



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113076924 A

(43) 申请公布日 2021.07.06

(21) 申请号 202110433755.0

(22) 申请日 2021.04.21

(71) 申请人 西交利物浦大学

地址 215000 江苏省苏州市工业园区独墅湖高等教育区仁爱路111号

(72) 发明人 姚善良 朱晓辉 岳勇 岳玉涛

(74) 专利代理机构 苏州谨和知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 32295

代理人 叶栋

(51) Int. Cl.

G06K 9/00 (2006.01)

G06K 9/62 (2006.01)

G06T 7/70 (2017.01)

G06N 3/04 (2006.01)

G06N 3/08 (2006.01)

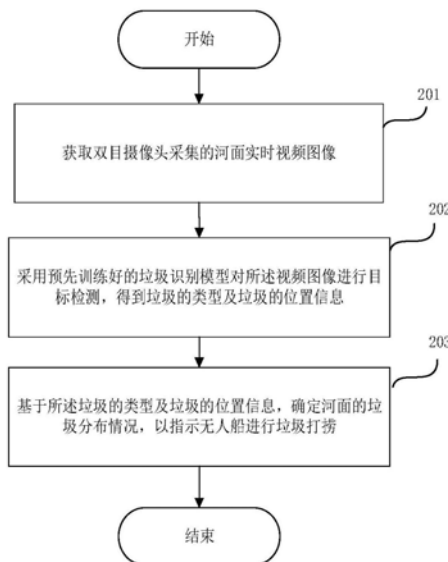
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

基于无人船的河面垃圾实时检测方法、装置及存储介质

(57) 摘要

本申请涉及基于无人船的河面垃圾实时检测方法、装置及存储介质,包括:获取河面实时视频图像;采用预先训练好的垃圾识别模型对所述视频图像进行垃圾目标检测,得到垃圾的类型及垃圾的位置信息;基于所述垃圾的类型及垃圾的位置信息,确定河面的垃圾分布情况,以指示无人船进行垃圾打捞。本申请可以解决目前河面垃圾识别实时性差以及无法准确识别垃圾位置与种类的问题。



1. 一种基于无人船的河面垃圾实时检测方法,其特征在于,应用于嵌入式开发板,所述嵌入式开发板安装在无人船上,所述河面垃圾实时检测方法包括:

获取双目摄像头采集的河面实时视频图像,所述双目摄像头安装在无人船上;

采用预先训练好的垃圾识别模型对所述视频图像进行垃圾目标检测,得到垃圾的类型及垃圾的位置信息;

基于所述垃圾的类型及垃圾的位置信息,确定河面的垃圾分布情况,以指示无人船进行垃圾打捞。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述垃圾识别模型为PP-YOLO-mobile网络,所述PP-YOLO-mobile网络采用轻量级的MobileNetV3-Small骨架。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述方法还包括训练垃圾识别模型的步骤:

获取训练数据集,所述训练数据集包括河面垃圾的历史视频图像数据及对应的标签,所述标签指示垃圾的类型及垃圾位置信息;

将所述训练数据集输入构建的垃圾识别模型,得到预测结果;

基于预测结果与所述标签的误差,迭代更新垃圾识别模型的网络参数;

直到所述误差小于预设阈值时,得到训练好的垃圾识别模型。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述得到训练好的垃圾识别模型之后,还包括:

对训练好的垃圾识别模型的模型参数进行敏感度分析,得到敏感度信息;

依据所述敏感度信息,对垃圾识别模型进行裁剪,得到最终的垃圾识别模型。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

确定垃圾与无人船的距离;

基于所述垃圾的类型及所述垃圾与无人船的距离,指示无人船做出航行指令。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述确定垃圾与无人船的距离,包括:

获取双目摄像头在同一时刻采集的两张单帧视频图像;

采用预先训练好的垃圾识别模型,分别对所述两张单帧视频图像进行目标检测,分别得到垃圾在所述两张单帧视频图像中的位置信息;

基于所述位置信息,确定垃圾与无人船的距离。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述基于所述目标位置信息,确定垃圾与无人船的距离,包括:

根据两张所述单帧视频图像之间像素的匹配关系,通过计算出像素之间的偏移来获取垃圾与无人船的距离信息,即:

$$Z = \frac{B * f}{D}$$

其中,Z是垃圾与当前无人船之间的距离,D表示视差,f是摄像机的焦距,B表示两个摄像机的光学中心之间的距离。

8. 一种基于无人船的河面垃圾实时检测装置,其特征在于,应用于嵌入式开发板,所述嵌入式开发板安装在无人船上,所述装置包括:

