



(21) 申请号 202311512133.2

(22) 申请日 2023.11.10

(71) 申请人 深圳市天鹤科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市龙华区大浪街
道浪口社区英泰南方明珠工业园3栋3
层306

(72) 发明人 陈铭 林剑 雷国明 李汉瑞

(74) 专利代理机构 深圳市中科创为专利代理有
限公司 44384

专利代理师 尹益群

(51) Int. Cl.

G06F 9/50 (2006.01)

G06V 40/16 (2022.01)

G06V 10/82 (2022.01)

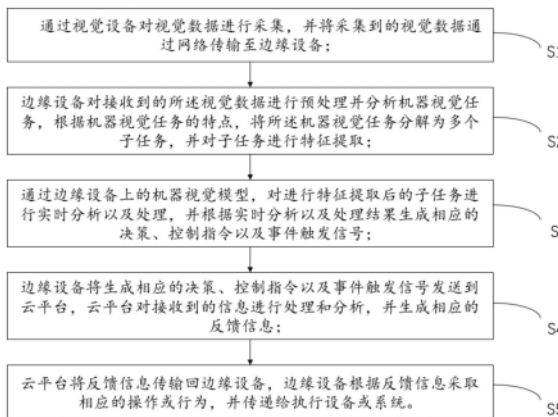
权利要求书3页 说明书13页 附图1页

(54) 发明名称

一种用于机器视觉的边缘计算方法、装置及
存储介质

(57) 摘要

本发明提出了一种用于机器视觉的边缘计算方法、装置及存储介质。通过视觉设备对视觉数据进行采集,并将采集到的视觉数据通过网络传输至边缘设备;边缘设备对接收到的所述视觉数据进行预处理并分析机器视觉任务,根据机器视觉任务的特点,将所述机器视觉任务分解为多个子任务,并对子任务进行特征提取;通过边缘设备上的机器视觉模型,对进行特征提取后的子任务进行实时分析以及处理,并根据实时分析以及处理结果生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号。这样可以减少数据传输延迟,实现实时的数据处理和响应。通过在边缘设备上进行计算和推断,可以快速地对视觉数据进行分析 and 处理,满足实时应用场景的需求。



1. 一种用于机器视觉的边缘计算方法,其特征在于,所述方法包括:

通过视觉设备对视觉数据进行采集,并将采集到的视觉数据通过网络传输至边缘设备;

边缘设备对接收到的所述视觉数据进行预处理并分析机器视觉任务,根据机器视觉任务的特点,将所述机器视觉任务分解为多个子任务,并对子任务进行特征提取;

通过边缘设备上的机器视觉模型,对进行特征提取后的子任务进行实时分析以及处理,并根据实时分析以及处理结果生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号;

边缘设备将生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号发送到云平台,云平台对接收到的信息进行处理和分析,并生成相应的反馈信息;

云平台将反馈信息传输回边缘设备,边缘设备根据反馈信息采取相应的操作或行为,并传递给执行设备或系统。

2. 根据权利要求1所述一种用于机器视觉的边缘计算方法,其特征在于,所述视觉设备包括摄像头以及传感器;所述视觉数据包括图像数据以及视频数据。

3. 根据权利要求1所述一种用于机器视觉的边缘计算方法,其特征在于,所述边缘设备对接收到的所述视觉数据进行预处理并分析机器视觉任务,根据机器视觉任务的特点,将所述机器视觉任务分解为多个子任务,并对子任务进行特征提取;所述子任务包括:目标检测任务、图像分类任务、人脸识别任务以及图像分割任务;所述对子任务进行特征提取包括:

所述目标检测任务通过使用边界框确定图像中物体的位置,并对检测到的物体进行分类,确定物体的类别,并跟踪物体在连续帧中的位置和运动轨迹;

所述图像分类任务通过卷积神经网络从图像中提取特征,设计并训练分类器模型,将提取的特征与预定义类别进行匹配,获得图像分类结果;

所述人脸识别任务通过检测图像或视频中的人脸,确定人脸的位置,并对检测到的人脸进行对齐操作;并通过深度学习算法提取人脸图像中的特征向量;将提取到的特征向量与数据库中的人脸特征进行匹配,确定身份或进行验证/辨识;

所述图像分割任务通过将图像中的每个像素分配到不同的语义类别,并在像素级别上同时对不同物体进行分割和标注,获得对图像中多个物体的准确分割结果。

4. 根据权利要求3所述一种用于机器视觉的边缘计算方法,其特征在于,通过并行处理方法对子任务进行特征提取,所述方法包括:

将机器视觉任务分解为多个子任务;

根据任务划分,视觉数据分解为多个数据块,并根据可用并行计算资源和任务复杂性确定数据块的大小和数量;

通过使用任务调度算法根据计算单元的性能和任务复杂性将数据块平均分配给并行计算单元;

所述并行计算单元通过卷积神经网络对分配的数据块进行处理并进行特征提取;

当所有所述并行计算单元完成特征提取后,通过特征融合算法,将生成的特征合并为整体特征;

并根据具体任务需求,对整体特征进行进一步处理,所述下一步处理包括降维、归一化以及校准。

5. 根据权利要求1所述一种用于机器视觉的边缘计算方法,其特征在于,所述通过边缘设备上的机器视觉模型,对进行特征提取后的子任务进行实时分析以及处理,并根据实时分析以及处理结果生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号;包括:

将进行特征提取的子任务输入到相应的子任务模型中通过机器学习算法对特征提取的子任务进行实时分析和处理;

边缘设备可以根据预先定义的规则或策略生成相应的决策;

根据生成的决策,边缘设备生成相应的控制指令,所述控制指令用于控制相关设备或执行具体的操作;

基于特定事件发生或检测到特定目标,边缘设备生成相应的事件触发信号。

6. 根据权利要求1所述一种用于机器视觉的边缘计算方法,其特征在于,所述边缘设备将生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号发送到云平台,云平台对接收到的信息进行处理和分析,并生成相应的反馈信息;包括:

云平台接收来自边缘设备的决策、控制指令和事件触发信号,并将其存储在数据结构中;

云平台对接收到的数据进行解析,根据预定的格式和协议提取相关信息;根据不同的数据类型,通过机器学习算法对决策结果进行分析和预测;

基于数据解析和处理的结果,云平台可以生成相应的反馈信息。

7. 根据权利要求6所述一种用于机器视觉的边缘计算方法,其特征在于,所述反馈信息包括状态更新、控制指令确认、事件触发信号确认、决策结果反馈以及数据分析报道。

8. 根据权利要求6所述一种用于机器视觉的边缘计算方法,其特征在于,云平台接收来自边缘设备的决策、控制指令和事件触发信号,并将其存储在数据结构中;包括:

