DEFECT DETECTION METHOD AND APPARATUS, AND ELECTRONIC DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 管道缺陷检测方法、装置、电子设备及存储介质

[图2]



- 310 Acquire a pipeline video, and perform sampling on the pipeline video, so as to obtain a plurality of image frames to be subjected to detection
- 320 Respectively perform frame-level defect detection on the plurality of image frames to be subjected to detection, so as to obtain a detection result of each image frame
- 330 Perform screening processing and/or deduplication processing on each image frame according to the detection result of each image frame, so as to obtain a key frame
- 340 Output a detection result of the key frame

(57) Abstract: The embodiments of the present application relate to the field of object detection. Provided are a pipeline defect detection method and apparatus, and an electronic device and a storage medium. The method comprises: acquiring a pipeline video, and performing sampling on the pipeline video, so as to obtain a plurality of image frames to be subjected to detection; respectively performing frame-level defect detection on the plurality of image frames to be subjected to detection, so as to obtain a detection result of each image frame, wherein the detection result is used for indicating at least one of whether there is a defect in a pipeline, whether a captured scene in the image is inside the pipeline, a defect category and the confidence degree thereof, a defect level of the defect category, and a defect mask and the confidence degree thereof; performing screening processing and/or deduplication processing on each image frame according to the detection result of each image frame, so as to obtain a key frame; and outputting a detection result of the key frame. By means of the embodiments of the present application, the problem in the prior art of searching a pipeline video for a key frame where a defect is present being time-consuming and laborious is solved.



(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: 本申请实施例提供了一种管道缺陷检测方法、装置、电子设备及存储介质, 涉及目标检测领域。其中, 该方法包括: 获取管道视频, 并对所述管道视频进行采样, 得到多个待检测的图像帧; 对多个待检测的图像帧分别进行帧级别的缺陷检测, 得到各所述图像帧的检测结果; 所述检测结果用于指示管道有无缺陷、图像拍摄场景是否在管道内、缺陷类别及其置信度、缺陷类别的缺陷等级、缺陷蒙版及其置信度中的至少一种; 根据各所述图像帧的检测结果, 对各所述图像帧进行筛选处理和/或去重处理, 得到关键帧; 将所述关键帧的检测结果显示。本申请实施例解决了相关技术中从管道视频中查找存在缺陷的关键帧费时费力的问题。

说明书

发明名称: 管道缺陷检测方法、装置、电子设备及存储介质 技术领域

[0001] 本申请涉及目标检测技术领域，具体而言，本申请涉及一种管道缺陷检测方法、装置、电子设备及存储介质。

背景技术

[0002] 地下管网系统作为城市建设发展中最重要基础设施之一，有着“城市血管”之称，为了保证其正常运行，需要进行定期检测，方可在检测到缺陷后及时进行修复。

[0003] 现有技术通常是根据管道QV（Quick-View，快速查看）检测和管道CCTV（Closed Circuit Television Inspection，闭路电视检测）检测采集大量的管道视频，然后经由检测人员分析管道视频是否存在缺陷和损坏，其中，对缺陷或损坏的认定是在该管道视频中的某一帧上进行标注，来代表该时间段上的管道缺陷或损坏，相应地，该某一帧成为存在缺陷或损坏的关键帧。然而，从大量管道视频中查找存在缺陷或损坏的关键帧是相当费时费力的。

[0004] 由上可知，如何从管道视频中自动快速准确地查找到存在缺陷或损坏的关键帧的问题仍有待解决。

发明概述

技术问题

[0005] 本申请各实施例提供了一种管道缺陷检测方法、装置、电子设备及存储介质，可以解决相关技术中存在的从管道视频中查找存在缺陷或损坏的关键帧费时费力的问题。

技术方案

[0006] 根据本申请实施例的一个方面，一种管道缺陷检测方法，所述方法包括：获取管道视频，并对所述管道视频进行采样，得到多个待检测的图像帧；对多个待检测的图像帧分别进行帧级别的缺陷检测，得到各所述图像帧的检测结果；所

述检测结果用于指示管道有无缺陷、图像拍摄场景是否在管道内、缺陷类别及其置信度、缺陷类别的缺陷等级、缺陷蒙版及其置信度中的至少一种；根据各所述图像帧的检测结果，对各所述图像帧进行筛选处理和/或去重处理，得到关键帧；将所述关键帧的检测结果输出。

[0007] 根据本申请实施例的一个方面，一种管道缺陷检测装置，所述装置包括：图像获取模块，用于获取管道视频，并对所述管道视频进行采样，得到多个待检测的图像帧；缺陷检测模块，用于对多个待检测的图像帧分别进行帧级别的缺陷检测，得到各所述图像帧的检测结果；所述检测结果用于指示管道有无缺陷、图像拍摄场景是否在管道内、缺陷类别及其置信度、缺陷类别的缺陷等级、缺陷蒙版及其置信度中的至少一种；筛选去重模块，用于根据各所述图像帧的检测结果，对各所述图像帧进行筛选处理和/或去重处理，得到关键帧；结果输出模块，用于将所述关键帧的检测结果输出。

[0008] 在一示例性实施例中，所述图像获取模块包括：帧率获取单元，用于响应于针对不同输入模式进行的选择操作，获取与选中的输入模式匹配的帧率；采样单元，用于按照获取到的帧率对所述管道视频中的图像帧进行采样，得到多个待检测的图像帧。

[0009] 在一示例性实施例中，所述缺陷检测模块包括：特征提取单元，用于分别对多个待检测的图像帧进行多维度特征提取，得到各所述图像帧的多维度特征信息；类别预测单元，用于根据各所述图像帧的多维度特征信息，分别对各所述图像帧进行管道缺陷类别的预测，得到各所述图像帧的检测结果。

[0010] 在一示例性实施例中，所述帧级别的缺陷检测是基于缺陷检测模型实现的，所述缺陷检测模型是经过训练、且具有对图像帧进行帧级别的缺陷检测的能力的深度学习模型。

[0011] 在一示例性实施例中，所述筛选去重模块包括：第一确定单元，用于针对每一个所述图像帧，基于所述图像帧的检测结果，确定各缺陷类别的置信度和各缺陷蒙版的置信度，并基于各缺陷类别的置信度和各缺陷蒙版的置信度，确定缺陷蒙版的数量、缺陷蒙版的最大置信度、缺陷类别的最大置信度、以及所有缺陷类别的总置信度；第一筛选单元，用于若所述图像帧的检测结果显示管道存

在缺陷，且缺陷类别的最大置信度大于第一置信度阈值，则将所述图像帧作为关键帧；第二筛选单元，用于若所述图像帧的缺陷蒙版的数量大于设定数量，且缺陷蒙版的最大置信度大于第二置信度阈值，则将所述图像帧作为关键帧；第三筛选单元，用于若所述图像帧中所有缺陷类别的总置信度大于第三置信度阈值，则将所述图像帧作为关键帧。

[0012] 在一示例性实施例中，所述筛选去重模块包括：图像遍历单元，用于针对各所述图像帧进行遍历，以遍历到的所述图像帧作为当前一个所述图像帧；第二确定单元，用于基于当前一个所述图像帧的检测结果，确定当前一个所述图像帧的缺陷类别及其置信度；图像保留单元，用于若当前一个所述图像帧与前一个所述图像帧的间隔时间小于设定时间，且当前一个所述图像帧与前一个所述图像帧的置信度大于第四置信度阈值的缺陷类别相同，则保留所述图像帧。

[0013] 在一示例性实施例中，所述结果输出模块包括：图像输出单元，用于在所述关键帧中标注对应的检测结果，并输出标注后的关键帧；视频输出单元，用于基于所述关键帧的检测结果，在所述管道视频中对所述关键帧进行标注，并输出标注后的管道视频；文本输出单元，用于以文本方式输出所述关键帧的检测结果。

[0014] 根据本申请实施例的一个方面，一种电子设备，包括：至少一个处理器、至少一个存储器、以及至少一条通信总线，其中，存储器上存储有计算机程序，处理器通过通信总线读取存储器中的计算机程序；计算机程序被处理器执行时实现如上所述的管道缺陷检测方法。

[0015] 根据本申请实施例的一个方面，一种存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现如上所述的管道缺陷检测方法。

[0016] 根据本申请实施例的一个方面，一种计算机程序产品，计算机程序产品包括计算机程序，计算机程序存储在存储介质中，计算机设备的处理器从存储介质读取计算机程序，处理器执行计算机程序，使得计算机设备执行时实现如上所述的管道缺陷检测方法。

有益效果

[0017] 本申请提供的技术方案带来的有益效果是：

[0018] 在上述技术方案中，在对管道视频中多个待检测的图像帧进行帧级别的缺陷检测时，通过自动地对管道视频进行帧级别的定位和分类，实现了对管道缺陷在时间和空间上的精确定位，并以帧级别的检测结果为依据进行图像帧的筛选和去重，通过筛选和去重去除了大量的冗余，避免人工分析管道视频是否存在缺陷或损坏，实现了自动、高效和准确的管道缺陷检测，能够有效地解决相关技术中存在的从管道视频中查找存在缺陷的关键帧费时费力的问题。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对本申请实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍。

