



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116994210 B

(45) 授权公告日 2023.12.22

(21) 申请号 202311212229.7

G06V 10/40 (2022.01)

(22) 申请日 2023.09.20

G06V 10/80 (2022.01)

G06V 10/764 (2022.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116994210 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2023.11.03

CN 114998074 A, 2022.09.02

CN 116543327 A, 2023.08.04

(73) 专利权人 中国水利水电第七工程局有限公司

CN 109214779 A, 2019.01.15

CN 109446936 A, 2019.03.08

地址 611730 四川省成都市郫都区郫筒镇
北大街成灌东路349号

CN 111144263 A, 2020.05.12

CN 112766050 A, 2021.05.07

(72) 发明人 张桥 阮小勇 高峰 孙志强

CN 114444996 A, 2022.05.06

CN 115497040 A, 2022.12.20

邹洪波 贺国龙 卢许佳 王文成

CN 116259003 A, 2023.06.13

李小伟 饶平 鲁玉明 周红祖

CN 116311633 A, 2023.06.23

丁国鹏 吴文军 李信 王杰

CN 116486323 A, 2023.07.25

胡双浩 罗维 代作强 刘志勇

JP 2019075078 A, 2019.05.16

范伯达

WO 2012150602 A1, 2012.11.08

(74) 专利代理机构 成都极刻智慧知识产权代理
事务所(普通合伙) 51310

阮小勇. 穿越煤系地层高瓦斯隧道关键施工技术.《科技资讯》.2022,第20卷(第23期),第98-101页.

专利代理师 陈万艺

(续)

(51) Int. Cl.

审查员 曾贞

G06V 20/52 (2022.01)

G06V 10/774 (2022.01)

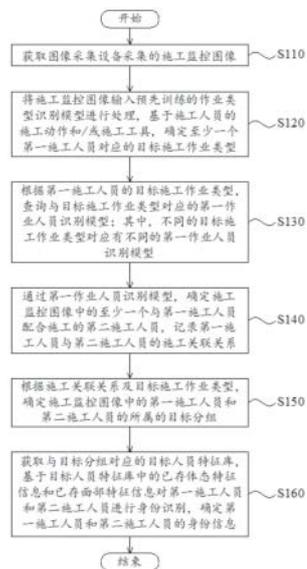
权利要求书4页 说明书12页 附图3页

(54) 发明名称

隧道施工人员识别方法、装置及系统

(57) 摘要

本申请提供一种隧道施工人员识别方法、装置及系统,通过先确定有较高识别度的第一施工人员的目标施工作业类型,然后根据目标施工作业类型有针对性地选择相应第一作业人员识别模型来识别与第一施工人员配合施工的第二施工人员。进而根据第一施工人员和第二施工人员的配合施工关系,确定第一施工人员和第二施工人员所述的目标分组,根据目标分组缩小施工人员身份匹配识别的范围,从而可以范围更小的目标人员特征库中执行第一施工人员和第二施工人员的身份信息比对匹配。如此,可以提高施工人员识别准确性和识别速度。



CN 116994210 B

[接上页]

(56) 对比文件

吴承彬.基于改进机器视觉的施工作业行为风险监测.《土木工程与管理学报》.2023,第40卷(第3期),第82-87页.

丁寒.地理空间信息的侦查应用研究.《中国博士学位论文全文数据库 社会科学I辑》.2022,

(第9期),第G113-4页.

Behnam Sherafat等.Automated Methods for Activity Recognition of Construction Workers and Equipment:State-of-the-Art Review.《J. Constr. Eng. Manage.》.2020,第146卷(第6期),第1-19页.

1. 一种隧道施工人员识别方法,其特征在于,应用于隧道施工人员识别系统中的数据处理设备,所述隧道施工人员识别系统还包括与所述数据处理设备连接的至少一个图像采集设备;所述方法包括:

获取所述图像采集设备采集的施工监控图像;

将所述施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理,基于施工人员的施工动作和/或施工工具,确定至少一个第一施工人员对应的目标施工作业类型;

根据所述第一施工人员的所述目标施工作业类型,查询与所述目标施工作业类型对应的第一作业人员识别模型;其中,不同的所述目标施工作业类型对应有不同的所述第一作业人员识别模型;

通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员,记录所述第一施工人员与所述第二施工人员的施工关联关系;

根据所述施工关联关系及目标施工作业类型,确定所述施工监控图像中的所述第一施工人员和所述第二施工人员的所属的目标分组;

获取与所述目标分组对应的目标人员特征库,基于所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行身份识别,确定所述第一施工人员和所述第二施工人员的身份信息;

其中,所述将所述施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理,基于施工人员的施工动作和/或施工工具,确定至少一个第一施工人员对应的目标施工作业类型的步骤,包括:

将所述施工监控图像输入所述作业类型识别模型,分别通过所述作业类型识别模型的动作特征提取单元和工具特征提取单元对所述施工监控图像进行处理,获得所述施工监控图像中的至少一个候选施工人员对应的施工动作特征向量和施工工具特征向量;

根据预设时间段内的所述施工监控图像,获取所述候选施工人员的移动轨迹,根据所述移动轨迹生成施工移动特征向量;

对所述施工动作特征向量、所述施工工具特征向量及所述施工移动特征向量进行特征融合,获得融合特征向量;

分别将各所述候选施工人员对应的所述融合特征向量输入所述作业类型识别模型的第一分类单元进行处理,获得各所述候选施工人员在各个施工作业类型上的分类置信度;

针对每个所述候选施工人员,检测是否存在大于设定阈值的分类置信度;

若存在,则将该候选施工人员确定为第一施工人员,且将该大于设定阈值的分类置信度对应施工作业类型确定为与所述第一施工人员对应的目标施工作业类型。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

基于所述第一施工人员和所述第二施工人员的身份信息,对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行重识别跟踪定位;

根据所述重识别跟踪定位的结果确定或调整所述隧道中施工人员数量的计数值。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员的步骤,包括:

将除所述第一施工人员以外的所述候选施工人员的所述融合特征向量输入所述第一作业人员识别模型的第二分类单元进行处理,获得所述第二分类单元的输出结果;其中,所述第二分类单元包括二分类网络,所述第二分类单元的输出结果包括所述候选施工人员是否为所述第二施工人员。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员的步骤,包括:

将所述施工监控图像输入所述第一作业人员识别模型的第三特征提取单元,获得所述施工监控图像中各候选施工人员的第二施工人员特征向量;