确定要将数据分段存储的时间段,并从接收到的决策、控制指令和事件触发信号中获取数据的时间戳;

为每个时间段创建一个存储结构,所述存储结构包括数据库表格、文件夹以及文件;

通过对时间戳与时间段的起始时间和结束时间进行比较,将接收到的数据根据其时间戳分配到对应的时间段中;

将归类到相应时间段的数据存储到对应的存储结构中。

9. 一种用于机器视觉的边缘计算装置,其特征在于,所述装置包括:

数据采集模块:通过视觉设备对视觉数据进行采集,并将采集到的视觉数据通过网络传输至边缘设备;

特征提取模块:边缘设备对接收到的所述视觉数据进行预处理并分析机器视觉任务,根据机器视觉任务的特点,将所述机器视觉任务分解为多个子任务,并对子任务进行特征提取;

分析处理模块:通过边缘设备上的机器视觉模型,对进行特征提取后的子任务进行实时分析以及处理,并根据实时分析以及处理结果生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号;

信息生成模块:边缘设备将生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号发送到云平台,云平台对接收到的信息进行处理和分析,并生成相应的反馈信息;

指令传递模块:云平台将反馈信息传输回边缘设备,边缘设备根据反馈信息采取相应

的操作或行为,并传递给执行设备或系统。

10.一种存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,该程序被处理器执行,以实现如权利要求1-8中任一所述的用于机器视觉的边缘计算方法。

一种用于机器视觉的边缘计算方法、装置及存储介质

技术领域

[0001] 本发明提出了一种用于机器视觉的边缘计算方法、装置及存储介质,属于机器视觉以及边缘计算技术领域。

背景技术

[0002] 机器视觉是一门涉及人工智能、计算机科学和工程领域的学科,旨在研究如何使用机器模拟人的视觉功能。机器视觉系统可以通过图像采集、图像处理和图像解释来实现对现实世界的感知、识别和理解。

[0003] 边缘计算是一种在靠近物或数据源头的一侧,采用网络、计算、存储、应用核心能力为一体的开放平台,就近提供最近端服务的计算模式。应用程序在边缘侧发起,产生更快的网络服务响应,满足行业在实时业务、应用智能、安全与隐私保护等方面的基本需求。边缘计算处于物理实体和工业连接之间,或处于物理实体的顶端。而云端计算,仍然可以访问边缘计算的历史数据。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种用于机器视觉的边缘计算方法、装置及存储介质,用以解决传统的机器视觉任务处理依赖云平台,造成处理效率低下,并且增加云平台的负载以及网络带宽消耗的问题:

[0005] 本发明提出的一种用于机器视觉的边缘计算方法,所述方法包括:

[0006] S1:通过视觉设备对视觉数据进行采集,并将采集到的视觉数据通过网络传输至边缘设备;

[0007] S2:边缘设备对接收到的所述视觉数据进行预处理并分析机器视觉任务,根据机器视觉任务的特点,将所述机器视觉任务分解为多个子任务,并对子任务进行特征提取;

[0008] S3:通过边缘设备上的机器视觉模型,对进行特征提取后的子任务进行实时分析以及处理,并根据实时分析以及处理结果生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号;

[0009] S4:边缘设备将生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号发送到云平台,云平台对接收到的信息进行处理和分析,并生成相应的反馈信息;

[0010] S5:云平台将反馈信息传输回边缘设备,边缘设备根据反馈信息采取相应的操作或行为,并传递给执行设备或系统。

[0011] 进一步的,所述视觉设备包括摄像头以及传感器;所述视觉数据包括图像数据以及视频数据。

[0012] 进一步的,所述边缘设备对接收到的所述视觉数据进行预处理并分析机器视觉任务,根据机器视觉任务的特点,将所述机器视觉任务分解为多个子任务,并对子任务进行特征提取;所述子任务包括:目标检测任务、图像分类任务、人脸识别任务以及图像分割任务;所述对子任务进行特征提取包括:

[0013] 所述目标检测任务通过使用边界框确定图像中物体的位置,并对检测到的物体进

行分类,确定物体的类别,并跟踪物体在连续帧中的位置和运动轨迹;

[0014] 所述图像分类任务通过卷积神经网络从图像中提取有的特征,设计并训练分类器模型,将提取的特征与预定义的类别进行匹配,获得图像分类结果;

[0015] 所述人脸识别任务通过检测图像或视频中的人脸,确定人脸的位置,并对检测到的人脸进行对齐操作;并通过深度学习算法提取人脸图像中的特征向量;将提取到的特征向量与数据库中的人脸特征进行匹配,确定身份或进行验证/辨识;

[0016] 所述图像分割任务通过将图像中的每个像素分配到不同的语义类别,并在像素级别上同时对不同物体进行分割和标注,获得对图像中多个物体的准确分割结果。

[0017] 进一步的,通过并行处理方法对子任务进行特征提取,所述方法包括:

[0018] 将机器视觉任务分解为多个子任务;

[0019] 根据任务划分,视觉数据分解为多个数据块,并根据可用并行计算资源和任务复杂性确定数据块的大小和数量;

[0020] 通过使用任务调度算法根据计算单元的性能和任务复杂性将数据块平均分配给并行计算单元;

[0021] 所述并行计算单元通过卷积神经网络对分配的数据块进行处理并进行特征提取;

[0022] 当所有所述并行计算单元完成特征提取后,通过特征融合算法,将生成的特征合并为整体特征;

[0023] 并根据具体任务需求,对整体特征进行进一步处理,所述下一步处理包括降维、归一化以及校准。

[0024] 进一步的,所述通过边缘设备上的机器视觉模型,对进行特征提取后的子任务进行实时分析以及处理,并根据实时分析以及处理结果生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号;包括:

[0025] S31:将进行特征提取的子任务输入到相应的子任务模型中通过机器学习算法对特征提取的子任务进行实时分析和处理;

[0026] S32:边缘设备可以根据预先定义的规则或策略生成相应的决策;

[0027] S33:根据生成的决策,边缘设备生成相应的控制指令,所述控制指令用于控制相关设备或执行具体的操作;

[0028] S34:基于特定事件发生或检测到特定目标,边缘设备生成相应的事件触发信号。

[0029] 进一步的,所述边缘设备将生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号发送到云平台,云平台对接收到的信息进行处理和分析,并生成相应的反馈信息;包括:

[0030] S41:云平台接收来自边缘设备的决策、控制指令和事件触发信号,并将其存储在数据结构中;

[0031] S42:云平台对接收到的数据进行解析,根据预定的格式和协议提取相关信息;根据不同的数据类型,通过机器学习算法对决策结果进行分析和预测;