图像获取模块,用于获取双目摄像头采集的河面实时视频图像,所述双目摄像头安装

在无人船上；

目标检测模块,用于采用预先训练好的垃圾识别模型对所述视频图像进行垃圾目标检测,得到垃圾的类型及垃圾的位置信息；

垃圾分布确定模块,用于基于所述垃圾的类型及垃圾的位置信息,确定河面的垃圾分布情况,以指示无人船进行垃圾打捞。

9.一种嵌入式开发板,其特征在于,所述嵌入式开发板安装在无人船上,所述嵌入式开发板包括处理器和存储器;所述存储器中存储有程序,所述程序由所述处理器加载并执行以实现如权利要求1-7任一项所述的基于无人船的河面垃圾实时检测方法的步骤。

10.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述存储介质中存储有程序,所述程序被处理器执行时用于实现如权利要求1-7任一项所述的基于无人船的河面垃圾实时检测方法的步骤。

基于无人船的河面垃圾实时检测方法、装置及存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及基于无人船的河面垃圾实时检测方法、装置及存储介质,属于图像检测技术领域。

背景技术

[0002] 随着人们生活水平的提高,垃圾产量也在不断扩大,河面环境也在不断恶化。通过有效的垃圾检测方法,对不同分类的垃圾进行不同的处理,如回收、填埋、焚烧等,可以实现资源的正确利用从而保护环境。

[0003] 尽管河面垃圾检测早已提出,但目前并没有一种实时、可识别垃圾分类、角度、距离的方法。

[0004] “CN201810537983-一种基于多特征机器学习的水面垃圾识别方法”中只能识别垃圾种类,无法识别垃圾距离与方位。

[0005] “CN201811295441-无人船河道垃圾识别方法及系统”中提到了将视频图像通过网络上传到云端进行处理,是一种基于历史视频的垃圾识别,无法实现实时的垃圾检测,且采用流量上传云端处理的方式成本较大。

[0006] “CN202010621539-一种基于多特征YOLOV3的船用水面垃圾快速识别方法”使用了YOLOV3-tiny模型进行垃圾检测,适合于在高性能服务端进行检测。未提及船载的嵌入式设备,也就无法实现实时的垃圾检测。

发明内容

[0007] 本申请提供了一种基于无人船的河面垃圾实时检测方法、装置及存储介质,可以解决目前河面垃圾识别实时性差以及无法准确识别垃圾位置与种类的问题。

[0008] 本申请提供如下技术方案:

[0009] 第一方面,提供了一种基于无人船的河面垃圾实时检测方法,包括:

[0010] 获取双目摄像头采集的河面实时视频图像,所述双目摄像头安装在无人船上;

[0011] 采用预先训练好的垃圾识别模型对所述视频图像进行垃圾目标检测,得到垃圾的类型及垃圾的位置信息;

[0012] 基于所述垃圾的类型及垃圾的位置信息,确定河面的垃圾分布情况,以指示无人船进行垃圾打捞。

[0013] 可选地,在第一方面提供的一个实施例中,所述垃圾识别模型为PP-YOLO-mobile网络,所述PP-YOLO-mobile网络采用轻量级的MobileNetV3-Small骨架。

[0014] 可选地,在第一方面提供的一个实施例中,所述方法还包括训练垃圾识别模型的步骤:

[0015] 获取训练数据集,所述训练数据集包括河面垃圾的历史视频图像数据及对应的标签,所述标签指示垃圾的类型及垃圾位置信息;

[0016] 将所述训练数据集输入构建的垃圾识别模型,得到预测结果;