分别将各所述候选施工人员的所述第二施工人员特征向量输入所述第一作业人员识别模型的第二分类单元进行处理,获得所述第二分类单元的输出结果;其中,所述第二分类单元包括二分类网络,所述第二分类单元的输出结果包括所述候选施工人员是否为所述第二施工人员。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述施工关联关系及目标施工作业类型,确定所述施工监控图像中的所述第一施工人员和所述第二施工人员的所属的目标分组的步骤,包括:

获取预存的施工人员名册,所述施工人员名册中各施工人员的人员身份信息、各施工人员所属的分组及各分组对应的施工作业类型;

根据所述目标施工作业类型在所述施工人员名册中查找确定对应的目标分组;

所述获取与所述目标分组对应的目标人员特征库,基于所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行身份识别的步骤,包括:

获取与所述目标分组中各施工人员的对应的已存体态特征信息、已存面部特征信息及各施工人员的身份信息,组成所述目标人员特征库;

分别将所述施工监控图像中所述第一施工人员和所述第二施工人员的图像输入预先训练的第二施工人员识别模型的体态特征提取单元和面部特征提取单元,获得所述第一施工人员和所述第二施工人员的目标体态特征向量和目标面部特征向量;

通过所述第二施工人员识别模型的特征比对单元,将所述目标体态特征向量和目标面部特征向量与所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息进行比对,确定所述第一施工人员和所述第二施工人员对应的身份信息。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述图像采集设备包括第一图像采集设备和第二图像采集设备,所述施工监控图像包括所述第一图像采集设备采集的第一施工监控图像和所述第二图像采集设备采集的第二施工监控图像;所述第一图像采集设备的图像采集范围大于所述第二图像采集设备的图像采集范围,所述第二图像采集设备的图像采集精度大于所述第一图像采集设备的图像采集精度;

所述将所述施工监控图像输入预先训练的作业人员识别模型进行处理的步骤,包括;

将所述第一施工监控图像输入预先训练的作业人员识别模型进行处理;

所述通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员的步骤,包括:

通过所述第一作业人员识别模型,确定所述第一施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员;

所述分别将所述施工监控图像中所述第一施工人员和所述第二施工人员的图像输入预先训练的第二施工人员识别模型的体态特征提取单元和面部特征提取单元的步骤,包括:

根据所述第一施工人员和所述第二施工人员在所述第一施工监控图像中的位置,控制所述第二图像采集设备分别对所述第一施工人员和所述第二施工人员所在的位置进行图像采集,获得第二施工监控图像;

分别将所述第一施工人员和所述第二施工人员对应的第二施工监控图像输入预先训练的第二施工人员识别模型的体态特征提取单元和面部特征提取单元。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在在于,所述方法还包括:

根据所述第一施工人员和所述第二施工人员所属的所述目标分组对应的目标施工作业类型及所述施工监控图像,检测所述第一施工人员和所述第二施工人员是否存在风险施工动作。

8. 一种隧道施工人员识别装置,其特征在在于,应用于隧道施工人员识别系统中的数据处理设备,所述隧道施工人员识别系统还包括与所述数据处理设备连接的至少一个图像采集设备;所述装置包括:

图像获取模块,用于获取所述图像采集设备采集的施工监控图像;

第一识别模块,用于将所述施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理,基于施工人员的施工动作和/或施工工具,确定至少一个第一施工人员对应的目标施工作业类型;

模型匹配模块,用于根据所述第一施工人员的所述目标施工作业类型,查询与所述目标施工作业类型对应的第一作业人员识别模型;其中,不同的所述目标施工作业类型对应有不同的所述第一作业人员识别模型;

第二识别模块,用于通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员,记录所述第一施工人员与所述第二施工人员的施工关联关系;

分组识别模块,用于根据所述施工关联关系及目标施工作业类型,确定所述施工监控图像中的所述第一施工人员和所述第二施工人员的所属的目标分组;

身份识别模块,用于获取与所述目标分组对应的目标人员特征库,基于所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行身份识别,确定所述第一施工人员和所述第二施工人员的身份信息;

其中,所述第一识别模块具体用于:

将所述施工监控图像输入所述作业类型识别模型,分别通过所述作业类型识别模型的动作特征提取单元和工具特征提取单元对所述施工监控图像进行处理,获得所述施工监控图像中的至少一个候选施工人员对应的施工动作特征向量和施工工具特征向量;

根据预设时间段内的所述施工监控图像,获取所述候选施工人员的移动轨迹,根据所述移动轨迹生成施工移动特征向量;

对所述施工动作特征向量、所述施工工具特征向量及所述施工移动特征向量进行特征

融合,获得融合特征向量;

分别将各所述候选施工人员对应的所述融合特征向量输入所述作业类型识别模型的第一分类单元进行处理,获得各所述候选施工人员在各个施工作业类型上的分类置信度;

针对每个所述候选施工人员,检测是否存在大于设定阈值的分类置信度;

若存在,则将该候选施工人员确定为第一施工人员,且将该大于设定阈值的分类置信度对应施工作业类型确定为与所述第一施工人员对应的目标施工作业类型。

9.一种隧道施工人员识别系统,其特征不在于,所述系统包括数据处理设备及与所述数据处理设备连接的至少一个图像采集设备;

所述图像采集设备用于采集的施工监控图像;

所述数据处理设备用于将所述施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理,基于施工人员的施工动作和/或施工工具,确定至少一个第一施工人员对应的目标施工作业类型;

所述数据处理设备还用于根据所述第一施工人员的所述目标施工作业类型,查询与所述目标施工作业类型对应的第一作业人员识别模型;其中,不同的所述目标施工作业类型对应有不同的所述第一作业人员识别模型;

所述数据处理设备还用于通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员,记录所述第一施工人员与所述第二施工人员的施工关联关系;

所述数据处理设备还用于根据所述施工关联关系及目标施工作业类型,确定所述施工监控图像中的所述第一施工人员和所述第二施工人员的所属的目标分组;

所述数据处理设备还用于获取与所述目标分组对应的目标人员特征库,基于所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行身份识别,确定所述第一施工人员和所述第二施工人员的身份信息;

其中,所述数据处理设备将所述施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理,基于施工人员的施工动作和/或施工工具,确定至少一个第一施工人员对应的目标施工作业类型的方式,包括:

将所述施工监控图像输入所述作业类型识别模型,分别通过所述作业类型识别模型的动作特征提取单元和工具特征提取单元对所述施工监控图像进行处理,获得所述施工监控图像中的至少一个候选施工人员对应的施工动作特征向量和施工工具特征向量;