[0032] S43:基于数据解析和处理的结果,云平台可以生成相应的反馈信息。

[0033] 进一步的,所述反馈信息包括状态更新、控制指令确认、事件触发信号确认、决策结果反馈以及数据分析报道。

[0034] 进一步的,云平台接收来自边缘设备的决策、控制指令和事件触发信号,并将其存储在数据结构中;包括:

[0035] S411:确定要将数据分段存储的时间段,并从接收到的决策、控制指令和事件触发信号中获取数据的时间戳;

[0036] S412:为每个时间段创建一个存储结构,所述存储结构包括数据库表格、文件夹以及文件;

[0037] S413:通过对时间戳与时间段的起始时间和结束时间进行比较,将接收到的数据根据其时间戳分配到对应的时间段中;

[0038] S414:将归类到相应时间段的数据存储到对应的存储结构中。

[0039] 本发明提出的一种用于机器视觉的边缘计算装置,所述装置包括:

[0040] 数据采集模块:通过视觉设备对视觉数据进行采集,并将采集到的视觉数据通过网络传输至边缘设备;

[0041] 特征提取模块:边缘设备对接收到的所述视觉数据进行预处理并分析机器视觉任务,根据机器视觉任务的特点,将所述机器视觉任务分解为多个子任务,并对子任务进行特征提取;

[0042] 分析处理模块:通过边缘设备上的机器视觉模型,对进行特征提取后的子任务进行实时分析以及处理,并根据实时分析以及处理结果生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号;

[0043] 信息生成模块:边缘设备将生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号发送到云平台,云平台对接收到的信息进行处理和分析,并生成相应的反馈信息;

[0044] 指令传递模块:云平台将反馈信息传输回边缘设备,边缘设备根据反馈信息采取相应的操作或行为,并传递给执行设备或系统。

[0045] 本发明提出的一种存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行,以实现如上述任一所述的用于机器视觉的边缘计算方法。

[0046] 本发明有益效果:边缘计算将机器视觉任务的处理推向离数据源更近的边缘设备。这样可以减少数据传输延迟,实现实时的数据处理和响应。通过在边缘设备上进行计算和推断,可以快速地对视觉数据进行处理,满足实时应用场景的需求;边缘计算方法将数据处理和存储移动到边缘设备上,减少了将敏感数据传输到云平台的需求;减少了数据传输过程中的隐私风险,并提高了数据的安全性。通过在本地进行计算,可以更好地保护数据的隐私和完整性;边缘计算将一部分计算任务从云端转移到边缘设备上处理,减轻了云平台的负载和数据传输的网络压力。只有需要传输和存储的关键数据被发送到云端,有效减少了数据传输量和云端计算资源的占用,提高了整体系统的效率;边缘计算方法允许边缘设备在断网或无法连接到云平台时仍然能够进行部分的机器视觉任务处理;提供了离线工作的能力,并增加了系统的容错性。通过在边缘设备上实现一定程度的智能,可以减少对网络连接的依赖性,确保系统的稳定性和可靠性;边缘计算可以减少对云计算资源的需求,从而降低了成本。将数据处理和存储移动到边缘设备上,可以节省云端计算服务的费用,并通过更高效的本地计算实现更好的性价比。此外,边缘计算还可以减少数据传输所需的带宽消耗和网络通信成本。

附图说明

[0047] 图1为本发明所述一种用于机器视觉的边缘计算方法步骤图。

具体实施方式

[0048] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点,下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细描述。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0049] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,所描述的实施例仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0050] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本发明。

[0051] 本发明的一个实施例,本发明提出的一种用于机器视觉的边缘计算方法,所述方法包括:

[0052] S1:通过视觉设备对视觉数据进行采集,并将采集到的视觉数据通过网络传输至边缘设备;所述视觉设备包括摄像头以及传感器;所述视觉数据包括图像数据以及视频数据。其中,网络传输时间计算公式为:

$$[0053] \quad T = \left[\sum_{j=1}^n L_j \right]^{-1} \times (1 - C_n) Y_n, \quad T \leq t - n d$$

[0054] 其中,Y为所述视觉设备的额定传输速率,C为所述视觉设备在每个子信道上的总数据传输速率,L为在数据传输时所述视觉设备在子信道j的数据传输速率,n为子信道数量,t为边缘设备的运行时间周期,d为子信道增益。

[0055] S2:边缘设备对接收到的所述视觉数据进行预处理并分析机器视觉任务,根据机器视觉任务的特点,将所述机器视觉任务分解为多个子任务,并对子任务进行特征提取;所述预处理包括图像数据预处理以及视频数据预处理;对接收到的图像数据进行预处理。预处理可以包括去噪、图像增强、尺寸调整等操作,以提高后续任务的准确性和效果。对接收到的视频数据进行预处理。预处理可以包括帧率控制、视频压缩、关键帧提取等操作,以满足实时处理和节省资源的需求。所述特点包括多样性,复杂性、实时性、数据量大、非结构化数据以及鲁棒性。

[0056] S3:通过边缘设备上的机器视觉模型,对进行特征提取后的子任务进行实时分析以及处理,并根据实时分析以及处理结果生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号;

[0057] S4:边缘设备将生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号发送到云平台,云平台对接收到的信息进行处理和分析,并生成相应的反馈信息;

[0058] S5:云平台将反馈信息传输回边缘设备,边缘设备根据反馈信息采取相应的操作或行为,并传递给执行设备或系统。所述操作或行为包括设备控制以及任务调整;边缘设备可以根据云平台提供的反馈信息执行设备的控制操作。例如,根据控制指令确认,边缘设备可以打开、关闭或调整相机参数和传感器设置。任务调整:根据云平台的决策结果反馈和状态更新,边缘设备可以调整当前任务的执行方式和优先级。例如,根据目标检测任务的结果,边缘设备可以调整图像分类任务的执行策略。

[0059] 上述技术方案的工作原理为:视觉设备(如摄像头和传感器)负责采集图像数据和视频数据,并通过网络传输将数据发送到边缘设备;边缘设备对接收到的视觉数据进行预