[0020] 图1是本申请所涉及的实施环境的示意图；

[0021] 图2是根据一示例性实施例示出的一种管道检测方法的流程图；

[0022] 图3是根据一示例性实施例示出的步骤310的流程图；

[0023] 图4是根据一示例性实施例示出的一种结果输出示意图；

[0024] 图5是根据一示例性实施例示出的步骤320的流程图；

[0025] 图6是根据一示例性实施例示出的步骤330的流程图；

[0026] 图7是根据一示例性实施例示出的关键帧筛选和去重的流程图；

[0027] 图8是根据一示例性实施例示出的一种应用场景示意图；

[0028] 图9是根据一示例性实施例示出的一种管道缺陷检测装置的结构框图；

[0029] 图10是根据一示例性实施例示出的一种电子设备的硬件结构图；

[0030] 图11是根据一示例性实施例示出的一种电子设备的结构框图。

本发明的实施方式

[0031] 下面详细描述本申请的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本申请，而不能解释为对本申请的限制。

[0032] 本技术领域技术人员可以理解，除非特意声明，这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是，本申

请的说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件，但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组。应该理解，当我们称元件被“连接”或“耦接”到另一元件时，它可以直接连接或耦接到其他元件，或者也可以存在中间元件。此外，这里使用的“连接”或“耦接”可以包括无线连接或无线耦接。这里使用的措辞“和/或”包括一个或更多个相关联的列出项的全部或任一单元和全部组合。

[0033] 如前所述，作为城市建设发展中最重要基础设施之一的地下管网系统，对其进行定期检测从而及时发现并修复缺陷是至关重要的。

[0034] 为了实现对地下管网系统的检测，现有技术提出了基于管道QV（Quick-View，快速查看）检测和管道CCTV（Closed Circuit Television Inspection，闭路电视检测）检测两种管道缺陷检测方法。其中，管道QV检测通过高清可变焦摄像头，结合灯光照明辅助，采集清晰的管道内部图像，进而查找管道内部存在的缺陷或损坏；管道CCTV检测主要是通过闭路电视录像的形式，使用摄像设备进入管道将影像数据传输至上位机进行管道缺陷检测。

[0035] 管道视频中的缺陷往往会在该管道视频中的某个时间段持续显示，但是对缺陷的认定是在该管道视频中的某一帧进行标注，来代表该时间段存在的缺陷，该某一帧称为存在缺陷的关键帧。对于该关键帧，通常需要能够清晰地看到管道缺陷并能够判断该管道缺陷的严重程度。

[0036] 然而，上述管道缺陷检测方法，大多是视频级别的缺陷检测，即对管道视频整体进行分析和检测，以输出整个管道视频中包含的缺陷，不涉及时序上的定位，对于时长较长且包含多种缺陷的管道视频，需要人工对该管道视频进行裁剪才能对缺陷进行时序定位。

[0037] 进一步地，虽然少数方法实现了帧级别的缺陷检测，即能够输出管道视频中的每个图像帧上是否包含缺陷及其缺陷类别，但是由于缺少去重步骤或仅仅通过输出的图像帧在时序上的密集程度来去重，导致输出的图像帧存在大量的冗余或无法从输出的图像帧中找到关键帧。

[0038] 可见，相关技术中仍存在从管道视频中查找关键帧费时费力的问题。

- [0039] 为此，本申请提供的管道缺陷检测方法，能够准确定位并分类管道中的缺陷，并对缺陷严重程度进行了评估，同时通过对管道视频中待检测的图像帧进行筛选和去重查找出关键帧，实现了对管道缺陷在时间和空间上的精准定位，避免人工实现管道缺陷检测，能够有效地提高管道缺陷检测的自动化程度和效率。相应地，该管道缺陷检测方法适用于管道缺陷检测装置，该管道缺陷检测装置可部署于电子设备，该电子设备可以是部署有冯诺依曼体系架构的计算机设备，例如，该计算机设备可以是台式电脑、笔记本电脑、服务器等等。
- [0040] 为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请实施方式作进一步地详细描述。
- [0041] 图1为一种管道缺陷检测方法所涉及的实施环境的示意图。该实施环境包括图像采集设备130、网关150、服务器端170和路由器190。
- [0042] 具体地，图像采集设备130可以是管道QV潜望镜、CCTV管道检测机器人等用于管道缺陷检测的电子设备。
- [0043] 服务器端170可以是台式电脑、笔记本电脑、服务器等具有通信连接功能的电子设备，还可以是由多台服务器构成的计算机设备集群，甚至是由多台服务器构成的云计算中心。其中，服务器用于提供后台服务，例如，后台服务包括但不限于管道缺陷检测服务等等。
- [0044] 图像采集设备130与服务器端170之间的交互，在一个应用场景中，图像采集设备130通过局域网络接入网关150，从而与服务器端170进行数据传输。图像采集设备130通过局域网络接入网关150的过程包括：由网关150首先建立一个局域网络，图像采集设备130通过连接该网关150，从而加入该网关150建立的局域网络中。此局域网络包括但不限于：ZIGBEE、蓝牙、WIFI等，进而通过路由器190实现与服务器端170进行数据传输。在另一个应用场景中，图像采集设备130与服务器端170之间通过广域网络交互，该广域网络可以通过建立有线或者无线等方式的通信连接实现，例如，该有线或者无线等方式包括但不限于2G、3G、4G、5G、WIFI等，从而实现与服务器端170进行数据传输。例如，传输的数据可以是管道视频等。

[0045] 随着图像采集设备130与服务器端170的交互，图像采集设备130负责采集管道视频并传输至服务器端170，以请求服务器端170提供管道缺陷检测服务。

[0046] 对于服务器端170而言，便可基于接收到的管道视频进行管道缺陷检测，具体是指，对管道缺陷进行采样得到多个待检测的图像帧，并对多个待检测的图像帧分别进行帧级别的缺陷检测，得到各图像帧的检测结果，进而根据各图像帧的检测结果，对各图像帧进行筛选处理和/或去重处理，得到关键帧，最终将关键帧的检测结果显示输出。

[0047] 基于上述过程，便实现了自动、高效、准确的管道缺陷检测。

[0048] 当然，根据实际营运的需求，图像采集设备110也可以与服务器端170整合在同一电子设备，以使管道缺陷检测过程由该同一电子设备完成。

[0049] 请参阅图2，本申请实施例提供了一种管道缺陷检测方法，该方法适用于电子设备，该电子设备可以是图1所示出实施环境中的服务器端170。

[0050] 在下述方法实施例中，为了便于描述，以该方法各步骤的执行主体为电子设备为例进行说明，但是并非对此构成具体限定。

[0051] 如图2所示，该方法可以包括以下步骤：

[0052] 步骤310，获取管道视频，并对管道视频进行采样，得到多个待检测的图像帧。

[0053] 具体的，该管道视频可以通过管道QV潜望镜、CCTV管道检测机器人对管道进行拍摄得到的，其中，图像拍摄场景可以包括管道内以及管道外。

[0054] 在得到管道视频后，针对管道视频中的大量图像帧，将进一步对管道视频中的大量图像帧进行抽帧，以便于减少后续进行管道缺陷检测的图像帧的数量，从而提高管道缺陷检测的效率。本实施例中，抽帧是通过对管道视频中的图像帧进行采样实现的。

[0055] 在一种可能的实现方式，采样是按照不同的帧率进行的。其中，帧率可以根据应用场景的实际需要灵活地设置，此处并未加以限定。

[0056] 具体而言，如图3所示，上述步骤310可以包括以下步骤：

[0057] 步骤311，响应于针对不同输入模式进行的选择操作，获取与选中的输入模式匹配的帧率。

[0058] 步骤312, 按照获取到的帧率对管道视频中的图像帧进行采样, 得到多个待检测的图像帧。

[0059] 具体的, 本申请提供了四种不同的输入模式: 性能、平衡、精密以及自定义。相应地, 该四种不同的输入模式对应的帧率分别是: 每秒1帧、每秒10帧、管道视频的视频帧率、以及用户自定义的帧率。

[0060] 为了用户能够对不同输入模型进行选择, 进而相应地设置采样所需要的帧率, 电子设备中设置有选择入口, 用户可以通过在该选择入口触发进行的选择操作, 选择不同的输入模式。例如, 假设该选择入口是一下拉列表, 该下拉列表包含可供选择的四种输入模式, 若用户点击其中一个输入模式, 则该其中一个输入模式视为被用户选中的输入模式, 该点击操作视为在该选择入口触发进行的选择操作。值得一提的是, 选择操作根据电子设备所配置输入组件的不同, 具体方式也将有所区别, 例如, 若电子设备配置的输入组件为触摸屏幕, 则选择操作可以是点击、滑动等手势操作; 若电子设备配置的输入组件为鼠标, 则选择操作可以是单击、双击、拖拽等机械操作, 此处并未加以限定。

[0061] 响应于用户针对四种输入模式进行的选择操作, 四种输入模式分别按照每秒1帧、每秒10帧、管道视频的视频频率、以及用户自定义的帧率对匹配的帧率进行获取, 根据获取到的帧率对管道视频中的图像帧进行抽帧, 便能够得到不同帧率下的多个待检测的图像帧。

[0062] 通过设置四种不同的输入模式, 满足了不同应用场景不同设备算力下的需求选择, 扩展了本申请的泛化性。

[0063] 步骤320, 对多个待检测的图像帧分别进行帧级别的缺陷检测, 得到各图像帧的检测结果。

[0064] 首先说明的是, 帧级别的缺陷检测, 是指仅以管道视频中的一个待检测的图像帧作为检测对象进行管道缺陷检测, 相比于视频级别的缺陷检测, 帧级别的缺陷检测排除了相邻帧可能带来的干扰以及误差, 使得管道缺陷检测的准确率更加可靠。