- [0017] 基于预测结果与所述标签的误差,迭代更新垃圾识别模型的网络参数;
- [0018] 直到所述误差小于预设阈值时,得到训练好的垃圾识别模型。
- [0019] 可选地,在第一方面提供的一个实施例中,所述得到训练好的垃圾识别模型之后,还包括:
- [0020] 对训练好的垃圾识别模型的模型参数进行敏感度分析,得到敏感度信息;
- [0021] 依据所述敏感度信息,对垃圾识别模型进行裁剪,得到最终的垃圾识别模型。
- [0022] 可选地,在第一方面提供的一个实施例中,所述方法还包括:
- [0023] 确定垃圾与无人船的距离;
- [0024] 基于所述垃圾的类型及所述垃圾与无人船的距离,指示无人船做出航行指令。
- [0025] 可选地,在第一方面提供的一个实施例中,所述确定垃圾与无人船的距离,包括:
- [0026] 获取车载双目摄像头在同一时刻采集的两张单帧视频图像;
- [0027] 采用预先训练好的垃圾识别模型,分别对所述两张单帧视频图像进行目标检测,分别得到垃圾在所述两张单帧视频图像中的目标位置信息;
- [0028] 基于所述目标位置信息,确定垃圾与无人船的距离。
- [0029] 可选地,在第一方面提供的一个实施例中,所述基于所述目标位置信息,确定垃圾与无人船的距离,包括:
- [0030] 根据两张所述单帧视频图像之间像素的匹配关系,通过计算出像素之间的偏移来获取垃圾与无人船的距离信息,即:

$$[0031] \quad Z = \frac{B * f}{D}$$

[0032] 其中,Z是垃圾与当前无人船之间的距离,D表示视差,f是摄像机的焦距,B表示两个摄像机的光学中心之间的距离。

[0033] 第二方面,提供一种基于无人船的河面垃圾实时检测装置,应用于嵌入式开发板,所述嵌入式开发板安装在无人船上,所述装置包括:

[0034] 图像获取模块,用于获取双目摄像头采集的河面实时视频图像,所述双目摄像头安装在无人船上;

[0035] 目标检测模块,用于采用预先训练好的垃圾识别模型对所述视频图像进行目标检测,得到垃圾的类型及垃圾的位置信息;

[0036] 垃圾分布确定模块,用于基于所述垃圾的类型及垃圾的位置信息,确定河面的垃圾分布情况,以指示无人船进行垃圾打捞。

[0037] 第三方面提供一种嵌入式开发板,所述嵌入式开发板安装在无人船上,所述嵌入式开发板包括处理器和存储器;所述存储器中存储有程序,所述程序由所述处理器加载并执行,以实现第一方面任一实施例所述的基于无人船的河面垃圾实时检测方法的步骤。

[0038] 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述存储介质中存储有程序,所述程序被处理器执行时,用于实现第一方面任一实施例所述的基于无人船的河面垃圾实时检测方法的步骤。

[0039] 本申请的有益效果在于:本申请的基于无人船的河面垃圾实时检测方法,通过构建深度学习的垃圾识别模型,实现了垃圾类型与位置的实时检测。

[0040] 本申请采用的垃圾识别模型基于PP-YOLO网络架构,该架构性能和准确性均超越

YOLOV4,是一种可以在实际应用场景中直接应用的具有相对平衡的有效性和效率的目标检测器。

[0041] 本申请在原始PP-YOLO的基础上,进行了轻量级的骨架替换和数据增强操作,提高了目标检测的速度和准确性,达到实时检测的要求。

[0042] 本申请的垃圾实时检测方法可以应用在无人船避障、智能清洁船、河面环境大数据等领域,实现经济与生态的协调发展。

[0043] 上述说明仅是本申请技术方案的概述,为了能够更清楚了解本申请的技术手段,并可依照说明书的内容予以实施,以下以本申请的较佳实施例并配合附图详细说明如后。

附图说明

[0044] 图1是本申请一个实施例提供的实现河面垃圾实时检测方法的网络构架示意图;

[0045] 图2是本申请一个实施例提供的河面垃圾实时检测方法的流程图;

[0046] 图3是本申请一个实施例提供的距离计算示意图;

[0047] 图4是本申请一个实施例提供的基于无人船的河面垃圾实时检测装置的框图;

[0048] 图5是本申请一个实施例提供的嵌入式开发板的框图。

具体实施方式

[0049] 下面结合附图和实施例,对本申请的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本申请,但不用来限制本申请的范围。

[0050] 图1是本申请一个实施例提供的实现本实施例河面垃圾实时检测方法的系统架构示意图,如图1所示,所述系统构架包括:双目摄像头101、服务端102和嵌入式开发板103。

[0051] 双目摄像头101安装在无人船上,无人船通过双目摄像头采集河面视频图像。该双目摄像头包括左摄像头和右摄像头,左摄像头和右摄像头通过支撑结构固定在无人船行驶方向的前面,且左摄像头和右摄像头水平排列。示例性地,该双目摄像头可以为索尼IMX219摄像头。