处理。对图像数据进行预处理,如去噪、图像增强和尺寸调整等操作,以提高后续任务的准确性和效果。对视频数据进行预处理,如帧率控制、视频压缩和关键帧提取等操作,以满足实时处理和节省资源的需求;使用边缘设备上的机器视觉模型对预处理后的数据进行特征提取。根据机器视觉任务的特点,将任务分解为多个子任务,并对每个子任务进行特征提取;包括目标检测、分类、分割等多种任务;通过机器视觉模型对子任务进行实时分析和处理。模型会对提取到的特征进行进一步的计算和推断,以获得具体的分析结果。包括目标识别、对象跟踪、异常检测、行为识别等;根据实时分析和处理结果,边缘设备生成相应的决策、控制指令和事件触发信号。这些信息可以用于设备控制、任务调整或与其他系统进行交互。边缘设备将生成的信息发送到云平台;云平台接收边缘设备发送的信息,并进行处理和分析。通过对数据的进一步分析,云平台生成相应的反馈信息,如设备控制指令、任务优化建议等;边缘设备接收来自云平台的反馈信息,并根据其中的指令和建议执行相应的操作或行为;包括设备控制,如调整相机参数或传感器设置,以及任务调整,如根据目标检测结果调整任务执行策略。

[0060] 上述技术方案的效果为:通过将视觉数据采集、预处理和分析任务放在边缘设备上完成,可以实现实时的机器视觉处理;减少了数据传输延迟,并使得对视觉数据的分析和决策能够更快速地响应;通过边缘设备上进行视觉数据的预处理、特征提取和部分分析任务,可以减少对云平台的计算资源和带宽需求。只需要将关键信息和决策结果传输到云平台,减少了大量的数据传输和计算成本;由于视觉数据处理主要在边缘设备上进行,减少了对网络连接的依赖。即使在网络不稳定或断开的情况下,边缘设备仍能进行一定程度的视觉分析和决策,提高了系统的鲁棒性;通过在边缘设备上进行数据处理和决策,可以减少对敏感数据的传输,从而提高隐私保护的能力。重要的数据可以在设备本地进行处理,只有必要的结果传输到云平台,降低了数据泄露和隐私风险;云平台生成的反馈信息可以帮助边缘设备进行设备控制和任务调整。根据云平台的决策结果和状态更新,边缘设备可以自动调整当前任务的执行方式和优先级,从而实现更灵活、智能的系统操作。通过上述公式可以根据视觉设备的传输速率、数据传输速率以及子信道数量和增益等参数,计算网络传输时间。这样能够优化数据传输的时间,提高实时性和响应速度,并确保传输时间在边缘设备的可用时间范围内。同时,公式具有可伸缩性和适应性,可以根据具体需求进行调整和定制,适用于不同的网络环境和设备要求。同时,通过计算公式中的各个参数,可以根据视觉设备的额定传输速率 Y 、每个子信道上的总数据传输速率 C 以及在每个子信道上的数据传输速率 L ,来计算网络传输时间 T 。这样可以优化数据传输的时间,提高数据的实时性和响应速度;公式中的子信道数量 n 和子信道增益 d 的存在使得可以对传输时间进行更精确的计算。子信道的数量和增益是网络结构和环境的重要因素,通过考虑这些参数,可以更好地调整传输策略和资源分配,以达到最佳的传输时间;公式中的边缘设备运行时间周期 t 的限制条件 $T \leq t - nd$,保证了传输时间不超过边缘设备的可用时间。这样可以确保在有限的时间内完成数据传输,避免传输时间过长而导致任务执行延迟或失败;由于公式中的各个参数均可根据具体情况进行调整,例如子信道数量和增益的设置,该公式具有良好的可伸缩性和适应性。可以根据不同的网络环境和设备要求进行定制,以满足不同场景下的传输需求。

[0061] 本发明的一个实施例,所述边缘设备对接收到的所述视觉数据进行预处理并分析机器视觉任务,根据机器视觉任务的特点,将所述机器视觉任务分解为多个子任务,并对子

任务进行特征提取;所述子任务包括:目标检测任务、图像分类任务、人脸识别任务以及图像分割任务;所述对子任务进行特征提取包括:

[0062] 所述目标检测任务通过使用边界框确定图像中物体的位置,并对检测到的物体进行分类,确定物体的类别,并跟踪物体在连续帧中的位置和运动轨迹;

[0063] 所述图像分类任务通过卷积神经网络从图像中提取特征,设计并训练分类器模型,将提取的特征与预定义的类别进行匹配,获得图像分类结果;

[0064] 所述人脸识别任务通过检测图像或视频中的人脸,确定人脸的位置,并对检测到的人脸进行对齐操作,使得不同人脸之间具有一致的空间关系;并通过深度学习算法提取人脸图像中的特征向量;将提取到的特征向量与数据库中的人脸特征进行匹配,确定身份或进行验证/辨识;

[0065] 所述图像分割任务通过将图像中的每个像素分配到不同的语义类别,并在像素级别上同时对不同物体进行分割和标注,获得对图像中多个物体的准确分割结果。

[0066] 上述技术方案的工作原理为:边缘设备接收到视觉数据后,首先对数据进行预处理操作。这包括图像数据的去噪、增强和尺寸调整,以及视频数据的帧率控制、压缩和关键帧提取。然后,根据机器视觉任务的特点,将任务分解为目标检测、图像分类、人脸识别和图像分割等子任务;对于目标检测任务,边缘设备使用相应的算法和模型,如基于卷积神经网络(CNN)的目标检测模型,通过边界框确定图像中物体的位置,并对检测到的物体进行分类,确定物体的类别。同时,可以通过跟踪算法在连续帧中追踪物体的位置和运动轨迹;图像分类任务使用卷积神经网络从图像中提取有代表性的特征。边缘设备设计并训练了适用于图像分类的分类器模型,该模型将提取的特征与预定义的类别进行匹配,从而获得图像的分类结果;人脸识别任务涉及人脸的检测、对齐和特征提取。边缘设备使用人脸检测算法确定图像中的人脸位置,并进行对齐操作,以使得不同人脸之间具有一致的空间关系。然后,通过深度学习算法提取人脸图像中的特征向量。最后,将提取到的特征向量与数据库中的人脸特征进行匹配,从而确定身份或进行验证/辨识;图像分割任务旨在将图像中的每个像素分配到不同的语义类别,并同时同时对不同物体进行准确的分割和标注。边缘设备使用分割算法,如基于卷积神经网络(CNN)的分割模型,对图像进行像素级别的分割操作,从而获得对图像中多个物体的准确分割结果。