根据预设时间段内的所述施工监控图像,获取所述候选施工人员的移动轨迹,根据所述移动轨迹生成施工移动特征向量;

对所述施工动作特征向量、所述施工工具特征向量及所述施工移动特征向量进行特征融合,获得融合特征向量;

分别将各所述候选施工人员对应的所述融合特征向量输入所述作业类型识别模型的第一分类单元进行处理,获得各所述候选施工人员在各个施工作业类型上的分类置信度;

针对每个所述候选施工人员,检测是否存在大于设定阈值的分类置信度;

若存在,则将该候选施工人员确定为第一施工人员,且将该大于设定阈值的分类置信度对应施工作业类型确定为与所述第一施工人员对应的目标施工作业类型。

隧道施工人员识别方法、装置及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,具体而言,涉及隧道施工人员识别方法、装置及系统。

背景技术

[0002] 在隧道施工场景中,为了提高施工人员管理的有效性、提高施工安全性,常需要设置图像采集设备采集施工监控图像,根据施工监控图像对施工人员进行识别定位。

[0003] 但是,隧道施工场景中存在场景亮度低,施工空间小遮蔽物较多等问题,导致图像识别难度较高,采用传统的面部识别技术存在识别匹配时间长、识别匹配精度低的问题。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术中的上述不足,本申请的目的在于提供一种隧道施工人员识别方法,应用于隧道施工人员识别系统中的数据处理设备,所述隧道施工人员识别系统还包括与所述数据处理设备连接的至少一个图像采集设备;所述方法包括:

[0005] 获取所述图像采集设备采集的施工监控图像;

[0006] 将所述施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理,基于施工人员的施工动作和/或施工工具,确定至少一个第一施工人员对应的目标施工作业类型;

[0007] 根据所述第一施工人员的所述目标施工作业类型,查询与所述目标施工作业类型对应的第一作业人员识别模型;其中,不同的所述目标施工作业类型对应有不同的所述第一作业人员识别模型;

[0008] 通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员,记录所述第一施工人员与所述第二施工人员的施工关联关系;

[0009] 根据所述施工关联关系及目标施工作业类型,确定所述施工监控图像中的所述第一施工人员和所述第二施工人员的所属的目标分组;

[0010] 获取与所述目标分组对应的目标人员特征库,基于所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行身份识别,确定所述第一施工人员和所述第二施工人员的身份信息。

[0011] 在一些可能的实现方式中,所述方法还包括:

[0012] 基于所述第一施工人员和所述第二施工人员的身份信息,对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行重识别跟踪定位;

[0013] 根据所述重识别跟踪定位的结果确定或调整所述隧道中施工人员数量的计数值。

[0014] 在一些可能的实现方式中,所述将所述施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理,基于施工人员的施工动作和/或施工工具,确定至少一个第一施工人员对应的目标施工作业类型的步骤,包括:

[0015] 将所述施工监控图像输入所述作业类型识别模型,分别通过所述作业类型识别模

型的动作特征提取单元和工具特征提取单元对所述施工监控图像进行处理,获得所述施工监控图像中的至少一个候选施工人员对应的施工动作特征向量和施工工具特征向量;

[0016] 根据预设时间段内的所述施工监控图像,获取所述候选施工人员的移动轨迹,根据所述移动轨迹生成施工移动特征向量;

[0017] 对所述施工动作特征向量、所述施工工具特征向量及所述施工移动特征向量进行特征融合,获得融合特征向量;

[0018] 分别将各所述候选施工人员对应的所述融合特征向量输入所述作业类型识别模型的第一分类单元进行处理,获得各所述候选施工人员在各个施工作业类型上的分类置信度;

[0019] 针对每个所述候选施工人员,检测是否存在大于设定阈值的分类置信度;

[0020] 若存在,则将该候选施工人员确定为第一施工人员,且将该大于设定阈值的分类置信度对应施工作业类型确定为与所述第一施工人员对应的目标施工作业类型。

[0021] 在一些可能的实现方式中,所述通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员的步骤,包括:

[0022] 将除所述第一施工人员以外的所述候选施工人员的所述融合特征向量输入所述第一作业人员识别模型的第二分类单元进行处理,获得所述第二分类单元的输出结果;其中,所述第二分类单元包括二分类网络,所述第二分类单元的输出结果包括所述候选施工人员是否为所述第二施工人员。

[0023] 在一些可能的实现方式中,所述通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员的步骤,包括:

[0024] 将所述施工监控图像输入所述第一作业人员识别模型的第三特征提取单元,获得所述施工监控图像中各候选施工人员的第二施工人员特征向量;

[0025] 分别将各所述候选施工人员的所述第二施工人员特征向量输入所述第一作业人员识别模型的第二分类单元进行处理,获得所述第二分类单元的输出结果;其中,所述第二分类单元包括二分类网络,所述第二分类单元的输出结果包括所述候选施工人员是否为所述第二施工人员。

[0026] 在一些可能的实现方式中,所述根据所述施工关联关系及目标施工作业类型,确定所述施工监控图像中的所述第一施工人员和所述第二施工人员的所属的目标分组的步骤,包括:

[0027] 获取预存的施工人员名册,所述施工人员名册中各施工人员的人员身份信息、各施工人员所属的分组及各分组对应的施工作业类型;

[0028] 根据所述目标施工作业类型在所述施工人员名册中查找确定对应的目标分组;

[0029] 所述获取与所述目标分组对应的目标人员特征库,基于所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行身份识别的步骤,包括:

[0030] 获取与所述目标分组中各施工人员的对应的已存体态特征信息、已存面部特征信息及各施工人员的身份信息,组成所述目标人员特征库;

[0031] 分别将所述施工监控图像中所述第一施工人员和所述第二施工人员的图像输入预先训练的第二施工人员识别模型的体态特征提取单元和面部特征提取单元,获得所述第

一施工人员和所述第二施工人员的目标体态特征向量和目标面部特征向量；

[0032] 通过所述第二施工人员识别模型的特征比对单元,将所述目标体态特征向量和目标面部特征向量与所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息进行比对,确定所述第一施工人员和所述第二施工人员对应的身份信息。

[0033] 在一些可能的实现方式中,所述图像采集设备包括第一图像采集设备和第二图像采集设备,所述施工监控图像包括所述第一图像采集设备采集的第一施工监控图像和所述第二图像采集设备采集的第二施工监控图像;所述第一图像采集设备的图像采集范围大于所述第二图像采集设备的图像采集范围,所述第二图像采集设备的图像采集精度大于所述第一图像采集设备的图像采集精度;