[0052] 服务端102主要用于实现对河面历史视频数据的处理和垃圾识别模型的构建。服务端可以是计算机、服务器、智能移动设备等。

[0053] 嵌入式开发板103内设置有程序,通过调用该程序可以实现本申请实施例的河面垃圾实时检测方法的步骤。具体实施过程将在下文进行详细描述。

[0054] 嵌入式开发板103可以是NVIDIA Jetson nano嵌入式开发板,具有体积小、能耗低、性能高等优点。本实施例嵌入式开发板部署在无人船船舱内部,并与双目摄像头连接。

[0055] 本实施例使用双目摄像头101录制河面垃圾视频图像,并保存在嵌入式开发板103的TF(快闪存储卡)卡中。

[0056] 图2是本申请一个实施例提供的基于无人船的河面垃圾实时检测方法流程图,本实施例的实时检测方法以嵌入式开发板103为执行主体,该方法至少包括以下几个步骤:

[0057] S201:获取双目摄像头采集的河面实时视频图像。

[0058] 具体地,本实施例所述双目摄像头安装在无人船上,通过双目摄像头采集河面实时视频图像,并发送至嵌入式开发板。

[0059] S202:采用预先训练好的垃圾识别模型对所述视频图像进行目标检测,得到垃圾

的类型及垃圾的位置信息。

[0060] 具体地,本申请实施例采用服务端构建并训练垃圾识别模型的步骤如下:

[0061] 步骤1,获取训练数据集。

[0062] 本实施例采用双目摄像头的左摄像头采集河面历史视频图像,当然,也可以采用右摄像头采集。作为优选的实施方式,可以选择在垃圾分布较多的河面进行视频图像的采集,以提高数据样本的数量和多样性。

[0063] 读取左摄像头采集的历史视频图像后,按帧切分为图片格式,每隔100张保存一张。

[0064] 对采集的视频图像标记垃圾类型和位置作为标签,标注的视频图像信息以JSON格式保存,得到河面垃圾数据集。本实施例的河面垃圾数据集包含8750张图片,有17种垃圾类型。对保存的视频图像按照7:2:1的比例划分为训练集、验证集、测试集。

[0065] 对河面垃圾数据集使用数据增强方法进行预处理,以增加数据的多样性,使得垃圾识别模型的预测结果更加准确。数据增强方法包括翻转、旋转、缩放、裁剪、对比度调整、亮度调整、清晰度调整、Mixup。

[0066] 步骤2,将所述训练数据集输入构建的垃圾识别模型,得到预测结果。

[0067] 具体地,本实施例构建的垃圾识别模型为PP-YOLO-mobile模型。该PP-YOLO-mobile模型使用轻量级的MobileNetV3-Small骨架网络,替换ResNet50骨架网络。

[0068] MobileNetV3是综合了以下三种模型的思想:MobileNetV1的深度可分离卷积、MobileNetV2的具有线性瓶颈的逆残差结构和MnasNe+SE的自动搜索模型。MobileNetV3-Small为MobileNetV3的轻量版本,可以使用于计算性能较弱的移动端设备。

[0069] 将步骤1采集的训练数据集输入构建的垃圾识别模型,得到预测结果。

[0070] 步骤3,基于预测结果与所述标签的误差,迭代更新垃圾识别模型的网络参数。

[0071] 步骤4,直到所述误差小于预设阈值时,得到训练好的垃圾识别模型。

[0072] 本实施例对训练过程中保存的垃圾识别模型进行评估,分析垃圾识别模型在验证集上的表现,并适时调整训练参数。在对垃圾识别模型的不断优化的过程中,模型识别的准确率也会不断提高。

[0073] 模型训练好之后,可以使用测试集对模型进行预测。预测结果表明PP-YOLO-mobile的准确度比PP-YOLO模型高了2.8592%,速度比PP-YOLO模型高了8.911FPS。

[0074] 进一步地,为了满足嵌入式开发板的性能需求,需要对导出模型的参数进行敏感度分析,依据敏感度信息对模型进行裁剪并生成裁剪后的模型。

[0075] 具体地,如果直接使用导出的垃圾识别模型进行垃圾识别,因为模型体积较大,直接用在嵌入式开发板会影响识别的速度。模型裁剪可以更好地满足在嵌入式场景下的性能需求,可以有效得降低模型的体积和计算量,从而加速预测性能。