[0065] 其次, 检测结果用于指示管道有无缺陷、图像拍摄场景是否在管道内、缺陷类别及其置信度、缺陷类别的缺陷等级、缺陷蒙版及其置信度中的至少一种。

- [0066] 在一种可能的实现方式，缺陷类别用于表示不同缺陷，该缺陷类别可以包括破裂、变形、破裂、错位、脱节、渗漏、腐蚀、胶圈脱落、支管暗接、异物插入等。
- [0067] 在一种可能的实现方式，缺陷类别的缺陷等级用于表示不同缺陷的严重程度。其中，缺陷类别的缺陷等级可以包括1-5级，随着缺陷等级越高，表示缺陷越严重。
- [0068] 在一种可能的实现方式，缺陷类别的置信度可以是0-1内的任意值。其中，缺陷类别的置信度表示待检测的图像帧预测到的缺陷类别的概率，可以理解，缺陷类别的置信度越大，表示待检测的图像帧预测到的缺陷类别越可信。
- [0069] 在一种可能的实现方式，缺陷蒙版的置信度可以是0-1内的任意值。其中，缺陷蒙版是指用于标记待检测的图像帧中存在缺陷的区域的检测框，可以理解，缺陷蒙版的置信度越大，表示检测框所标记的待检测的图像帧中存在缺陷的区域越可信。
- [0070] 当然，在其他实施例中，基于缺陷类别及其置信度和缺陷蒙版及其置信度，检测结果还可以用于指示缺陷类别的最大置信度、所有缺陷类别的总置信度、缺陷蒙版的数量、缺陷蒙版的最大置信度、所有缺陷蒙版的总置信度等等，此处并非构成具体限定。
- [0071] 步骤330，根据各图像帧的检测结果，对各图像帧进行筛选处理和/或去重处理，得到关键帧。
- [0072] 具体的，为了减少相关检测人员的审核工作量，对于确定的多幅图像帧还需经过筛选以及去重处理，只有满足筛选以及去重条件的图像帧才会被保留作为关键帧。
- [0073] 步骤340，将关键帧的检测结果输出。
- [0074] 其中，对于不同应用场景以及不同需求，从管道视频中检测到的关键帧及对应的检测结果的输出方式，包括但不限于图像输出、视频输出、文本输出等。此种方式下，相对于现有技术中受限于硬件设备的算力所导致的输出方式有限，本申请可以根据应用场景的实际需要和/或硬件设备的算力选择不同的输出方式，大大提高了本申请的适应性和通用性。

- [0075] 在一种可能的实现方式，图像输出，是指在关键帧中标注对应的检测结果，并输出标注后的关键帧。
- [0076] 在一种可能的实现方式，视频输出，是指基于关键帧的检测结果，在管道视频中对关键帧进行标注，并输出标注后的管道视频。
- [0077] 在一种可能的实现方式，以文本方式输出关键帧的检测结果。其中，文本内容可以包括以下至少一种：关键帧在管道视频中的时钟位置、管道有无缺陷、图像拍摄场景是否在管道内、缺陷类别及其置信度、缺陷类别的最大置信度、所有缺陷类别的总置信度、缺陷类别的缺陷等级、缺陷蒙版的数量、各缺陷蒙版的置信度、缺陷蒙版的最大置信度、所有缺陷蒙版的总置信度等等。
- [0078] 在一示例性实施例中，如图4（a）所示，展示了管道内存在缺陷的待检测的图像帧的示意图，在按照图像输出的输出方式将关键帧的检测结果输出时，如图4（b）所示，展示了关键帧中预测到的四种缺陷类别及相关信息，该四种缺陷类别分别表示的缺陷为TL表示的脱落、BX表示的变形、PL表示的破裂、CR表示的异物插入，各缺陷类别的置信度分别为0.77、0.14、0.09、0.08，各缺陷类别的缺陷等级分别为4、1、1、1；各缺陷对应的缺陷蒙版通过各缺陷类别所表示缺陷在图像帧中的时钟位置表示，分别为1002、1002、0403、1002，其中，1002表示缺陷在图像帧中的区域是十点钟位置到两点钟位置之间的扇形区域，0403则表示缺陷在图像帧中的区域是四点钟位置到三点钟位置之间的扇形区域；图像拍摄场景是否在管道内，其中，（0.71000004，out）表示图像拍摄场景有71%的概率在管道外，（0.29，int）表示图像拍摄场景有29%的概率在管道内；管道有无缺陷，其中，（0.42，normal）表示管道有42%的概率没有缺陷，（0.58，defect）表示管道有58%的概率存在缺陷。
- [0079] 通过上述过程，实现了自动对管道视频进行缺陷识别的同时，实现了时间和空间上的精确定位，并且通过筛选和去重去除了大量的冗余，减少检测人员在核查时的工作量。通过视频、图像以及文本的多种结果呈现方式，更加直观的反应管道内的缺陷情况。除此之外，通过将输入帧率设置为可调节的，满足了不同设备的算力要求以及用户对性能和精确度的权衡。

- [0080] 在一示例性实施例中，针对图像帧进行的帧级别的缺陷检测是基于缺陷检测模型实现的，该缺陷检测模型经过对深度学习模型进行训练，使其具有对图像帧进行帧级别的缺陷检测的能力。其中，该深度学习模型可以是FPN（Feature Pyramid Networks，特征金字塔）、C3D以及TimeSformer中的任意一种，在此并未加以限定。
- [0081] 在一种可能的实现方式，缺陷检测模型的训练过程可以包括以下步骤：将存在缺陷并包含缺陷标签的关键帧作为训练图像输入深度学习模型进行缺陷检测，根据训练图像检测到的检测结果与该训练图像中的缺陷标签之间的预测准确度计算损失值，并基于损失值与模型收敛条件，确定深度学习模型是否收敛得到缺陷检测模型。其中，模型收敛条件的设定可以根据应用场景的实际需要灵活地设置，例如，模型收敛条件可以是指训练图像检测到的检测结果与训练图像中的缺陷标签之间的预测准确度达到95%，还可以是指模型迭代次数达到设定阈值。经过上述训练过程，便得到了具有对图像帧进行帧级别的缺陷检测的能力的缺陷检测模型。
- [0082] 下面基于缺陷检测模型，对帧级别的缺陷检测进行以下详细说明：
- [0083] 请参阅图5，在一示例性实施例中，步骤320可以包括以下步骤：
- [0084] 步骤321，分别对多个待检测的图像帧进行多维度特征提取，得到各图像帧的多维度特征信息。
- [0085] 步骤322，根据各图像帧的多维度特征信息，分别对各图像帧进行管道缺陷类别的检测，得到各图像帧的检测结果。
- [0086] 具体的，针对多个待检测的图像帧进行的多维度特征提取是为了从图像帧中尽可能的预测到可能存在的不同类别的缺陷及其相关信息，从而得到各图像帧的多维度特征信息，其中，该多维度特征信息用于描述包括但不限于：管道有无缺陷、图像拍摄场景是否在管道内、缺陷类别及其置信度、缺陷类别的缺陷等级、缺陷蒙版及其置信度等。
- [0087] 在得到各图像帧的多维度特征信息后，便能够基于各图像帧的多维度特征信息，对各图像帧中可能存在缺陷的区域进行定位和分类，最终得到各图像帧的检测结果。该检测结果包括但不限于：管道有无缺陷、图像拍摄场景是否在管道

内、缺陷类别及其置信度、缺陷类别的缺陷等级、缺陷蒙版及其置信度。其中，定位是指通过检测框对图像帧中可能存在缺陷的区域加以标记，从而得到各缺陷蒙版及其置信度；分类则是指对图像帧中各检测框标记的可能存在缺陷的区域进行缺陷类别预测，从而得到各缺陷类别及其置信度。

[0088] 在上述实施例的作用下，相比于视频级别的缺陷检测，帧级别的缺陷检测排除了相邻帧可能带来的干扰以及误差，使得管道缺陷检测的准确率更加可靠。

[0089] 在一示例性实施例中，步骤330中根据各图像帧的检测结果，对各图像帧进行筛选处理，可以包括以下至少一种处理方式：

[0090] 针对每一个所述图像帧，基于所述图像帧的检测结果，确定各缺陷类别的置信度和各缺陷蒙版的置信度，并基于各缺陷类别的置信度和各缺陷蒙版的置信度，确定缺陷蒙版的数量、缺陷蒙版的最大置信度、缺陷类别的最大置信度、以及所有缺陷类别的总置信度；

[0091] 1、若图像帧的检测结果显示管道存在缺陷，且缺陷类别的最大置信度大于第一置信度阈值，则将图像帧作为关键帧。

[0092] 具体的，根据图像帧的检测结果显示管道内存在缺陷，则进一步判断该图像帧中缺陷类别的最大置信度是否超过第一置信度阈值，若超过第一置信度阈值则保留该图像帧作为关键帧，否则去除该关键帧。

[0093] 例如，一个图像帧中存在两处缺陷，若该两处缺陷的缺陷类别所对应的置信度均小于第一置信度阈值，则去除该图像帧；反之，若两处缺陷中有任一缺陷的缺陷类别所对应的置信度大于第一置信度阈值，则保留该图像帧作为关键帧。