[0034] 所述将所述施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理的步骤,包括;

[0035] 将所述第一施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理;

[0036] 所述通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员的步骤,包括:

[0037] 通过所述第一作业人员识别模型,确定所述第一施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员;

[0038] 所述分别将所述施工监控图像中所述第一施工人员和所述第二施工人员的图像输入预先训练的第二施工人员识别模型的体态特征提取单元和面部特征提取单元的步骤,包括:

[0039] 根据所述第一施工人员和所述第二施工人员在所述第一施工监控图像中的位置,控制所述第二图像采集设备分别对所述第一施工人员和所述第二施工人员所在的位置进行图像采集,获得第二施工监控图像;

[0040] 分别将所述第一施工人员和所述第二施工人员对应的第二施工监控图像输入预先训练的第二施工人员识别模型的体态特征提取单元和面部特征提取单元。

[0041] 在一些可能的实现方式中,所述方法还包括:

[0042] 根据所述第一施工人员和所述第二施工人员所属的所述目标分组对应的目标施工作业类型及所述施工监控图像,检测所述第一施工人员和所述第二施工人员是否存在风险施工动作。

[0043] 本申请的另一目的在于提供一种隧道施工人员识别装置,应用于隧道施工人员识别系统中的数据处理设备,所述隧道施工人员识别系统还包括与所述数据处理设备连接的至少一个图像采集设备;所述装置包括:

[0044] 图像获取模块,用于获取所述图像采集设备采集的施工监控图像;

[0045] 第一识别模块,用于将所述施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理,基于施工人员的施工动作和/或施工工具,确定至少一个第一施工人员对应的目标施工作业类型;

[0046] 模型匹配模块,用于根据所述第一施工人员的所述目标施工作业类型,查询与所述目标施工作业类型对应的第一作业人员识别模型;其中,不同的所述目标施工作业类型对应有不同的所述第一作业人员识别模型;

[0047] 第二识别模块,用于通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中

的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员,记录所述第一施工人员与所述第二施工人员的施工关联关系;

[0048] 分组识别模块,用于根据所述施工关联关系及目标施工作业类型,确定所述施工监控图像中的所述第一施工人员和所述第二施工人员的所属的目标分组;

[0049] 身份识别模块,用于获取与所述目标分组对应的目标人员特征库,基于所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行身份识别,确定所述第一施工人员和所述第二施工人员的身份信息。

[0050] 本申请的另一目的在于提供一种隧道施工人员识别系统,所述系统包括数据处理设备及与所述数据处理设备连接的至少一个图像采集设备;

[0051] 所述图像采集设备用于采集的施工监控图像;

[0052] 所述数据处理设备用于将所述施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理,基于施工人员的施工动作和/或施工工具,确定至少一个第一施工人员对应的目标施工作业类型;

[0053] 所述数据处理设备还用于根据所述第一施工人员的所述目标施工作业类型,查询与所述目标施工作业类型对应的第一作业人员识别模型;其中,不同的所述目标施工作业类型对应有不同的所述第一作业人员识别模型;

[0054] 所述数据处理设备还用于通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员,记录所述第一施工人员与所述第二施工人员的施工关联关系;

[0055] 所述数据处理设备还用于根据所述施工关联关系及目标施工作业类型,确定所述施工监控图像中的所述第一施工人员和所述第二施工人员的所属的目标分组;

[0056] 所述数据处理设备还用于获取与所述目标分组对应的目标人员特征库,基于所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行身份识别,确定所述第一施工人员和所述第二施工人员的身份信息。

[0057] 相对于现有技术而言,本申请具有以下有益效果:

[0058] 本申请提供的隧道施工人员识别方法、装置及系统,通过先确定有较高识别度的第一施工人员的目标施工作业类型,然后根据目标施工作业类型有针对性地选择相应第一作业人员识别模型来识别与第一施工人员配合施工的第二施工人员。进而根据第一施工人员和第二施工人员的配合施工关系,确定第一施工人员和第二施工人员所述的目标分组,根据目标分组缩小施工人员身份匹配识别的范围,从而可以范围更小的目标人员特征库中执行第一施工人员和第二施工人员的身份信息比对匹配。如此,可以提高施工人员识别准确性和识别速度。

附图说明

[0059] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本申请的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0060] 图1为本申请实施例提供的隧道施工人员识别系统的示意图;

[0061] 图2为本申请实施例提供的隧道施工人员识别方法的流程示意图;

[0062] 图3为本申请实施例提供的隧道施工人员识别装置的功能模块示意图。

[0063] 图标:110-隧道施工人员识别装置;111-图像获取模块;112-第一识别模块;113-模型匹配模块;114-第二识别模块;115-分组识别模块;116-身份识别模块;100-数据处理设备;200-图像采集设备。

具体实施方式

[0064] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0065] 因此,以下对在附图中提供的本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围,而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请中的实施例,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,都属于本申请保护的范畴。

[0066] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0067] 在本申请的描述中,需要说明的是,术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0068] 在本申请的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0069] 请参见图1,图1为本实施例提供的一种隧道施工人员识别系统的示意图,该隧道施工人员识别系统可以包括数据处理设备100及与所述数据处理设备100连接的至少一个图像采集设备200。所述图像采集设备200可以用于采集隧道中的施工监控图像,所述数据处理设备100可以根据所述施工监控图像进行施工人员识别。

[0070] 请参照图2,图2为本实施例提供的一种隧道施工人员识别方法,该隧道施工人员识别方可以应用于隧道施工人员识别系统中的数据处理设备100,该方法可以包括以下步骤。

[0071] 步骤S110,获取所述图像采集设备200采集的施工监控图像。

[0072] 在本实施例中,所述数据处理设备100可以通过与所述图像采集设备200之间的通信获取所述图像采集设备200采集的施工监控图像。

[0073] 步骤S120,将所述施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理,基于施工人员的施工动作和/或施工工具,确定至少一个第一施工人员对应的目标施工作业类型。

[0074] 在本实施例中,所述作业类型识别模型可以配置为用于识别所述施工监控图像中,在施工动作和/或施工的施工工具上具有明显可识别特征的第一施工人员。

[0075] 其中,所述作业类型识别模型不需要配置为能够识别所有施工人员的实施的施工作业类型,仅需识别部分具有较高识别的第一施工人员对应的目标施工作业类型,并且所述作业类型识别模型针对施工人员的施工动作和/或施工的施工工具进行施工类型的识别,对施工监控图像的光照要求和清晰度要求不是特别高,因此,所述作业类型识别模型可以不需要执行非常庞大的计算量,不需要配置非常复杂的模型结构,在此环节上,可以保证所述作业类型识别模型的处理速度。