[0067] 上述技术方案的效果为:通过将机器视觉任务分解为多个子任务,边缘设备可以同时处理目标检测、图像分类、人脸识别和图像分割等不同类型的任务。这使得边缘设备能够满足多样化的应用需求,从而实现更丰富和全面的机器视觉功能;针对每个子任务,边缘设备使用相应的算法和模型进行特征提取。目标检测任务通过边界框确定物体位置和分类,图像分类任务通过卷积神经网络提取有代表性的图像特征,人脸识别任务通过对齐和深度学习算法提取人脸特征向量,图像分割任务在像素级别上进行物体分割和标注。这样的特征提取过程能够提高任务的准确性和效果;通过在边缘设备上进行预处理和任务分解,减少了数据传输到云平台的时间和资源消耗。边缘设备可以实时地进行特征提取和任务分析,使得机器视觉应用能够以更快的速度响应和处理视觉数据,降低了延迟,并提高了实时性;边缘设备对视觉数据进行预处理和部分任务分析,只将关键的信息和决策结果发送到云平台;减少了对云平台的数据传输和计算资源需求,降低了云平台的压力和成本;通过在边缘设备上进行部分数据处理和任务分析,敏感的视觉数据可以局部处理而不必传输

到云平台;有助于保护用户的隐私和数据安全。

[0068] 本发明的一个实施例,通过并行处理方法对子任务进行特征提取,所述方法包括:

[0069] 将机器视觉任务分解为多个子任务;

[0070] 根据任务划分,视觉数据分解为多个数据块,并根据可用并行计算资源和任务复杂性确定数据块的大小和数量;所述数据块的数量计算公式为:其中所述数据块数量S的计算公式为:

$$[0071] \quad S = [(k^{-1} \times P) - F]^{-1} \times H \times E,$$

[0072] 其中,数据记录数为H,平均记录大小为E,可用计算资源为K,最大并行数为P,留出的内存量为F。

[0073] 通过使用任务调度算法根据计算单元的性能和任务复杂性将数据块平均分配给并行计算单元;

[0074] 所述并行计算单元通过卷积神经网络对分配的数据块进行处理并进行特征提取;

[0075] 当所有所述并行计算单元完成特征提取后,通过特征融合算法,将生成的特征合并为整体特征;

[0076] 并根据具体任务需求,对整体特征进行进一步处理,所述下一步处理包括降维、归一化以及校准。

[0077] 上述技术方案的工作原理为:首先,将机器视觉任务分解为多个子任务。然后,根据任务划分,将输入的视觉数据分解为多个数据块。根据可用的并行计算资源和任务的复杂性,确定数据块的大小和数量。具体的确定方法包括:

[0078] 并行计算资源限制:如果边缘设备具有多个CPU内核或GPU,可以根据可用的计算资源来确定数据块的大小和数量。例如,如果有4个CPU内核可用,可以将数据集划分为4个块,每个块由一个CPU内核处理。

[0079] 任务复杂性:任务的复杂性对数据块大小和数量的确定也有影响。如果任务非常复杂,处理一个大数据块可能会导致计算时间很长,而导致其他计算单元处于闲置状态。在这种情况下,可以将数据块细分为更小的子块,以便更好地利用并行计算资源,提高任务的整体处理效率。

[0080] 数据生成速度:如果数据生成的速度较快,并且需要实时处理,那么应该将数据块的大小和数量设置为可以快速处理的级别。这样可以确保在计算完成之前新的数据块会到达,以确保实时性。例如,在图像分类任务中,假设边缘设备具有8个CPU内核可用,并且任务要处理1000张图像。如果每个图像的处理时间是均匀的,可以将数据集划分为8个数据块,每个数据块包含125张图像。这样,每个CPU内核负责处理一个数据块,可以同时处理8个图像,提高处理速度。然而,如果任务中一些图像比其他图像更复杂且需要更长的处理时间,可以根据图像的复杂性将数据块进一步细分。例如,可以将数据集划分为16个数据块,每个数据块包含62.5张图像。这样,在处理时间较长的图像时,可以将计算资源更细分以快速处理。

[0081] 使用任务调度算法,将数据块平均分配给可用的并行计算单元。每个并行计算单元使用卷积神经网络等算法对分配到的数据块进行处理,并进行特征提取操作。具体的任务调度算法包括:

[0082] 轮转调度算法:按照计算单元的顺序将数据块逐个分配给不同的计算单元。这样

可以确保每个计算单元都能平均地接收到数据块,从而实现负载均衡。例如,假设有4个CPU内核和16个数据块,轮转调度算法会将前4个数据块分别分配给第1个、第2个、第3个和第4个CPU内核,然后继续循环分配剩余的数据块。

[0083] 最短作业优先调度算法:根据每个数据块的处理时间,将数据块分配给处理时间最短的计算单元。这样可以最大程度地减少任务的总体处理时间。例如,假设有4个CPU内核和8个数据块,每个数据块的处理时间分别为2、4、6、8、10、12、14和16个时间单位,最短作业优先调度算法会将前4个数据块分别分配给处理时间最短的4个CPU内核。

[0084] 动态调度算法:根据计算单元的实时性能和任务复杂性,动态地调整数据块的分配。例如,可以基于计算单元的实时负载情况和任务复杂性,将负载较低的计算单元分配给复杂性较高的数据块,以充分利用计算资源。这种调度算法可以提高整体的并行计算效率。

[0085] 当所有并行计算单元完成特征提取后,生成的特征需要进行融合。通过特征融合算法,将各个计算单元生成的特征合并为整体特征。这样可以保留每个数据块的特征信息,并综合考虑多个并行计算单元的结果。

[0086] 进一步处理:根据具体任务需求,对整体特征进行进一步处理。这可能包括降维操作,减少特征的维度;归一化操作,将特征值映射到固定的范围;以及校准操作,对特征进行调整以满足特定的任务要求。

[0087] 上述技术方案的效果为:通过并行处理方法,同时对多个数据块进行特征提取,充分利用可用的计算资源。这样可以提高特征提取的效率,加快任务处理速度;通过任务划分和数据分块,将计算任务平均分配给可用的并行计算单元。根据计算单元的性能和任务复杂性,合理分配数据块,从而最大化地利用并行计算资源,提高整体系统的处理能力;通过特征融合算法,将多个并行计算单元生成的特征合并为整体特征。这样可以综合考虑多个计算单元的结果,在保留各自特征信息的同时,得到更准确和全面的特征表示;根据具体任务需求,对整体特征进行进一步处理。这包括降维操作,减少特征的维度;归一化操作,将特征值映射到固定的范围;以及校准操作,对特征进行调整以满足特定的任务要求。这样可以任务的具体需求进行灵活的特征处理,优化任务的执行效果。通过上述公式可以根据可用并行计算资源和任务复杂性合理划分视觉数据为多个数据块,并确定其大小和数量。这样能够最大程度地利用计算资源,优化任务的并行性,提高系统的处理效率和性能,并保证数据的平衡性和局部性,提高任务的执行效果。同时,通过计算公式中的可用计算资源 K 和最大并行数 P ,可以根据系统的硬件配置和资源限制来确定数据块的数量;可以确保计算资源的合理利用,提高处理效率和性能;通过确定数据块的大小和数量,可以根据任务复杂性和可用并行计算资源来优化任务的并行性。根据公式中的参数调整,可以在合理的范围内平衡数据块的数量和任务的并行度,以获得最佳的处理效果;考虑到计算资源和内存的限制,公式中的留出的内存量 F 可以提供给系统进行其他操作和缓冲区管理。通过合理地设置 F 的值,可以防止系统因资源不足而导致的性能下降和错误;根据公式中的数据记录数 H 和平均记录大小 E ,可以对数据进行平衡划分和管理;可以保证数据块的大小适中,以满足任务处理的需求,并充分利用数据的局部性,减少数据访问的开销。