[0094] 2、若图像帧的缺陷蒙版的数量大于设定数量，且缺陷蒙版的最大置信度大于第二置信度阈值，则将图像帧作为关键帧。

[0095] 具体的，根据图像帧的检测结果显示该图像帧中缺陷蒙版的数量超过设定数量，且缺陷蒙版的最大置信度大于第二置信度阈值，则保留该图像帧作为关键帧，否则去除该图像帧。

[0096] 例如，一个图像帧中存在三处缺陷，其中两处缺陷对应的缺陷蒙版的置信度分别为0.1、0.2，另一处缺陷对应的缺陷蒙版的置信度为0.4，若0.4大于第二置信度

阈值，则保留该图像帧作为图像帧，否则，在0.4小于第二置信度阈值时，去除该图像帧。

[0097] 3、若图像帧中所有缺陷类别的总置信度大于第三置信度阈值，则将图像帧作为关键帧。

[0098] 具体的，根据图像帧的检测结果确定各缺陷类别的置信度，并由各缺陷类别的置信度进一步得到所有缺陷类别的总置信度，若所有缺陷类别的总置信度超过第三置信度阈值，则保留该图像帧作为关键帧，否则去除该图像帧。

[0099] 例如，一个图像帧中存在三处缺陷，该三处缺陷对应的缺陷类别的置信度分别为0.1、0.3、0.3，即该三处缺陷对应的缺陷类别的总置信度为0.7，若所有缺陷类别的总置信度超过了第三置信度阈值，则该图像帧保留作为关键帧，否则，在0.7小于第三置信度阈值时，去除该图像帧。

[0100] 需要说明的是，本实施例中列举的缺陷数量、各置信度阈值可以根据应用场景的实际需要灵活地设置，此处并未加以限定；同时，所列举的筛选处理方式并非限定在独立实施，还可以自由组合后实施，例如，结合1和2的筛选处理方式，若图像帧的缺陷蒙版的数量超过设定数量且缺陷蒙版的最大置信度未超过第四置信度阈值时，则进一步判断管道内是否存在至少一种缺陷、以及存在的缺陷所对应缺陷类别的最大置信度是否超过第一置信度阈值，从而实现对待检测的各图像帧的筛选处理而得到关键帧。

[0101] 进一步地，在一示例性实施例中，如图6所示，步骤330中根据各图像帧的检测结果，对各图像帧进行去重处理，可以包括以下步骤：

[0102] 步骤331，针对各图像帧进行遍历，以遍历到的所述图像帧作为当前一个图像帧。

[0103] 步骤332，基于当前一个图像帧的检测结果，确定当前一个图像帧的缺陷类别及其置信度。

[0104] 步骤333，若当前一个图像帧与前一个图像帧的间隔时间小于设定时间，且当前一个图像帧与前一个图像帧的置信度大于第四置信度阈值的缺陷类别相同，则保留当前一个图像帧。

- [0105] 举例来说，对于管道视频中的某一个图像帧S1，若其与前一个图像帧S2的间隔时间小于设定时间，则进一步根据图像帧S1的各缺陷类别及其置信度、以及图像帧S2的各缺陷类别及其置信度，判断图像帧S1是否可以保留，具体地，首先分别确定图像帧S1与图像帧S2置信度大于第四置信度阈值的缺陷类别，然后基于所确定的置信度大于第四置信度阈值的缺陷类别，判断图像帧S1与图像帧S2所确定的缺陷类别是否相同，若相同，则保留该图像帧S1，反之，若不同，则去除该图像帧S1。其中，设定时间可以根据应用场景的实际需要灵活地调整，此处并未加以限定。
- [0106] 值得一提的是，筛选处理和去重处理的执行顺序并非局限于本实施例所提供的筛选处理或者去重处理，还可以同时进行筛选处理和去重处理，例如先筛选处理后去重处理，或者先去重处理后筛选处理，本实施例并非对此构成具体限定。
- [0107] 如图7所示，在一种可能的实现方式，关键帧的筛选处理和去重处理，可以包括以下步骤：
- [0108] 步骤1、若图像帧中缺陷蒙版的数量大于2且缺陷蒙版的最大置信度超过0.2，则执行步骤3，判断缺陷蒙版的最大置信度是否超过0.3；否则，执行步骤2。
- [0109] 步骤2、若管道内存在至少一种缺陷、且该些缺陷的最大置信度超过0.2，则执行步骤5；否则，删除该图像帧。
- [0110] 步骤3、若缺陷蒙版的最大置信度超过0.3，则执行步骤5，进一步对图像帧进行去重处理；否则，执行步骤4。
- [0111] 步骤4、若缺陷类别的总置信度超过0.6，则执行步骤5，进一步对图像帧进行去重处理；否则，删除该图像帧。
- [0112] 步骤5、若该图像帧与前一个图像帧的时间间隔小于5秒，并且二者置信度大于0.2的缺陷类别相同，则保留该图像帧作为关键帧；否则，删除该图像帧。
- [0113] 通过上述实施例的配合，实现了对待检测的图像帧多维度的筛选处理和去重处理，不仅实现了管道缺陷在时间和空间上的精准定位，而且能够避免最终结果输出时存在大量的冗余或者无法准确地查找到关键帧。

- [0114] 请参阅图8，在一应用场景中，缺陷检测装置可以部署在图像采集设备、可供缺陷检测装置作为应用程序运行的各种电子设备、可搭载具有缺陷检测能力的芯片的各种电子设备、以及具有缺陷检测能力的云计算中心、云平台、云服务等等。
- [0115] 在图8中，该缺陷检测装置包括视频输入模块、视频特征提取模块、分析与处理模块、结果输出模块。
- [0116] 具体而言，首先，由视频输入模块对管道视频进行读取，并根据用户所选择输入模式的不同，分别按照每秒1帧、每秒10帧、按照视频帧率和用户输入帧率对管道视频中的图像帧进行采样，形成图像帧序列，该图像帧序列包括多个待检测的图像帧。
- [0117] 然后，将该图像帧序列输入视频特征提取模块，对图像帧序列的各图像帧提取帧级别的多维度特征，进而基于各图像帧的多维度特征，对各图像帧中是否存在缺陷进行类别预测，得到各图像帧的检测结果。其中，该视频特征提取模块由深度学习模型训练的缺陷检测模型构成；提取得到的多维度特征用于描述包括但不限于：每一个图像帧的图像拍摄场景是否在管道内、管道有无缺陷、缺陷类别及其置信度、缺陷类别的缺陷等级、缺陷蒙版及其置信度等等；相应地，检测结果包括但不限于：管道有无缺陷、图像拍摄场景是否在管道内、缺陷类别及其置信度、缺陷类别的缺陷等级、缺陷蒙版及其置信度。
- [0118] 接着，将各图像帧的检测结果输入分析与处理模块，对帧级别的检测结果进行分析，并以此为依据筛选出关键帧后作进一步地去重。
- [0119] 最后，将去重后的关键帧及其检测结果输入结果输出模块，由该结果输出模块将缺陷类别、缺陷等级、缺陷类别的置信度、缺陷蒙版、存在缺陷的关键帧在管道视频中时钟位置等信息分别标注在关键帧、管道视频中的关键帧、或者作为文本内容存储为结果文本，进而将标注后的关键帧、标注后的管道视频、结果文本输出。
- [0120] 在上述应用场景，实现自动对管道视频进行帧级别的缺陷检测，实现了时间和空间上的精确定位，同时通过筛选和去重去除了大量冗余，减少了检测人员在核查时的工作量。此外，通过视频、图像以及文本等多种结果呈现方式，更加

直观的反映了管道内的缺陷情况，使得本应用场景所提供的管道缺陷检测方法的应用范围广泛，可以适用于城市排水管道、油气运输管道、供水输水管道、电力系统管道等管道系统，具有较好的适应性；而且通过可调节的帧率，满足不同硬件设备的算力要求以及用户对性能和精确度的权衡，使得本应用场景所提供的管道缺陷检测方法可以搭载多种平台，提高了管道检测缺陷方法的通用性。

[0121] 下述为本申请装置实施例，可以用于执行本申请所涉及的管道缺陷检测方法。对于本申请系统实施例中未披露的细节，请参照本申请所涉及的管道缺陷检测方法的方法实施例。

[0122] 请参阅图9，本申请实施例提供了一种管道缺陷检测装置600，包括但不限于：图像获取模块610、缺陷检测模块620、筛选去重模块630、结果输出模块640。

[0123] 其中，图像获取模块610，用于获取管道视频，并对管道视频进行采样，得到多个待检测的图像帧。

[0124] 缺陷检测模块620，用于对多个待检测的图像帧分别进行帧级别的缺陷检测，得到各图像帧的检测结果。检测结果用于指示管道有无缺陷、图像拍摄场景是否在管道内、缺陷类别及其置信度、缺陷类别的缺陷等级、缺陷蒙版及其置信度中的至少一种。

[0125] 筛选去重模块630，用于根据各图像帧的检测结果，对各图像帧进行筛选处理和/或去重处理，得到关键帧。

[0126] 结果输出模块640，用于将关键帧的检测结果进行输出。

[0127] 需要说明的是，上述实施例所提供的管道缺陷检测装置在进行管道缺陷检测时，仅以上述各功能模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成，即管道缺陷检测装置的内部结构将划分为不同的功能模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。