[0076] 步骤S130,根据所述第一施工人员的所述目标施工作业类型,查询与所述目标施工作业类型对应的第一作业人员识别模型。其中,不同的所述目标施工作业类型对应有不同的所述第一作业人员识别模型。

[0077] 步骤S140,通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员,记录所述第一施工人员与所述第二施工人员的施工关联关系。

[0078] 在隧道施工场景中,大部分施工工作需要多个施工人员分组相互配合,且相互配合的施工人员的动作或使用的工具具有一定关联性。例如,针对执行测绘任务的施工人员中,通常包括测绘观察人员和设置测绘标的物的人员;又例如,执行管线铺设的施工人员中,通常包括安装固定管线的人员和牵引搬运管线的人员。

[0079] 通过步骤S130和步骤S140,可以在确定出一个具有明显可识别特征的第一施工人员后,根据该第一施工人员对应的目标施工作业类型确定出一个有针对性的第一作业人员识别模型,该第一作业人员识别模型专用于识别与该目标施工作业类型相关的第二施工人员。

[0080] 如此,通过设置多个所述第一作业人员识别模型,并有针对性地选用特定的所述第一作业人员识别模型执行第二施工人员的识别,可以使得所述第一作业人员识别模型不需要执行大范围普适性的人员识别,从而使得所述第一作业人员识别模型不需要执行非常庞大的计算量,不需要配置非常复杂的模型结构,在此环节上,可以保证所述第一作业人员识别模型的处理速度。

[0081] 步骤S150,根据所述施工关联关系及目标施工作业类型,确定所述施工监控图像中的所述第一施工人员和所述第二施工人员的所属的目标分组。

[0082] 在本实施例中,确定出第一施工人员和第二施工人员的施工关联关系后,即可以判定第一施工人员和第二施工人员属于同一分组,再根据所述目标施工作业类型,即可以确定第一施工人员和第二施工人员具体属于哪一个目标分组。

[0083] 步骤S160,获取与所述目标分组对应的目标人员特征库,基于所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行身份识别,确定所述第一施工人员和所述第二施工人员的身份信息。

[0084] 在本实施例中,通过前述步骤确定出第一施工人员和第二施工人员具体属于哪一个目标分组后,在步骤S160仅需要将第一施工人员和第二施工人员与和该目标分组对应的已存体态特征信息和已存面部特征信息进行匹配,相当于有效缩小了执行体态特征信息和面部特征信息的比对范围。

[0085] 例如,原本针对某个可识别度不高的施工人员,需要与多个已存施工人员的体态特征信息和面部特征信息进行匹配比对,由于施工监控图像的光线差且图像匹配范围大,

会导致识别匹配时间长、识别匹配精度低。

[0086] 而在本实施例提供的方案中,先基于对图像清晰度要求较低的动作识别和工具识别,确定出可识别度相对较高的第一施工人员,然后有针对性地选用对应的第一施工人员识别模型识别与该第一施工人员配合施工的第二施工人员,确定出可识别度较低的第二施工人员和第一施工人员的施工配合关系型,从而将其划分为一组,确定分组后即可缩小执行体态特征信息和面部特征信息识别比对的范围。如此,针对原本识别度不高的施工人员,可以在跟小的数据库范围内执行体态特征信息和面部特征信息识别比对,从而可以有效提高识别比对的效率和精准度。

[0087] 在一些可能的实现方式中,本实施例提供的方案还可以基于所述第一施工人员和所述第二施工人员的身份信息,对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行重识别跟踪定位。然后根据所述重识别跟踪定位的结果确定或调整所述隧道中施工人员数量的计数值。如此,可以更准确地获得隧道中施工人员数量的计数值,从而更好执行人员调度或安全管控。

[0088] 在一些可能的实现方式中,步骤S120可以包括以下子步骤。

[0089] 步骤S121,将所述施工监控图像输入所述作业类型识别模型,分别通过所述作业类型识别模型的动作特征提取单元和工具特征提取单元对所述施工监控图像进行处理,获得所述施工监控图像中的至少一个候选施工人员对应的施工动作特征向量和施工工具特征向量。

[0090] 在本实施例中,所述动作特征提取单元和所述工具特征提取单元可以分别配置针对所述施工监控图像中施工人员的动作和使用的工具进行特征提取。可选地,在本实施例中可以先通过一语义分割模型确定施工人员对应的图像区域信息和施工工具对应图像区域信息,然后将分别上述图像区域信息和所述施工监控图像输入所述动作特征提取单元和所述工具特征提取单元执行特征提取,从而分别获得各个候选施工人员对应的施工动作特征向量和施工工具特征向量。

[0091] 步骤S122,根据预设时间段内的所述施工监控图像,获取所述候选施工人员的移动轨迹,根据所述移动轨迹生成施工移动特征向量。

[0092] 由于执行不同工作的施工人员在一定时间内的移动特征不同,在本实施例中,根据预设时间段内的所述施工监控图像中,各目标使用人员的位置坐标变化生成所述候选施工人员的移动轨迹,并根据所述移动轨迹生成施工移动特征向量。

[0093] 步骤S123,对所述施工动作特征向量、所述施工工具特征向量及所述施工移动特征向量进行特征融合,获得融合特征向量。

[0094] 在本实施例中,可以采用现有的特征融合方法对所述施工动作特征向量、所述施工工具特征向量及所述施工移动特征向量进行特征融合,在此不做具体限定。或者直接像所述施工动作特征向量、所述施工工具特征向量及所述施工移动特征向量进行拼接获得所述融合特征向量。

[0095] 通过对所述施工动作特征向量、所述施工工具特征向量及所述施工移动特征向量进行特征融合,使所述融合特征向量可以更好地表现所述候选施工人员的特性,从而为后续识别动作提供更有力的数据支持。

[0096] 步骤S124,分别将各所述候选施工人员对应的所述融合特征向量输入所述作业类

型识别模型的第一分类单元进行处理,获得各所述候选施工人员在各个施工作业类型上的分类置信度。

[0097] 步骤S125,针对每个所述候选施工人员,检测是否存在大于设定阈值的分类置信度。

[0098] 步骤S126,若存在,则将该候选施工人员确定为第一施工人员,且将该大于设定阈值的分类置信度对应施工作业类型确定为与所述第一施工人员对应的目标施工作业类型。