[0088] 本发明的一个实施例,所述通过边缘设备上的机器视觉模型,对进行特征提取后的子任务进行实时分析以及处理,并根据实时分析以及处理结果生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号;包括:

[0089] S31:将进行特征提取的子任务输入到相应的子任务模型中通过机器学习算法对特征提取的子任务进行实时分析和处理;

[0090] S32:边缘设备可以根据预先定义的规则或策略生成相应的决策;

[0091] S33:根据生成的决策,边缘设备生成相应的控制指令,所述控制指令用于控制相关设备或执行具体的操作;

[0092] S34:基于特定事件发生或检测到特定目标,边缘设备生成相应的事件触发信号。

[0093] 上述技术方案的工作原理为:将经过预处理和特征提取的子任务输入到相应的机器视觉模型中。这些模型使用机器学习算法对特征进行实时分析和处理。模型可以是经过训练的深度学习模型,如卷积神经网络(CNN)或循环神经网络(RNN),用于目标检测、图像分类、人脸识别等任务。通过对特征进行计算和推断,模型生成实时的分析结果;根据实时分析和处理结果,边缘设备可以根据预先定义的规则或策略生成相应的决策。这些规则或策略可以基于特定的应用需求或任务目标。例如,在目标检测任务中,根据检测到的物体类型和位置,边缘设备可以判断是否需要采取进一步的行动或决策;根据生成的决策,边缘设备生成相应的控制指令。控制指令可以用于控制相关设备或执行具体的操作。例如,在监控系统中,当检测到异常行为时,边缘设备可能会生成控制指令,要求相机进行聚焦或跟踪特定目标;基于特定事件的发生或检测到特定目标,边缘设备生成相应的事件触发信号。这些信号可以用于触发后续的处理流程或通知其他系统进行相应的操作。例如,在安防系统中,当检测到入侵行为时,边缘设备可以生成事件触发信号,通知报警系统进行响应。

[0094] 上述技术方案的效果为:通过在边缘设备上运行机器视觉模型,对进行特征提取后的子任务进行实时分析和处理。这可以大大减少响应时间,并使系统能够及时对感知到的视觉数据做出反应;边缘设备可以根据预先定义的规则或策略生成相应的决策。这样可以在不需要云端参与的情况下,根据实时分析结果做出快速、准确的决策。同时,规则和策略的定义可根据具体应用场景进行定制,以满足不同需求;根据生成的决策,边缘设备可以生成相应的控制指令,用于控制相关设备或执行具体的操作。这使得边缘设备具备了对外围环境和设备的实时反馈和控制能力,可以根据需要主动调整和控制其行为;基于特定事件发生或检测到特定目标,边缘设备可以生成相应的事件触发信号。这些信号可以用于触发后续的处理流程、通知其他系统进行相应操作,或触发报警和紧急响应机制。这提高了系统的实时性和事件处理能力。

[0095] 本发明的一个实施例,所述边缘设备将生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号发送到云平台,云平台对接收到的信息进行处理和分析,并生成相应的反馈信息;包括:

[0096] S41:云平台接收来自边缘设备的决策、控制指令和事件触发信号,并将其存储在数据结构中;

[0097] S42:云平台对接收到的数据进行解析,根据预定的格式和协议提取相关信息;根据不同的数据类型,通过机器学习算法对决策结果进行分析和预测;

[0098] S43:基于数据解析和处理的结果,云平台可以生成相应的反馈信息;所述反馈信息包括状态更新、控制指令确认、事件触发信号确认、决策结果反馈以及数据分析报道。具体的:

[0099] 状态更新:根据数据分析结果,云平台可以生成状态更新信息,通知边缘设备任务

执行情况、进度及结果。例如,告知边缘设备特定目标是否已成功识别或检测。

[0100] 控制指令确认:云平台可以对边缘设备发送的控制指令进行确认回复,以确保指令已被接收并开始执行。边缘设备可以得到反馈,并根据确认信息进行相应调整。

[0101] 事件触发信号确认:如果边缘设备通过事件触发信号通知云平台发生了特定事件,云平台可以进行确认回复,表示已收到该信号并根据事件进行进一步处理。例如,在安防系统中,边缘设备发送入侵警报信号,云平台可以确认接收到该信号并发出警报通知相关人员。

[0102] 决策结果反馈:根据分析结果,云平台可以生成决策结果反馈,包括对分析结果的解读、评估和建议。例如,在智能交通系统中,云平台可以根据分析结果提供调整信号灯配时策略的建议。

[0103] 数据分析报告:云平台可以对边缘设备上产生的数据进行进一步分析,并生成详细的数据分析报告。这些报告可以包括统计数据、趋势分析、异常检测等,为决策者提供更全面和深入的视觉数据分析结果。

[0104] 上述技术方案的工作原理为:云平台接收来自边缘设备的决策、控制指令和事件触发信号,并将其存储在相应的数据结构中。这样可以确保数据的可靠性和完整性,为后续的处理和分析提供基础;云平台对接收到的数据进行解析,按照预定的格式和协议提取相关信息。例如,从决策中提取特定的操作指令,从事件触发信号中提取事件类型和相关参数。根据不同的数据类型,云平台使用机器学习算法对决策结果进行分析和预测,以便更好地理解数据的含义和影响;基于数据解析和处理的结果,云平台可以生成相应的反馈信息。这些反馈信息可能包括状态更新,用于向边缘设备报告任务执行情况;控制指令确认,确认已收到并执行相应的控制指令;事件触发信号确认,确认已收到并触发相应的事件处理;决策结果反馈,将云端分析和预测的结果发送回边缘设备进行参考;数据分析报道,提供关于数据分析和处理结果的详细报告。