[0128] 另外，上述实施例所提供的管道缺陷检测装置与管道缺陷检测方法的实施例属于同一构思，其中各个模块执行操作的具体方式已经在方法实施例中进行了详细描述，此处不再赘述。

- [0129] 图10根据一示例性实施例示出的一种电子设备的结构示意图。该电子设备适用于图1所示出实施环境中的服务器端170。
- [0130] 需要说明的是，该电子设备只是一个适配于本申请的示例，不能认为是提供了对本申请的使用范围的任何限制。该电子设备也不能解释为需要依赖于或者必须具有图10示出的示例性的电子设备2000中的一个或者多个组件。
- [0131] 电子设备2000的硬件结构可因配置或者性能的不同而产生较大的差异，如图10所示，电子设备2000包括：电源210、接口230、至少一存储器250、以及至少一中央处理器（CPU, Central Processing Units）270。
- [0132] 具体地，电源210用于为电子设备2000上的各硬件设备提供工作电压。
- [0133] 接口230包括至少一有线或无线网络接口231，用于与外部设备交互。例如，图1所示出实施环境中的图像采集设备130与服务器端170。
- [0134] 当然，在其余本申请适配的示例中，接口230还可以进一步包括至少一串并转换接口233、至少一输入输出接口235以及至少一USB接口237等，如图10所示，在此并非对此构成具体限定。
- [0135] 存储器250作为资源存储的载体，可以是只读存储器、随机存储器、磁盘或者光盘等，其上所存储的资源包括操作系统251、应用程序253及数据255等，存储方式可以是短暂存储或者永久存储。
- [0136] 其中，操作系统251用于管理与控制电子设备2000上的各硬件设备以及应用程序253，以实现中央处理器270对存储器250中海量数据255的运算与处理，其可以是Windows ServerTM、Mac OS XTM、UnixTM、LinuxTM、FreeBSDTM等。
- [0137] 应用程序253是基于操作系统251之上完成至少一项特定工作的计算机程序，其可以包括至少一模块（图10未示出），每个模块都可以分别包含有对电子设备2000的计算机程序。例如，管道缺陷检测装置可视为部署于电子设备2000的应用程序253。
- [0138] 数据255可以是存储于磁盘中的照片、图像等，还可以是管道视频等，存储于存储器250中。
- [0139] 中央处理器270可以包括一个或多个以上的处理器，并设置为通过至少一通信总线与存储器250通信，以读取存储器250中存储的计算机程序，进而实现对存储

器250中海量数据255的运算与处理。例如，通过中央处理器270读取存储器250中存储的一系列计算机程序的形式来完成管道缺陷检测方法。

[0140] 此外，通过硬件电路或者硬件电路结合软件也能同样实现本申请，因此，实现本申请并不限于任何特定硬件电路、软件以及两者的组合。

[0141] 请参阅图11，本申请实施例提供了一种电子设备4000，该电子设备4000可以台式电脑、笔记本电脑、服务器等等。

[0142] 在图11中，该电子设备4000包括至少一个处理器4001、至少一条通信总线4002以及至少一个存储器4003。

[0143] 其中，处理器4001和存储器4003相连，如通过通信总线4002相连。可选地，电子设备4000还可以包括收发器4004，收发器4004可以用于该电子设备与其他电子设备之间的数据交互，如数据的发送和/或数据的接收等。需要说明的是，实际应用中收发器4004不限于一个，该电子设备4000的结构并不构成对本申请实施例的限定。

[0144] 处理器4001可以是CPU（Central Processing Unit，中央处理器），通用处理器，DSP（Digital Signal Processor，数据信号处理器），ASIC（Application Specific Integrated Circuit，专用集成电路），FPGA（Field Programmable Gate Array，现场可编程门阵列）或者其他可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件、硬件部件或者其任意组合。其可以实现或执行结合本申请公开内容所描述的各种示例性的逻辑方框，模块和电路。处理器4001也可以是实现计算功能的组合，例如包含一个或多个微处理器组合，DSP和微处理器的组合等。

[0145] 通信总线4002可包括一通路，在上述组件之间传送信息。通信总线4002可以是PCI（Peripheral Component Interconnect，外设部件互连标准）总线或EISA（Extended Industry Standard Architecture，扩展工业标准结构）总线等。通信总线4002可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图11中仅用一条粗线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

[0146] 存储器4003可以是ROM（Read Only Memory，只读存储器）或可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备，RAM（Random Access Memory，随机存取存储器）或者可存储信息和指令的其他类型的动态存储设备，也可以是

EEPROM（Electrically Erasable Programmable Read Only Memory，电可擦可编程只读存储器）、CD-ROM（Compact Disc Read Only Memory，只读光盘）或其他光盘存储、光碟存储（包括压缩光碟、激光碟、光碟、数字通用光碟、蓝光光碟等）、磁盘存储介质或者其他磁存储设备、或者能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质，但不限于此。

- [0147] 存储器4003上存储有计算机程序，处理器4001通过通信总线4002读取存储器4003中存储的计算机程序。
- [0148] 该计算机程序被处理器4001执行时实现上述各实施例中的管道缺陷检测方法。
- [0149] 此外，本申请实施例中提供了一种存储介质，该存储介质上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述各实施例中的管道缺陷检测方法。
- [0150] 本申请实施例中提供了一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机程序，该计算机程序存储在存储介质中。计算机设备的处理器从存储介质读取该计算机程序，处理器执行该计算机程序，使得该计算机设备执行上述各实施例中的管道缺陷检测方法。
- [0151] 与相关技术相比，一方面，在实现了自动对管道视频进行缺陷检测识别的同时，实现了时间和空间上的精确定位，并且通过筛选和去重去除了大量的冗余，减少了相关检测人员在核查时的工作量；另一方面，通过视频、图像以及文本的多种结果呈现方式，更加直观的反应了管道的缺陷情况。除此之外，根据对管道视频设置不同频率的抽帧方式，满足了不同设备的算力要求以及用户对性能和精确度的权衡。同时，本申请所提供的管道缺陷检测方式可适用于城市排水管道、油气运输管道、供水输水管道、电力系统管道等各式各样的管道，并且可搭载于图像采集设备、芯片、软件以及云服务等多种平台。
- [0152] 应该理解的是，虽然附图的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示，但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明，这些步骤的执行并没有严格的顺序限制，其可以以其他的顺序执行。而且，附图的流程图中的至少一部分步骤可以包括多个子步骤或者多个阶段，这些子步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成，而是可以在不同的时刻执行

，其执行顺序也不必然是依次进行，而是可以与其他步骤或者其他步骤的子步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0153] 以上所述仅是本申请的部分实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本申请的保护范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种管道缺陷检测方法，其特征在于，所述方法包括：
- 获取管道视频，并对所述管道视频进行采样，得到多个待检测的图像帧；
- 对多个待检测的图像帧分别进行帧级别的缺陷检测，得到各所述图像帧的检测结果；所述检测结果用于指示管道有无缺陷、图像拍摄场景是否在管道内、缺陷类别及其置信度、缺陷类别的缺陷等级、缺陷蒙版及其置信度中的至少一种；
- 根据各所述图像帧的检测结果，对各所述图像帧进行筛选处理和/或去重处理，得到关键帧；
- 将所述关键帧的检测结果输出。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述对所述管道视频进行采样，得到多个待检测的图像帧，包括：
- 响应于针对不同输入模式进行的选择操作，获取与选中的输入模式匹配的帧率；
- 按照获取到的帧率对所述管道视频中的图像帧进行采样，得到多个待检测的图像帧。
- [权利要求 3] 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述对多个待检测的图像帧分别进行帧级别的缺陷检测，得到各所述图像帧的检测结果，包括：
- 分别对多个待检测的图像帧进行多维度特征提取，得到各所述图像帧的多维度特征信息；
- 根据各所述图像帧的多维度特征信息，分别对各所述图像帧进行管道缺陷类别的预测，得到各所述图像帧的检测结果。
- [权利要求 4] 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述帧级别的缺陷检测是基于缺陷检测模型实现的，所述缺陷检测模型是经过训练、且具有对图像帧进行帧级别的缺陷检测的能力的深度学习模型。

- [权利要求 5] 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据各所述图像帧的检测结果，对各所述图像帧进行筛选处理包括以下至少一种：
- 针对每一个所述图像帧，基于所述图像帧的检测结果，确定各缺陷类别的置信度和各缺陷蒙版的置信度，并基于各缺陷类别的置信度和各缺陷蒙版的置信度，确定缺陷蒙版的数量、缺陷蒙版的最大置信度、缺陷类别的最大置信度、以及所有缺陷类别的总置信度；
- 若所述图像帧的检测结果指示管道存在缺陷，且缺陷类别的最大置信度大于第一置信度阈值，则将所述图像帧作为关键帧；
- 若所述图像帧的缺陷蒙版的数量大于设定数量，且缺陷蒙版的最大置信度大于第二置信度阈值，则将所述图像帧作为关键帧；
- 若所述图像帧中所有缺陷类别的总置信度大于第三置信度阈值，则将所述图像帧作为关键帧。
- [权利要求 6] 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据各所述图像帧的检测结果，对各所述图像帧进行去重处理，包括：
- 针对各所述图像帧进行遍历，以遍历到的所述图像帧作为当前一个所述图像帧；
- 基于当前一个所述图像帧的检测结果，确定当前一个所述图像帧的缺陷类别及其置信度；
- 若当前一个所述图像帧与前一个所述图像帧的间隔时间小于设定时间，且当前一个所述图像帧与前一个所述图像帧的置信度大于第四置信度阈值的缺陷类别相同，则保留所述图像帧。
- [权利要求 7] 如权利要求1至6任一项所述的方法，其特征在于，所述将所述关键帧的检测结果输出包括以下至少一种：
- 在所述关键帧中标注对应的检测结果，并输出标注后的关键帧；
- 基于所述关键帧的检测结果，在所述管道视频中对所述关键帧进行标注，并输出标注后的管道视频；
- 以文本方式输出所述关键帧的检测结果。
- [权利要求 8] 一种管道缺陷检测装置，其特征在于，所述装置包括：