[0076] 本实施例将裁剪后得到的垃圾识别模型文件复制到嵌入式开发板中,调试正常运行。然后将嵌入式开发板部署至无人船船舱中,并将嵌入式开发板与双目摄像头连接,获取双目摄像头的左右两个摄像头拍摄的河面实时视频图像。

[0077] 河面实时视频图像输入至垃圾识别模型,识别垃圾的类型及垃圾的位置信息。通过PP-YOLO-mobile网络进行目标检测属于本领域公知常识,在此不再赘述。

[0078] S203:基于所述垃圾的类型及垃圾的位置信息,确定河面的垃圾分布情况,以指示

无人船进行垃圾打捞。

[0079] 本实施例在确定了垃圾的分布情况,可以帮助环保部门及时知晓河面垃圾分布情况,从而指导他们进行人力打捞或者无人船打捞,维护河面洁净。

[0080] 可选地,本实施例的检测方法还包括:

[0081] (1) 获取车载双目摄像头在同一时刻采集的两张单帧视频图像。

[0082] (2) 采用预先训练好的垃圾识别模型,分别对所述两张单帧视频图像进行目标检测,分别得到垃圾在所述两张单帧视频图像中的目标位置信息。

[0083] (3) 基于所述目标位置信息,确定垃圾与无人船的距离。

[0084] 本实施例实施例中,嵌入式开发板中设置双目识别距离脚本,利用双目识别距离的原理计算得出垃圾与车载双目摄像头之间的距离。

[0085] 本实施例同时获取左右两个摄像头同时刻的单帧视频图像,根据图像之间像素的匹配关系,通过三角测量原理计算出像素之间的偏移来获取垃圾的距离信息。

[0086] 如图3所示,P是空间中的一个点,OR,OT是右摄像头的光学中心,f是摄像机的焦距。图3中的水平线表示成像平面,B表示两个摄像机的光学中心之间的距离,也称为基线。左右两个摄像头成像平面上的P的成像点是p和p',并且XR和XT是成像点的水平距离。

[0087] 根据三角形相似性定理($\triangle Ppp' \sim \triangle POROT$):

$$[0088] \quad \frac{B}{Z} = \frac{B - (X_R - X_T)}{Z - f} \Rightarrow Z = \frac{B * f}{X_R - X_T} = \frac{B * f}{D}$$

[0089] D=XR-XT是视差,Z是垃圾与当前无人船之间的距离。

[0090] (4) 基于所述垃圾的类型及所述垃圾与无人船的距离,指示无人船做出航行指令。

[0091] 本实施例将垃圾的类型和垃圾与无人船的距离发送给无人船的控制系統,由控制系统作出航行指令。

[0092] 图4是本申请一个实施例提供的基于无人船的河面垃圾实时检测装置的框图,本实施例以该装置应用于图1所示构架中的嵌入式开发板为例进行说明。

[0093] 该装置至少包括以下几个模块:

[0094] 图像获取模块,用于获取双目摄像头采集的河面实时视频图像,所述双目摄像头安装在无人船上;

[0095] 目标检测模块,用于采用预先训练好的垃圾识别模型对所述视频图像进行目标检测,得到垃圾的类型及垃圾的位置信息;

[0096] 垃圾分布确定模块,用于基于所述垃圾的类型及垃圾的位置信息,确定河面的垃圾分布情况,以指示无人船进行垃圾打捞。

[0097] 相关细节参考上述方法实施例。

[0098] 需要说明的是:上述实施例中提供的基于无人船的河面垃圾实时检测装置在进行河面垃圾实时检测时,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,即将基于无人船的河面垃圾实时检测装置的内部结构划分成不同的功能模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。另外,上述实施例提供的基于无人船的河面垃圾实时检测装置与基于无人船的河面垃圾实时检测方法实施例属于同一构思,其具体实现过程详见方法实施例,这里不再赘述。

[0099] 图5是本申请一个实施例提供的嵌入式开发板的框图,该嵌入式开发板至少包括处理器和存储器。

[0100] 处理器可以包括一个或多个处理核心,比如:4核心处理器、6核心处理器等。处理器可以采用DSP(Digital Signal Processing,数字信号处理)、FPGA(Field-Programmable GateArray,现场可编程门阵列)、PLA(Programmable LogicArray,可编程逻辑阵列)中的至少一种硬件形式来实现。处理器也可以包括主处理器和协处理器,主处理器是用于对在唤醒状态下的数据进行处理的处理,也称CPU(Central Processing Unit,中央处理器);协处理器是用于对在待机状态下的数据进行处理的低功耗处理器。在一些实施例中,处理器可以在集成有GPU(Graphics ProcessingUnit,图像处理),GPU用于负责显示屏所需要显示的内容的渲染和绘制。一些实施例中,处理器还可以包括AI(Artificial Intelligence,人工智能)处理器,该AI处理器用于处理有关机器学习的计算操作。