[0105] 上述技术方案的效果为:通过将边缘设备生成的决策、控制指令和事件触发信号发送到云平台进行处理和分析,可以利用云平台强大的计算和存储资源来完成复杂的决策任务。云平台可以使用更为复杂和精确的机器学习算法对决策结果进行分析和预测,从而提供更准确、智能的决策;云平台能够接收并解析边缘设备发送的数据,根据预定义的格式和协议提取相关信息。通过机器学习算法对数据进行分析,可以提供更深入、全面的数据分析结果。云平台可以生成各种反馈信息,如状态更新、控制指令确认、事件触发信号确认、决策结果反馈以及数据分析报道,以满足不同应用场景的需求;通过将决策处理和数据分析任务交给云平台,可以充分利用云端的计算和存储资源,并降低边缘设备的负担。边缘设备可以专注于数据采集、预处理和初步分析,而云平台负责更复杂和计算密集的任务处理,实现边缘与云的协同工作。这样能够提高系统整体性能,减少边缘设备的能耗和资源消耗;云平台能够实时接收边缘设备发送的决策、控制指令和事件触发信号,并生成相应的反馈信息。这使得系统能够及时响应和处理边缘设备的请求,并支持远程管理和监控。云平台可以向边缘设备提供实时的状态更新、控制指令确认和决策结果反馈,帮助用户及时了解系统运行情况,并做出相应的调整和决策。

[0106] 本发明的一个实施例,云平台接收来自边缘设备的决策、控制指令和事件触发信号,并将其存储在数据结构中;包括:

[0107] S411:确定要将数据分段存储的时间段,并从接收到的决策、控制指令和事件触发信号中获取数据的时间戳;

[0108] S412:为每个时间段创建一个存储结构,所述存储结构包括数据库表格、文件夹以及文件;

[0109] S413:通过对时间戳与时间段的起始时间和结束时间进行比较,将接收到的数据根据其时间戳分配到对应的时间段中;

[0110] S414:将归类到相应时间段的数据存储到对应的存储结构中。

[0111] 上述技术方案的工作原理为:云平台确定要将数据分段存储的时间段,并从接收到的决策、控制指令和事件触发信号中获取数据的时间戳。这可以根据具体的需求和应用场景来确定,例如按小时、按天、按周等时间段进行存储;根据每个时间段创建一个相应的存储结构,这可以包括数据库表格、文件夹以及文件等。存储结构的创建可以根据不同的数据类型和存储需求进行定制,以确保数据的完整性和易于管理;通过对接收到的数据的时间戳与时间段的起始时间和结束时间进行比较,将数据根据其时间戳分配到对应的时间段中。这样可以将数据按照时间段进行归类 and 存储,方便后续的检索和管理;将归类到相应时间段的数据存储到对应的存储结构中。可以将决策、控制指令和事件触发信号等数据存储存储在数据库表格中,或将文件存储在相应的文件夹和文件中。

[0112] 上述技术方案的效果为:通过将接收到的决策、控制指令和事件触发信号存储在数据结构中,云平台能够对数据进行结构化和组织化。每个时间段对应一个存储结构,可以利用数据库表格、文件夹和文件等形式进行存储。这样可以方便地管理和查询数据,提高系统的可维护性和数据分析的效率;通过按时间段对数据进行存储和归类,云平台能够实现高效的数据检索和回溯。可以根据特定的时间范围快速定位和获取相应的数据,无需遍历整个数据集。这对于数据分析、故障排查和系统监控等任务非常有用,提高了数据的可用性和系统的响应速度;按时间段存储数据结构使得数据的管理和备份更加便利。不同时间段的数据可以独立存储,方便进行数据备份和恢复操作。同时,数据结构的创建可以结合备份策略,确保数据的安全性和可靠性;通过将数据存储存储在合适的数据结构中,可以提升系统的性能和扩展性。根据实际需求选择数据库、文件夹或文件等合适的存储方式,使得数据的读写操作更加高效和灵活。同时,根据时间段的划分,可以水平扩展存储结构,以满足大规模数据存储和处理的需求。

[0113] 本发明的一个实施例,一种用于机器视觉的边缘计算装置,所述装置包括:

[0114] 数据采集模块:通过视觉设备对视觉数据进行采集,并将采集到的视觉数据通过网络传输至边缘设备;所述视觉设备包括摄像头以及传感器;所述视觉数据包括图像数据以及视频数据。其中,网络传输时间计算公式为:

$$[0115] \quad T = \left[\sum_{j=1}^n L_j \right]^{-1} \times (1 - C_n) Y_n, \quad T \leq t - n d$$

[0116] 其中,Y为所述视觉设备的额定传输速率,C为所述视觉设备在每个子信道上的总数据传输速率,L为在数据传输时所述视觉设备在子信道j的数据传输速率,n为子信道数量,t为边缘设备的运行时间周期,d为子信道增益。

[0117] 特征提取模块:边缘设备对接收到的所述视觉数据进行预处理并分析机器视觉任务,根据机器视觉任务的特点,将所述机器视觉任务分解为多个子任务,并对子任务进行特

征提取;所述预处理包括图像数据预处理以及视频数据预处理;对接收到的图像数据进行预处理。预处理可以包括去噪、图像增强、尺寸调整等操作,以提高后续任务的准确性和效果。对接收到的视频数据进行预处理。预处理可以包括帧率控制、视频压缩、关键帧提取等操作,以满足实时处理和节省资源的需求。所述特点包括多样性,复杂性、实时性、数据量大、非结构化数据以及鲁棒性。

[0118] 分析处理模块:通过边缘设备上的机器视觉模型,对进行特征提取后的子任务进行实时分析以及处理,并根据实时分析以及处理结果生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号;

[0119] 信息生成模块:边缘设备将生成相应的决策、控制指令以及事件触发信号发送到云平台,云平台对接收到的信息进行处理和分析,并生成相应的反馈信息;所述反馈信息包括状态更新、控制指令确认、事件触发信号确认、决策结果反馈以及数据分析报道。

[0120] 指令传递模块:云平台将反馈信息传输回边缘设备,边缘设备根据反馈信息采取相应的操作或行为,并传递给执行设备或系统。

[0121] 上述技术方案的工作原理为:视觉设备(如摄像头和传感器)负责采集图像数据和视频数据,并通过网络传输将数据发送到边缘设备;边缘设备对接收到的视觉数据进行预处理。对图像数据进行预处理,如去噪、图像增强和尺寸调整等操作,以提高后续任务的准确性和效果。对视频数据进行预处理,如帧率控制、视频压缩和关键帧提取等操作,以满足实时处理和节省资源的需求;使用边缘设备上的机器视觉模型对预处理后的数据进行特征提取。根据机器视觉任务的特点,将任务分解为多个子任务,并对每个子任务进行特征提取;包括目标检测、分类、分割等多种任务;通过机器视觉模型对子任务进行实时分析和处理。模型会对提取到的特征进行进一步的计算和推断,以获得具体的分析结果。包括目标识别、对象跟踪、异常检测、行为识别等;根据实时分析和处理结果,边缘设备生成相应的决策、控制指令和事件触发信号。这些信息可以用于设备控制、任务调整或与其他系统进行交互。边缘设备将生成的信息发送到云平台;云平台接收边缘设备发送的信息,并进行处理和分析。通过对数据的进一步分析,云平台生成相应的反馈信息,如设备控制指令、任务优化建议等;边缘设备接收来自云平台的反馈信息,并根据其中的指令和建议执行相应的操作或行为;包括设备控制,如调整相机参数或传感器设置,以及任务调整,如根据目标检测结果调整任务执行策略。