图像获取模块，用于获取管道视频，并对所述管道视频进行采样，得到多个待检测的图像帧；

缺陷检测模块，用于对多个待检测的图像帧分别进行帧级别的缺陷检测，得到各所述图像帧的检测结果；所述检测结果用于指示管道有无缺陷、图像拍摄场景是否在管道内、缺陷类别及其置信度、缺陷类别的缺陷等级、缺陷蒙版及其置信度中的至少一种；

筛选去重模块，用于根据各所述图像帧的检测结果，对各所述图像帧进行筛选处理和/或去重处理，得到关键帧；

结果输出模块，用于将所述关键帧的检测结果显示。

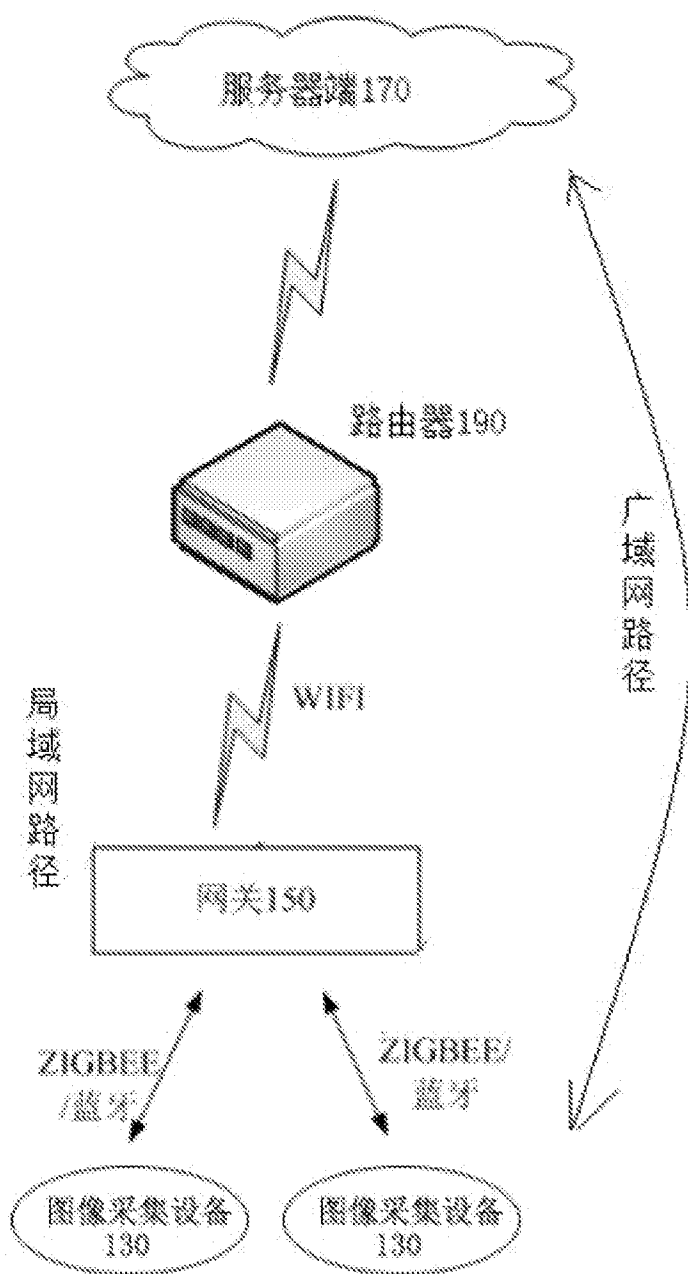
[权利要求 9]

一种电子设备，其特征在于，包括：至少一个处理器、至少一个存储器、以及至少一条通信总线，其中，
所述存储器上存储有计算机程序，所述处理器通过所述通信总线读取所述存储器中的所述计算机程序；
所述计算机程序被所述处理器执行时实现权利要求1至7中任一项所述的管道缺陷检测方法。

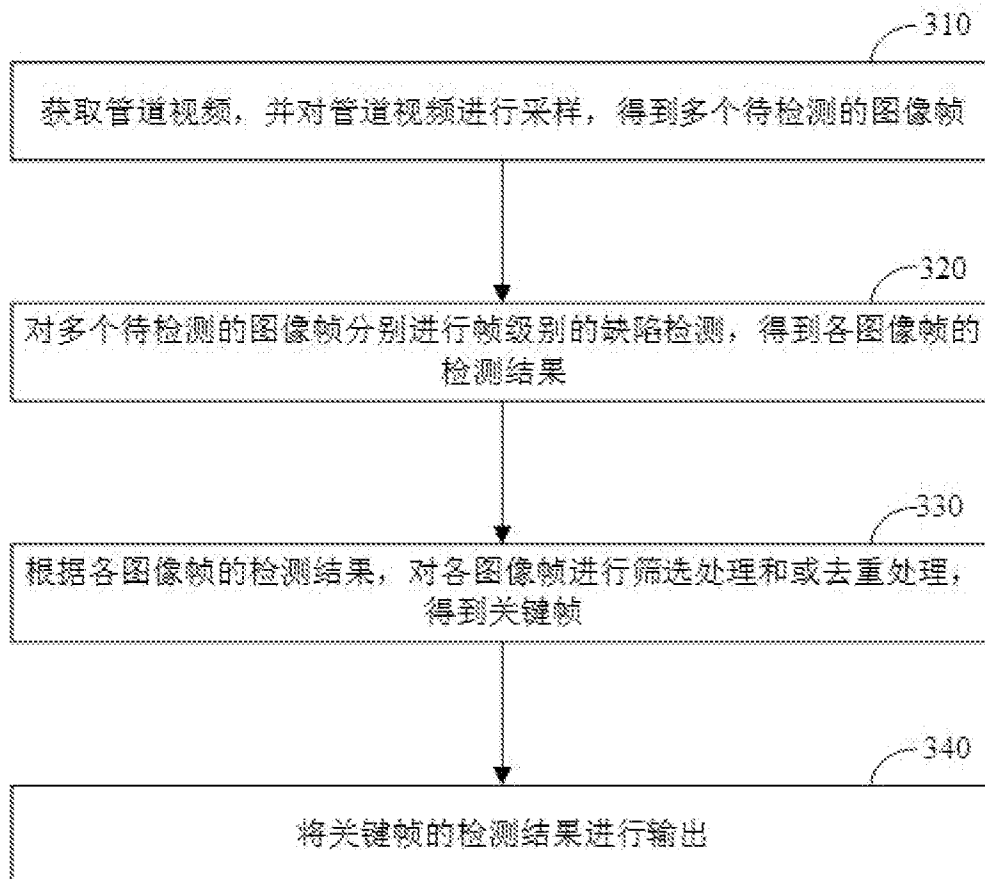
[权利要求 10]

一种存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至7中任一项所述的管道缺陷检测方法。

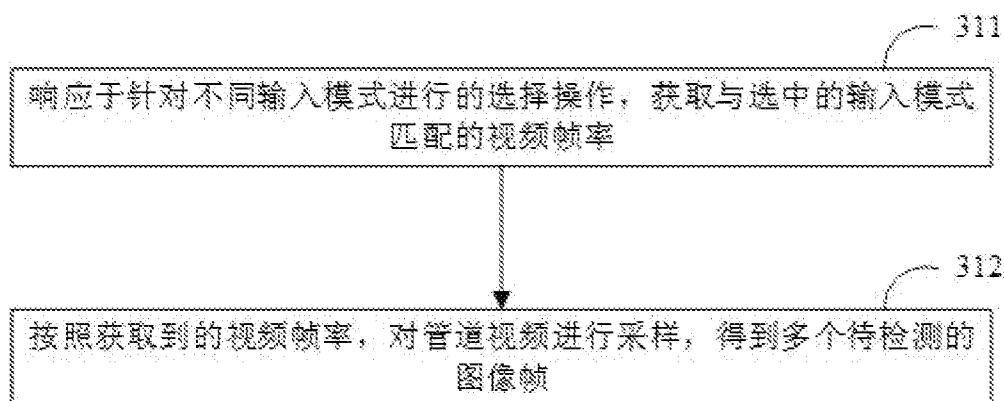
[图1]