[0099] 在本实施例中,所述第一分类单元可以根据所述融合特征向量确定针对多个预先配置的施工作业类型的分类置信度。针对部分不具有明显区别度的候选施工人员,可能其在多个施工作业类型上的分类置信度差别不大,无法立即确定其对应施工作业类型;而针对部分具有明显识别度的施工人员,其在某一个施工作业类型上分类置信度会远高于其他分类,因此,可以将某个施工作业类型上分类置信度高于所述预设阈值的候选施工人员确定为所述第一施工人员,并将该分类置信度较高的分类确定与之对应的目标施工作业类型。

[0100] 进一步地,在本实施例中,所述作业类型识别模型可以采用现有模型结构,在此基础上,可以使用已标注了施工作业类型的隧道监控图像作为训练样本,对所述作业类型识别模型进行训练,具体训练过程在此不在赘述。

[0101] 在一种可能的实现方式中,由于在步骤S120中已经获取各个所述候选施工人员特性信息,因此,在步骤S140中,可以使用步骤S120中获取的特性信息识别所述第二施工人员。

[0102] 具体地,在步骤S140中可以将除所述第一施工人员以外的所述候选施工人员的所述融合特征向量输入所述第一作业人员识别模型的第二分类单元进行处理,获得所述第二分类单元的输出结果;其中,所述第二分类单元包括二分类网络,所述第二分类单元的输出结果包括所述候选施工人员是否为所述第二施工人员。

[0103] 在另一种可能的实现方式中,考虑由于作业类型识别模型和第一作业人员识别模型执行处理的目的不同,其特征提取执行的关注点也不同,因此,在步骤S140中第一作业人员识别模型可以独立地执行特征提取动作。

[0104] 具体地,步骤S140可以包括以下子步骤。

[0105] 步骤S141,将所述施工监控图像输入所述第一作业人员识别模型的第三特征提取单元,获得所述施工监控图像中各候选施工人员的第二施工人员特征向量。

[0106] 步骤S142,分别将各所述候选施工人员的所述第二施工人员特征向量输入所述第一作业人员识别模型的第二分类单元进行处理,获得所述第二分类单元的输出结果;其中,所述第二分类单元包括二分类网络,所述第二分类单元的输出结果包括所述候选施工人员是否为所述第二施工人员。

[0107] 进一步地,在本实施例中,所述第一作业人员识别模型可以采用现有二分类网络的模型结构,在此基础上,针对一个施工作业类型对应的所述第一作业人员识别模型,可以使用多个标注为是所述第二施工人员的施工人员图像作为正样本,及多个标注为非所述第二施工人员的施工人员图像作为负样本,对所述作业类型识别模型进行训练,具体训练过程在此不在赘述。

[0108] 在一种可能的实现方式中,步骤S150可以包括以下子步骤。

[0109] 步骤S151,获取预存的施工人员名册,所述施工人员名册中各施工人员的人员身份信息、各施工人员所属的分组及各分组对应的施工作业类型;

[0110] 步骤S152,根据所述目标施工作业类型在所述施工人员名册中查找确定对应的目标分组。

[0111] 步骤S160可以包括以下子步骤。

[0112] 步骤S161,获取与所述目标分组中各施工人员的对应的已存体态特征信息、已存面部特征信息及各施工人员的身份信息,组成所述目标人员特征库;

[0113] 步骤S162,分别将所述施工监控图像中所述第一施工人员和所述第二施工人员的图像输入预先训练的第二施工人员识别模型的体态特征提取单元和面部特征提取单元,获得所述第一施工人员和所述第二施工人员的目标体态特征向量和目标面部特征向量;

[0114] 步骤S163,通过所述第二施工人员识别模型的特征比对单元,将所述目标体态特征向量和目标面部特征向量与所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息进行比较,确定所述第一施工人员和所述第二施工人员对应的身份信息。

[0115] 在一种可能的实现方式中,所述图像采集设备200包括第一图像采集设备200和第二图像采集设备200,所述施工监控图像包括所述第一图像采集设备200采集的第一施工监控图像和所述第二图像采集设备200采集的第二施工监控图像;所述第一图像采集设备200的图像采集范围大于所述第二图像采集设备200的图像采集范围,所述第二图像采集设备200的图像采集精度大于所述第一图像采集设备200的图像采集精度。

[0116] 例如,所述第一图像采集设备200可以为固定视角的图像采集设备200,用于采集隧道的全景图像。所述第二图像采集设备200可以为转动视角的图像采集设备200,用于对施工隧道的局部区域进行更精细的图像采集。

[0117] 在此基础上,在步骤S120中,可以将所述第一施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理。如此,可以更全面确定施工隧道中的各个第一施工人员。

[0118] 在步骤S150中,可以通过所述第一作业人员识别模型,确定所述第一施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员。如此,可以更全面确定施工隧道中的各个第二施工人员。

[0119] 在步骤S160中,可以先根据所述第一施工人员和所述第二施工人员在所述第一施工监控图像中的位置,控制所述第二图像采集设备200分别对所述第一施工人员和所述第二施工人员所在的位置进行图像采集,获得第二施工监控图像。

[0120] 然后分别将所述第一施工人员和所述第二施工人员对应的第二施工监控图像输入预先训练的第二施工人员识别模型的体态特征提取单元和面部特征提取单元。

[0121] 即,在步骤S160中,可以有针对性地使用第二图像采集设备200采集第一施工人员和第二施工人员进行单独拍摄,从而获取更清晰的体态细节信息和面部细节信息,以更好地实现后续比对动作。

[0122] 在一种可能的实现方式中,本实施例提供的方法还可以根据所述第一施工人员和所述第二施工人员所属的所述目标分组对应的目标施工作业类型及所述施工监控图像,检测所述第一施工人员和所述第二施工人员是否存在风险施工动作。

[0123] 例如,在确定所述第一施工人员和所述第二施工人员所属的目标分组对应的目标施工作业类型后,可以确定对应的风险行为检测模型,然后采用该风险行为检测模型对所

述施工监控图像进行分析,从而有针对性地确定所述第一施工人员和所述第二施工人员是否存在风险施工动作。

[0124] 请参照图3,本实施例还提供一种隧道施工人员识别装置110,应用图1所示的所述数据处理设备100。从功能上划分,所述隧道施工人员识别装置110可以包括图像获取模块111、第一识别模块112、模型匹配模块113、第二识别模块114、分组识别模块115及身份识别模块116。