[0122] 上述技术方案的效果为:通过将视觉数据采集、预处理和分析任务放在边缘设备上完成,可以实现实时的机器视觉处理;减少了数据传输延迟,并使得对视觉数据的分析和决策能够更快速地响应;通过边缘设备上进行视觉数据的预处理、特征提取和部分分析任务,可以减少对云平台的计算资源和带宽需求。只需要将关键信息和决策结果传输到云平台,减少了大量的数据传输和计算成本;由于视觉数据处理主要在边缘设备上进行,减少了对网络连接的依赖。即使在网络不稳定或断开的情况下,边缘设备仍能进行一定程度的视觉分析和决策,提高了系统的鲁棒性;通过在边缘设备上进行数据处理和决策,可以减少对敏感数据的传输,从而提高隐私保护的能力。重要的数据可以在设备本地进行处理,只有必要的结果传输到云平台,降低了数据泄露和隐私风险;云平台生成的反馈信息可以帮助边缘设备进行设备控制和任务调整。根据云平台的决策结果和状态更新,边缘设备可以自动调整当前任务的执行方式和优先级,从而实现更灵活、智能的系统操作。通过上述公式可以

根据视觉设备的传输速率、数据传输速率以及子信道数量和增益等参数,计算网络传输时间。这样能够优化数据传输的时间,提高实时性和响应速度,并确保传输时间在边缘设备的可用时间范围内。同时,公式具有可伸缩性和适应性,可以根据具体需求进行调整和定制,适用于不同的网络环境和设备要求。同时,通过计算公式中的各个参数,可以根据视觉设备的额定传输速率 Y 、每个子信道上的总数据传输速率 C 以及在每个子信道上的数据传输速率 L ,来计算网络传输时间 T 。这样可以优化数据传输的时间,提高数据的实时性和响应速度;公式中的子信道数量 n 和子信道增益 d 的存在使得可以对传输时间进行更精确的计算。子信道的数量和增益是网络结构和环境的重要因素,通过考虑这些参数,可以更好地调整传输策略和资源分配,以达到最佳的传输时间;公式中的边缘设备运行时间周期 t 的限制条件 $T \leq t - nd$,保证了传输时间不超过边缘设备的可用时间。这样可以确保在有限的时间内完成数据传输,避免传输时间过长而导致任务执行延迟或失败;由于公式中的各个参数均可根据具体情况进行调整,例如子信道数量和增益的设置,该公式具有良好的可伸缩性和适应性。可以根据不同的网络环境和设备要求进行定制,以满足不同场景下的传输需求。

[0123] 本发明的一个实施例,一种存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行,以实现如上述任一所述的用于机器视觉的边缘计算方法。

[0124] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

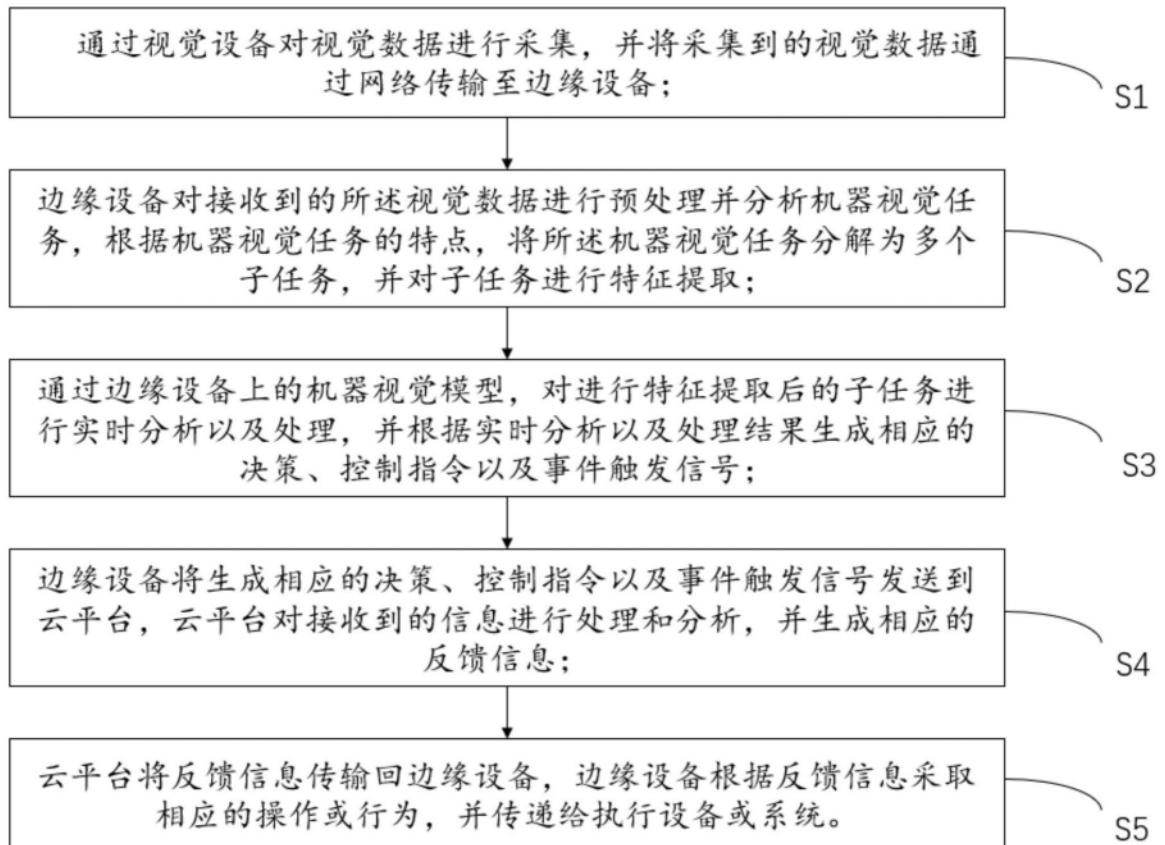


图1