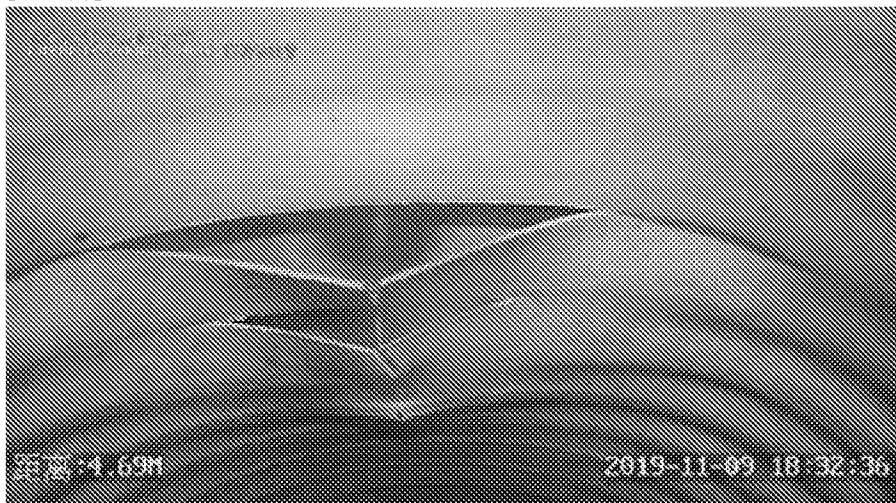
[图2]



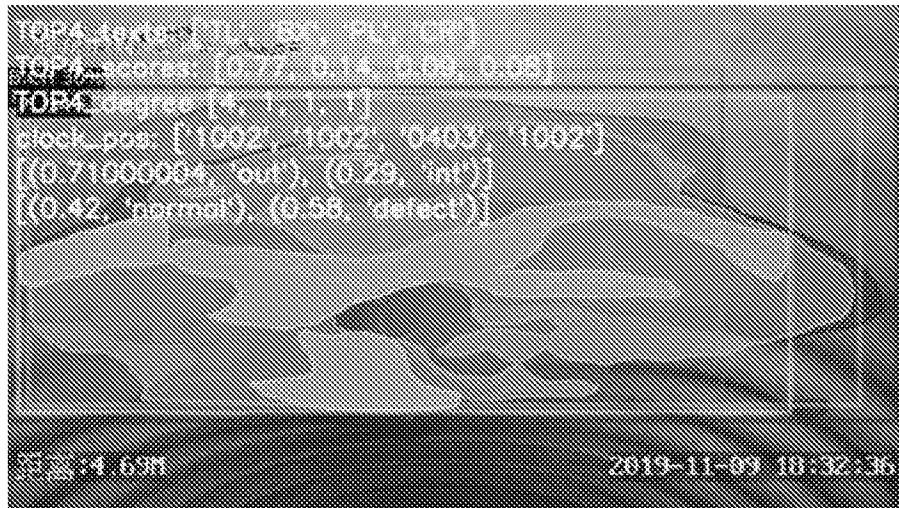
[图3]



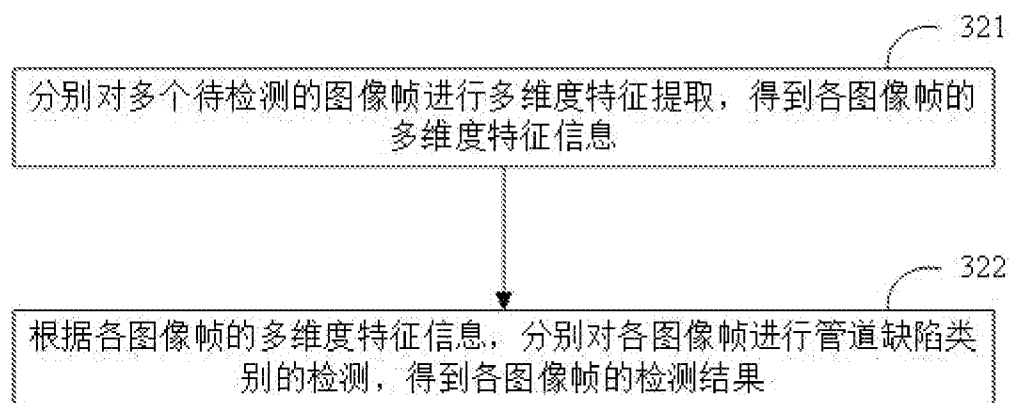
[图4(a)]



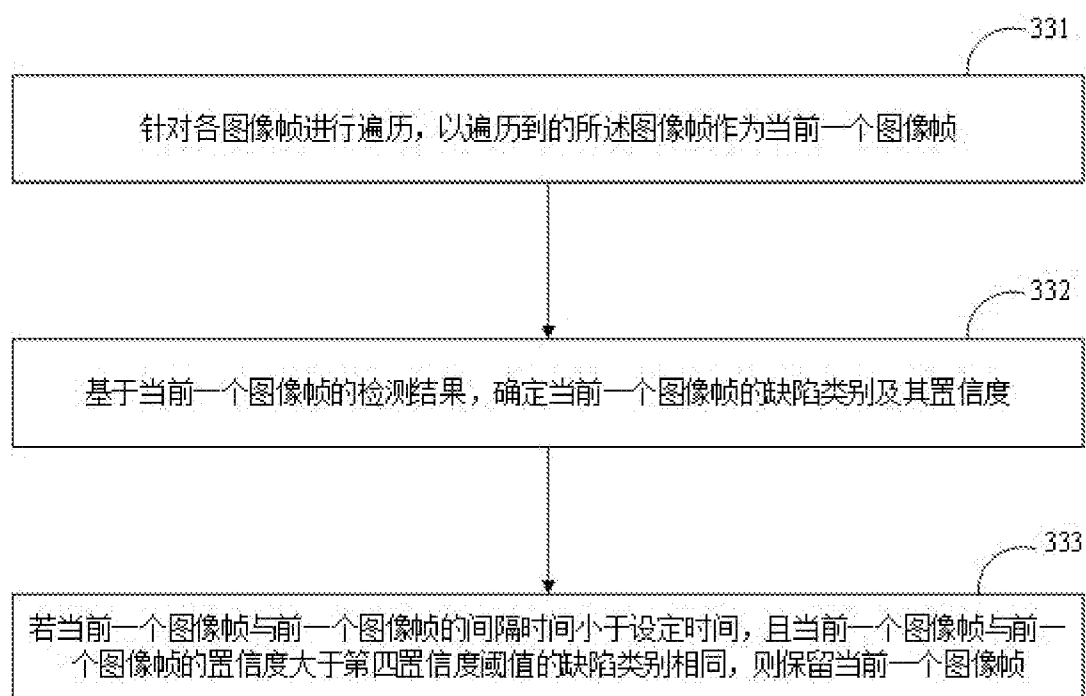
[图4(b)]



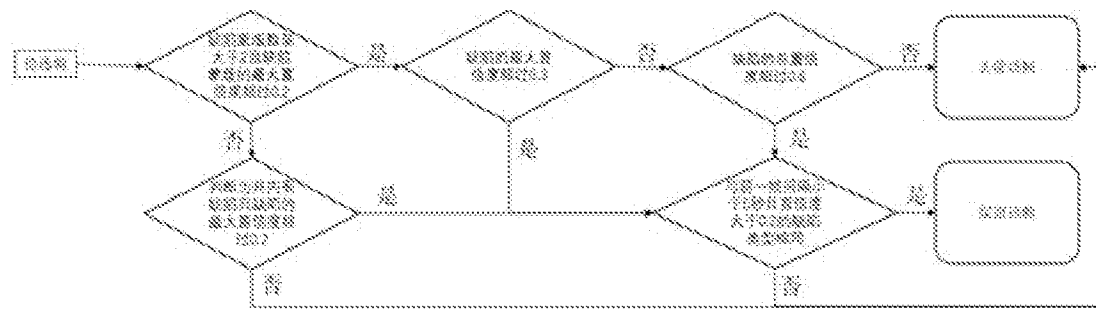
[图5]



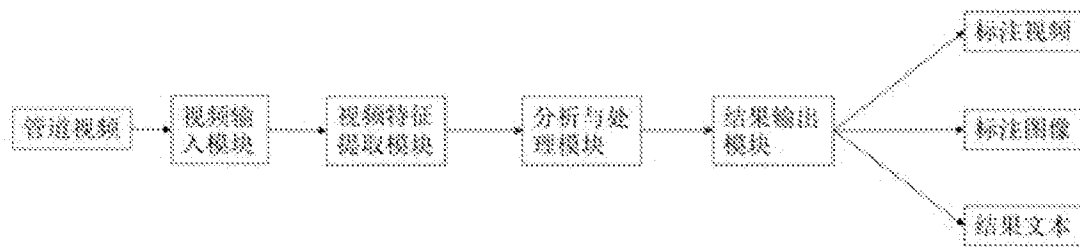
[图6]



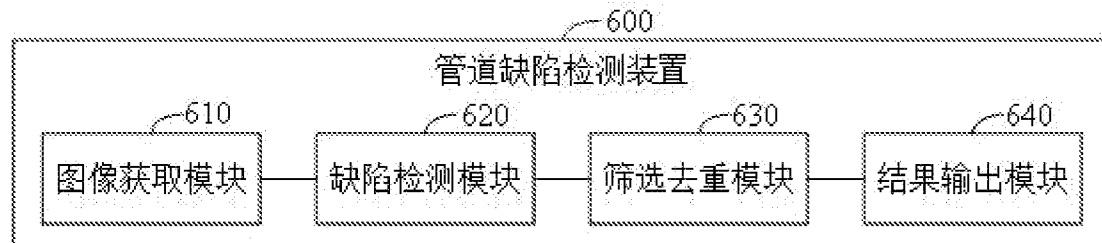
[图7]