[0125] 所述图像获取模块111用于获取所述图像采集设备200采集的施工监控图像。

[0126] 本实施例中,所述图像获取模块111可用于执行图2所示的步骤S110,关于所述图像获取模块111的具体描述可参对所述步骤S110的描述。

[0127] 所述第一识别模块112用于将所述施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理,基于施工人员的施工动作和/或施工工具,确定至少一个第一施工人员对应的目标施工作业类型。

[0128] 本实施例中,所述第一识别模块112可用于执行图2所示的步骤S120,关于所述第一识别模块112的具体描述可参对所述步骤S120的描述。

[0129] 所述模型匹配模块113用于根据所述第一施工人员的所述目标施工作业类型,查询与所述目标施工作业类型对应的第一作业人员识别模型;其中,不同的所述目标施工作业类型对应有不同的所述第一作业人员识别模型。

[0130] 本实施例中,所述模型匹配模块113可用于执行图2所示的步骤S130,关于所述模型匹配模块113的具体描述可参对所述步骤S130的描述。

[0131] 所述第二识别模块114用于通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员,记录所述第一施工人员与所述第二施工人员的施工关联关系。

[0132] 本实施例中,所述第二识别模块114可用于执行图2所示的步骤S140,关于所述第二识别模块114的具体描述可参对所述步骤S140的描述。

[0133] 所述分组识别模块115用于根据所述施工关联关系及目标施工作业类型,确定所述施工监控图像中的所述第一施工人员和所述第二施工人员的所属的目标分组。

[0134] 本实施例中,所述分组识别模块115可用于执行图2所示的步骤S150,关于所述分组识别模块115的具体描述可参对所述步骤S150的描述。

[0135] 所述身份识别模块116用于获取与所述目标分组对应的目标人员特征库,基于所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行身份识别,确定所述第一施工人员和所述第二施工人员的身份信息。

[0136] 本实施例中,所述身份识别模块116可用于执行图2所示的步骤S160,关于所述身份识别模块116的具体描述可参对所述步骤S160的描述。

[0137] 本申请提供的如图1所示的一种隧道施工人员识别系统中,所述图像采集设备200用于采集的施工监控图像。

[0138] 所述数据处理设备100用于将所述施工监控图像输入预先训练的作业类型识别模型进行处理,基于施工人员的施工动作和/或施工工具,确定至少一个第一施工人员对应的目标施工作业类型。

[0139] 所述数据处理设备100还用于根据所述第一施工人员的所述目标施工作业类型,

查询与所述目标施工作业类型对应的第一作业人员识别模型。其中,不同的所述目标施工作业类型对应有不同的所述第一作业人员识别模型。

[0140] 所述数据处理设备100还用于通过所述第一作业人员识别模型,确定所述施工监控图像中的至少一个与所述第一施工人员配合施工的第二施工人员,记录所述第一施工人员与所述第二施工人员的施工关联关系。

[0141] 所述数据处理设备100还用于根据所述施工关联关系及目标施工作业类型,确定所述施工监控图像中的所述第一施工人员和所述第二施工人员的所属的目标分组。

[0142] 所述数据处理设备100还用于获取与所述目标分组对应的目标人员特征库,基于所述目标人员特征库中的已存体态特征信息和已存面部特征信息对所述第一施工人员和所述第二施工人员进行身份识别,确定所述第一施工人员和所述第二施工人员的身份信息。

[0143] 综上所述,本申请提供的隧道施工人员识别方法、装置及系统,通过先确定有较高识别度的第一施工人员的目标施工作业类型,然后根据目标施工作业类型有针对性地选择相应第一作业人员识别模型来识别与第一施工人员配合施工的第二施工人员。进而根据第一施工人员和第二施工人员的配合施工关系,确定第一施工人员和第二施工人员所述的目标分组,根据目标分组缩小施工人员身份匹配识别的范围,从而可以范围更小的目标人员特征库中执行第一施工人员和第二施工人员的身份信息比对匹配。如此,可以提高施工人员识别准确性和识别速度。

[0144] 在本申请所提供的实施例中,应该理解到,所揭露的装置和方法,也可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,附图中的流程图和框图显示了根据本申请的多个实施例的装置、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或代码的一部分,所述模块、程序段或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意,在有些作为替换的实现方式中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0145] 另外,在本申请各个实施例中的各功能模块可以集成在一起形成一个独立的部分,也可以是各个模块单独存在,也可以两个或两个以上模块集成形成一个独立的部分。

[0146] 所述功能如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0147] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在

在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0148] 以上所述,仅为本申请的各种实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