[0101] 存储器可以包括一个或多个计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质可以是非暂态的。存储器还可包括高速随机存取存储器,以及非易失性存储器,比如一个或多个磁盘存储设备、闪存存储设备。在一些实施例中,存储器中的非暂态的计算机可读存储介质用于存储至少一个指令,该至少一个指令用于被处理器所执行以实现本申请中方法实施例提供的基于无人船的河面垃圾实时检测方法。

[0102] 在一些实施例中,嵌入式开发板还可选包括有:外围设备接口和至少一个外围设备。处理器、存储器和外围设备接口之间可以通过总线或信号线相连。各个外围设备可以通过总线、信号线或电路板与外围设备接口相连。示意性地,外围设备包括但不限于:射频电路、触摸显示屏、音频电路、和电源等。

[0103] 当然,嵌入式开发吧还可以包括更少或更多的组件,本实施例对此不作限定。

[0104] 可选地,本申请还提供有一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质中存储有程序,所述程序由处理器加载并执行以实现上述方法实施例的基于无人船的河面垃圾实时检测方法。

[0105] 可选地,本申请还提供有一种计算机产品,该计算机产品包括计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质中存储有程序,所述程序由处理器加载并执行以实现上述方法实施例的基于无人船的河面垃圾实时检测方法。

[0106] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0107] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