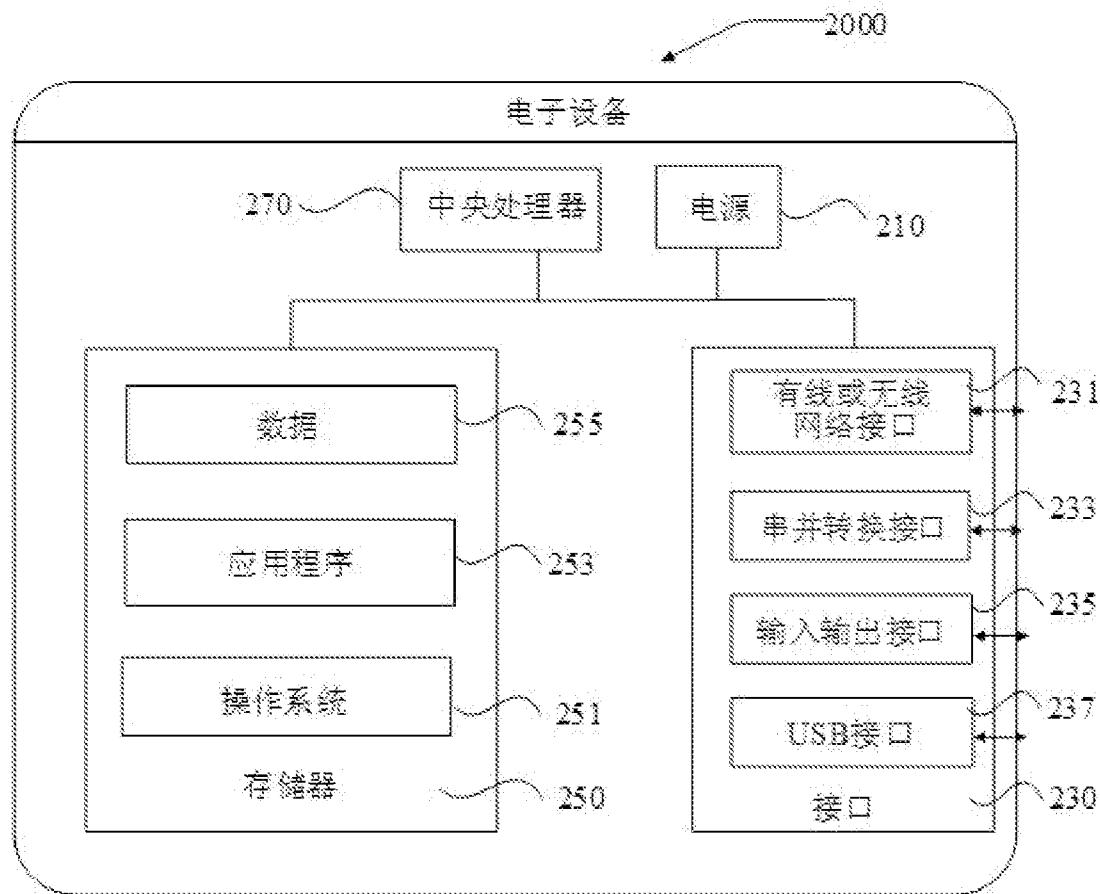
[图8]



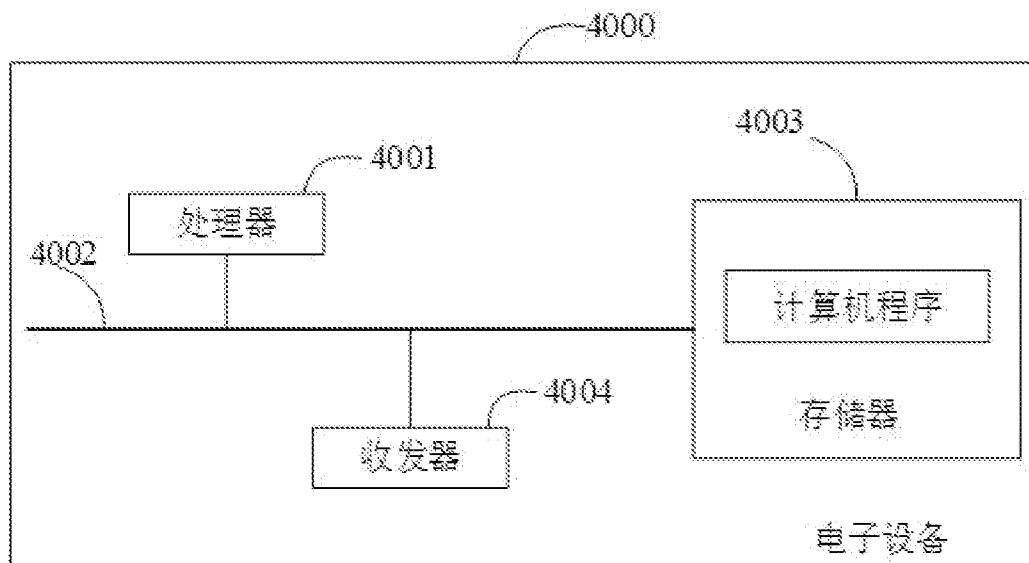
[图9]



[图10]



[图11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/137184

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/00(2017.01)i; G06V10/764(2022.01)i; G06V20/40(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:G06T,G06V

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)

CNABS, CNTXT, CNKI, ENTXTC, ENTXT, DWPI, IEEE: 管道, 缺陷, 故障, 检测, 监测, 确定, 判断, 视频, 图像, 图象, 图片, 帧, 输出, 筛选, pipeline, defect?, error, detect+, monitor+, determin+, judg+, video, image, picture, frame, output, key, select+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116416208 A (SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 11 July 2023 (2023-07-11) claims 1-10	1-10
Y	CN 115015264 A (ALIBABA DAMO (HANGZHOU) TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 September 2022 (2022-09-06) description, paragraphs 0004-0050 and 0166-0176	1-10
Y	CN 114140625 A (SHENZHEN BOMINGWEI INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 March 2022 (2022-03-04) description, paragraphs 0005-0022	1-10
Y	CN 113221710 A (SHENZHEN WATER ENGINEERING TESTING CO., LTD.) 06 August 2021 (2021-08-06) description, paragraphs 0023-0062	1-10
Y	US 2022036541 A1 (TATA CONSULTANCY SERVICES LIMITED) 03 February 2022 (2022-02-03) description, paragraphs 0005-0040	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

19 February 2024

Date of mailing of the international search report

08 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

International application No.

PCT/CN2023/137184**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 114120209 A (SHENZHEN BOMINGWEI INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 March 2022 (2022-03-01) entire document	1-10
A	WO 2022204788 A1 (MUSASHI AUTO PARTS CANADA INC.) 06 October 2022 (2022-10-06) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/137184

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116416208	A	11 July 2023	None			
CN	115015264	A	06 September 2022	None			
CN	114140625	A	04 March 2022	None			
CN	113221710	A	06 August 2021	None			
US	2022036541	A1	03 February 2022	EP	3945458	A1	02 February 2022
				IN	202021032479	A	04 February 2022
CN	114120209	A	01 March 2022	None			
WO	2022204788	A1	06 October 2022	CA	3213545	A1	06 October 2022
				KR	20230164119	A	01 December 2023

A. 主题的分类

G06T7/00(2017.01)i; G06V10/764(2022.01)i; G06V20/40(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:G06T,G06V

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))

CNABS,CNXTX,CNKI,ENTXTC,ENTXT,DWPI,IEEE:管道, 缺陷, 故障, 检测, 监测, 确定, 判断, 视频, 图像, 图象, 图片, 帧, 输出, 筛选, pipeline, defect?, error, detect+, monitor+, determin+, judg+, video, image, picture, frame, output, key, select+

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 116416208 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2023年7月11日 (2023 - 07 - 11) 权利要求1-10	1-10
Y	CN 115015264 A (阿里巴巴达摩院(杭州)科技有限公司) 2022年9月6日 (2022 - 09 - 06) 说明书第0004-0050, 0166-0176段	1-10
Y	CN 114140625 A (深圳市博铭维技术股份有限公司) 2022年3月4日 (2022 - 03 - 04) 说明书第0005-0022段	1-10
Y	CN 113221710 A (深圳市水务工程检测有限公司) 2021年8月6日 (2021 - 08 - 06) 说明书第0023-0062段	1-10
Y	US 2022036541 A1 (TATA CONSULTANCY SERVICES LIMITED) 2022年2月3日 (2022 - 02 - 03) 说明书第0005-0040段	1-10
A	CN 114120209 A (深圳市博铭维技术股份有限公司) 2022年3月1日 (2022 - 03 - 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。

* 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2月19日

国际检索报告邮寄日期

2024年3月8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

谢佳妮

电话号码 (+86) 010-53961703

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

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
A	WO 2022204788 A1 (MUSASHI AUTO PARTS CANADA INC.) 2022年10月6日 (2022 - 10 - 06) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/137184

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	116416208	A	2023年7月11日	无			
CN	115015264	A	2022年9月6日	无			
CN	114140625	A	2022年3月4日	无			
CN	113221710	A	2021年8月6日	无			
US	2022036541	A1	2022年2月3日	EP	3945458	A1	2022年2月2日
				IN	202021032479	A	2022年2月4日
CN	114120209	A	2022年3月1日	无			
WO	2022204788	A1	2022年10月6日	CA	3213545	A1	2022年10月6日
				KR	20230164119	A	2023年12月1日