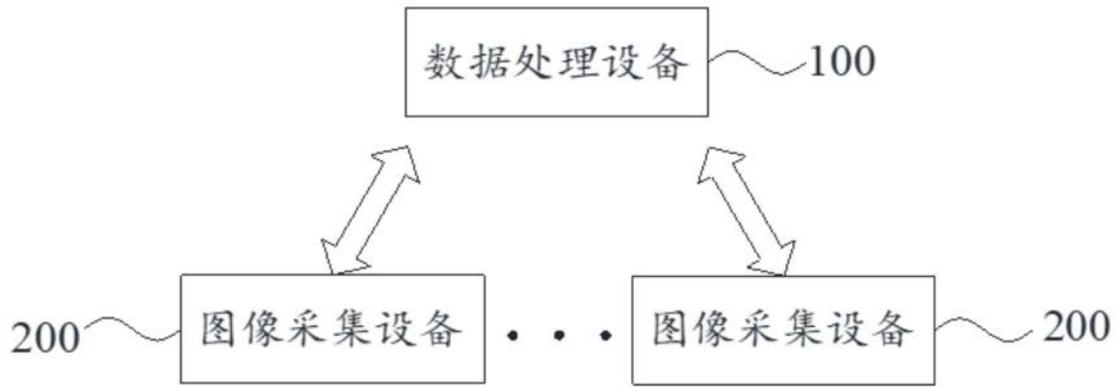


图1

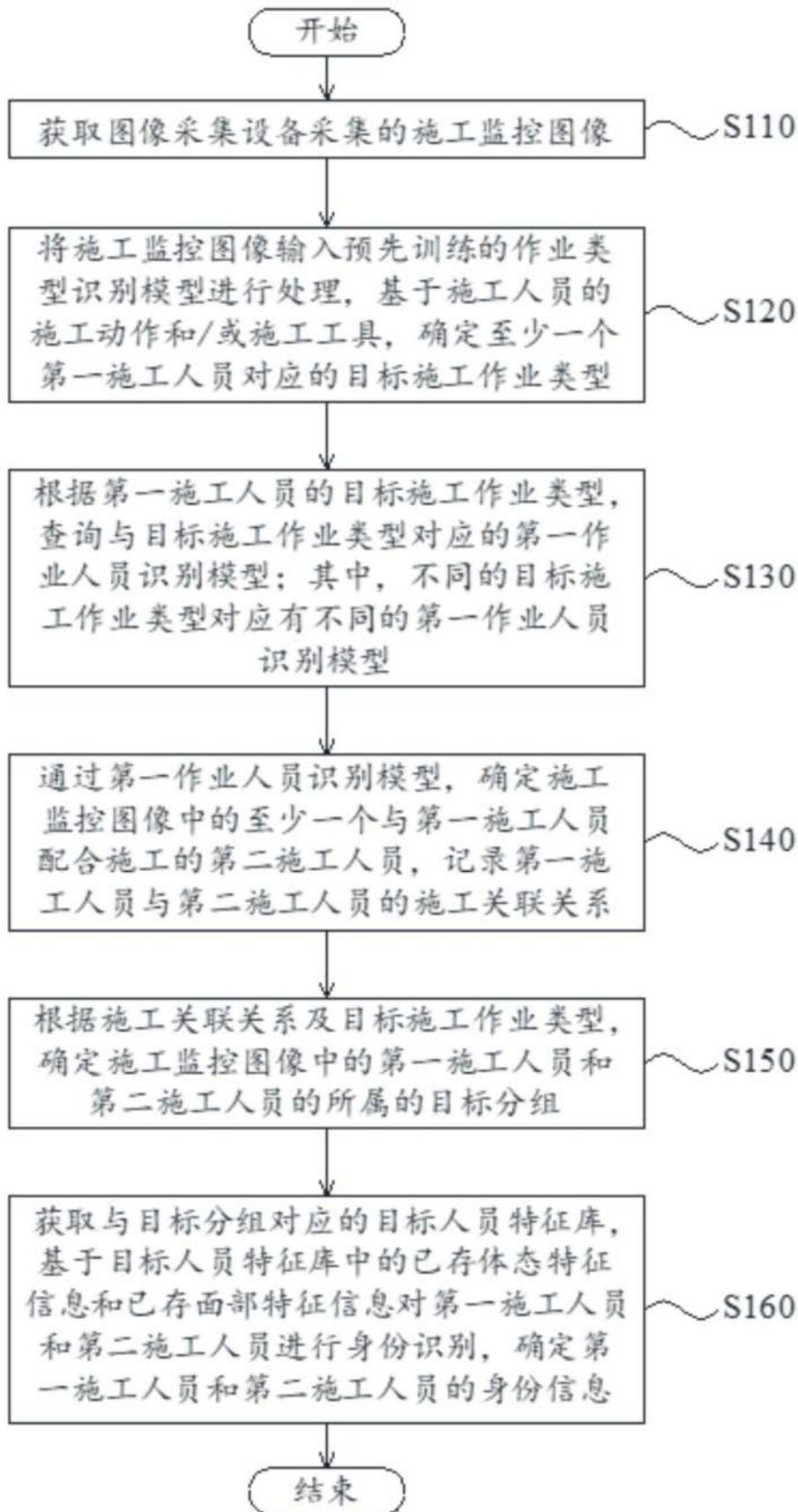


图2

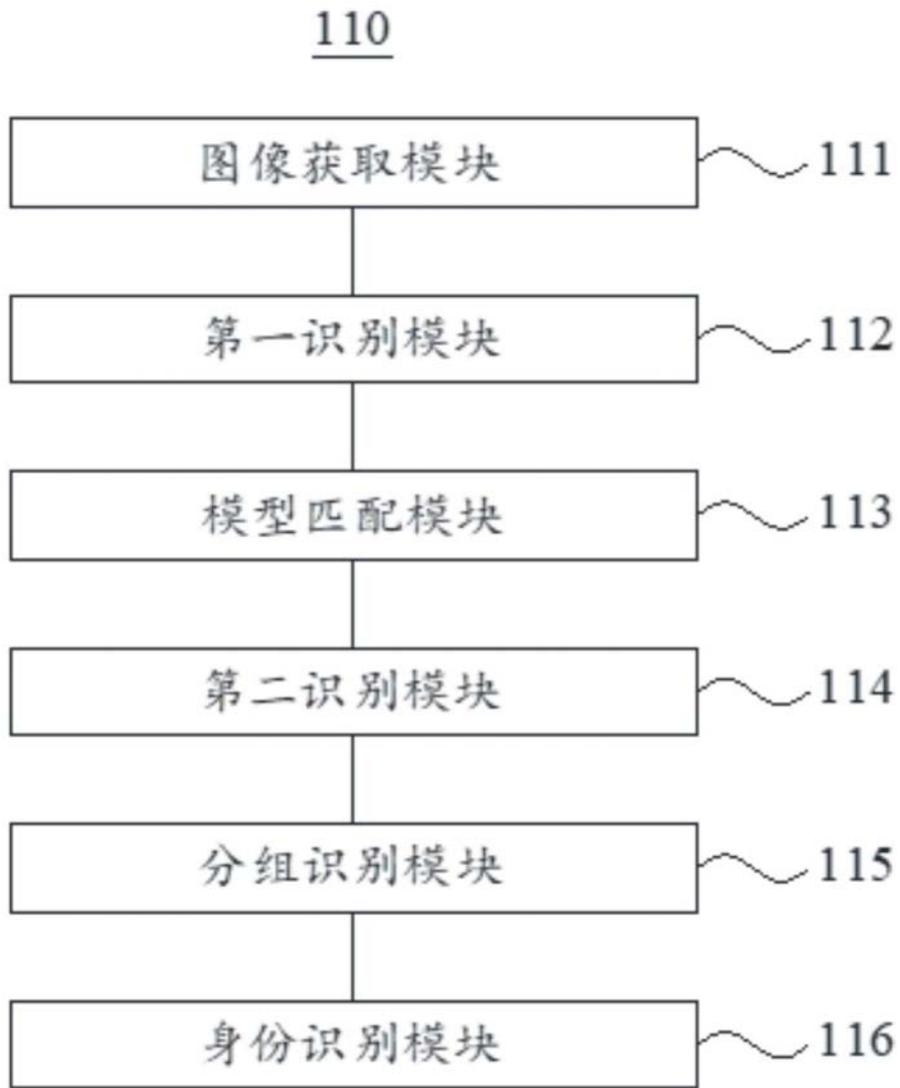


图3