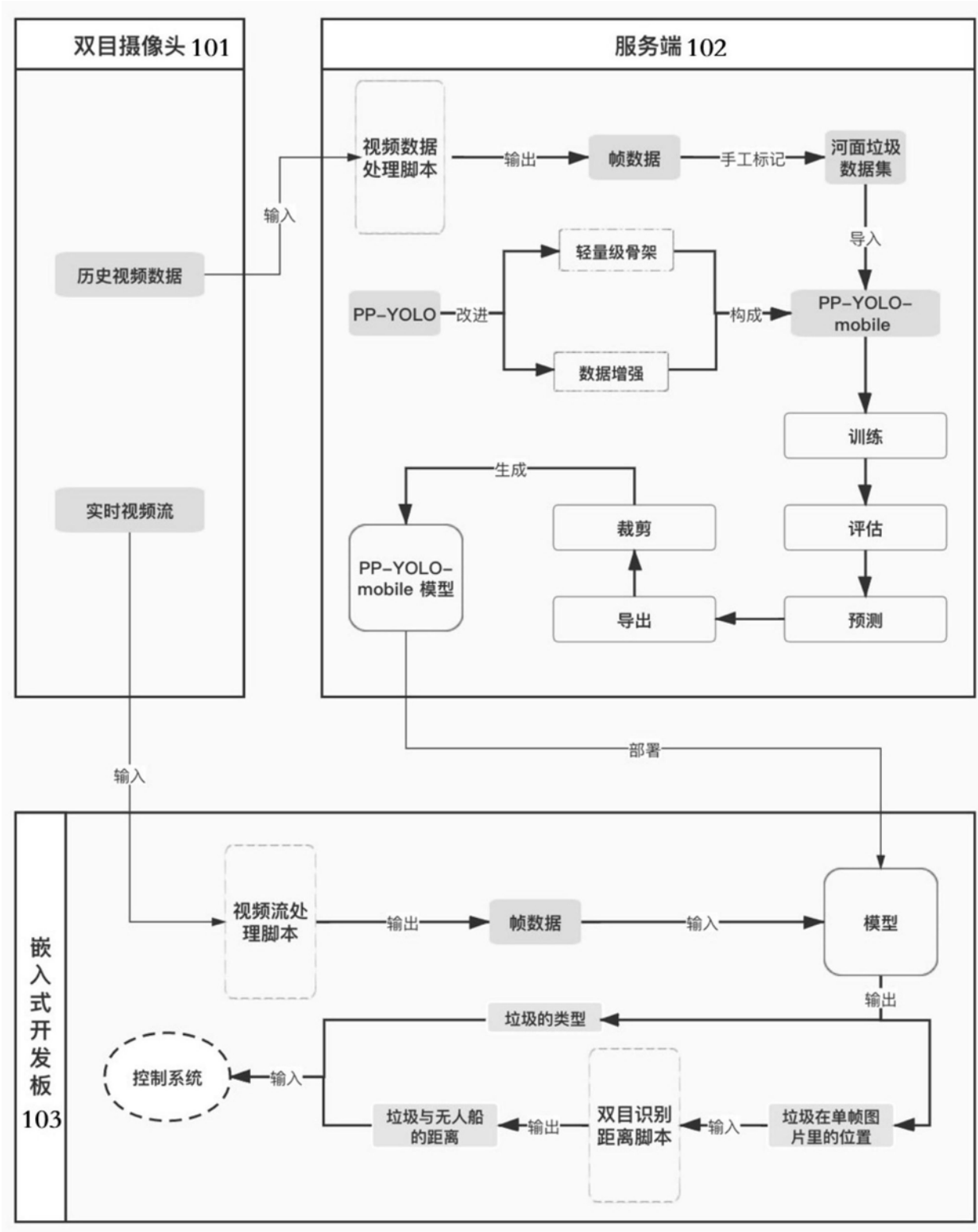


图1

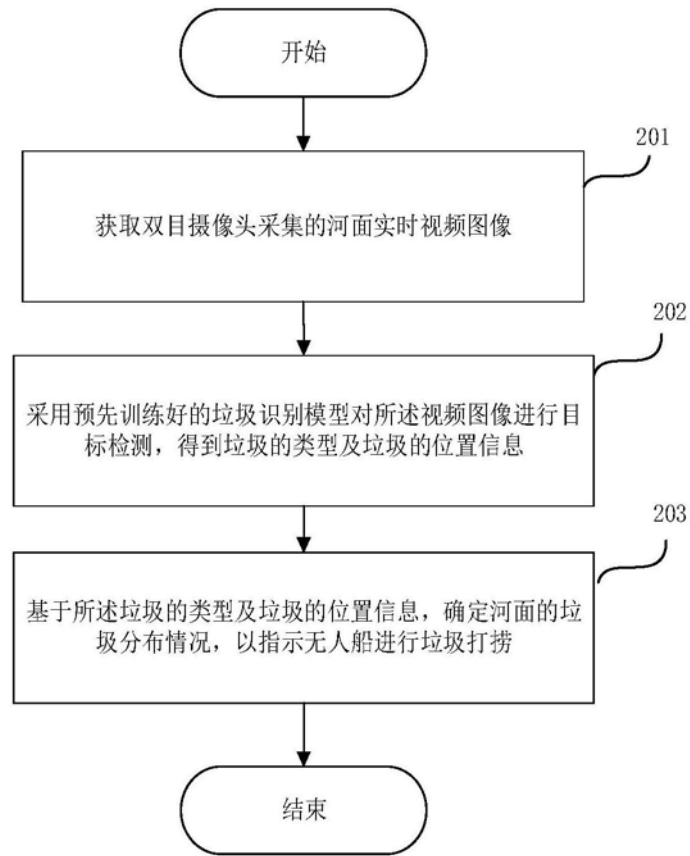


图2

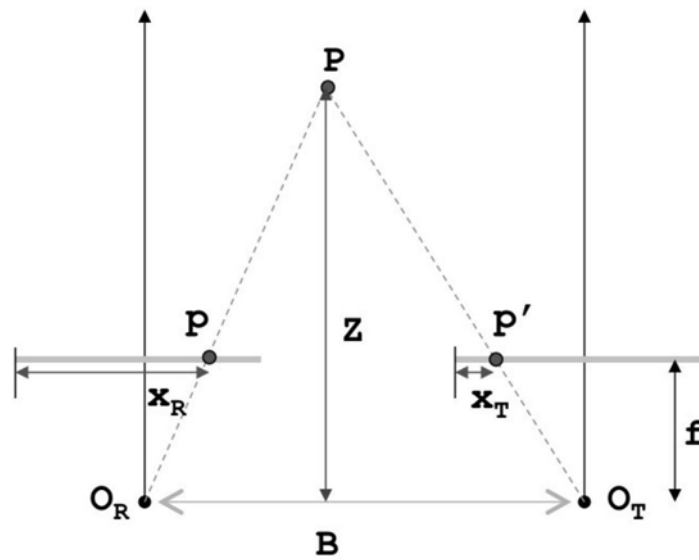


图3



图4



图5