



(21) 申请号 202411777928.0

(22) 申请日 2024.12.05

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119250332 A

(43) 申请公布日 2025.01.03

(73) 专利权人 国网山东省电力公司物资公司

地址 250000 山东省济南市市中区经二路
150号

(72) 发明人 杜国政 李涛 张正利 周华

曹刚 吴金刚 李锦飞 徐新源

李江华 李海波 李鹏飞 张宇阳

杨青山 霍艳霞 汪耀海

(74) 专利代理机构 北京维创华成知识产权代理

事务所(普通合伙) 16094

专利代理师 徐敏杰

(51) Int.Cl.

G06Q 10/047 (2023.01)

G06Q 10/087 (2023.01)

G06F 18/22 (2023.01)

G06V 20/17 (2022.01)

G06V 10/56 (2022.01)

G06V 10/30 (2022.01)

G06V 10/44 (2022.01)

G06V 10/764 (2022.01)

(56) 对比文件

CN 107273791 A, 2017.10.20

CN 109388149 A, 2019.02.26

CN 118071250 A, 2024.05.24

审查员 赵苗苗

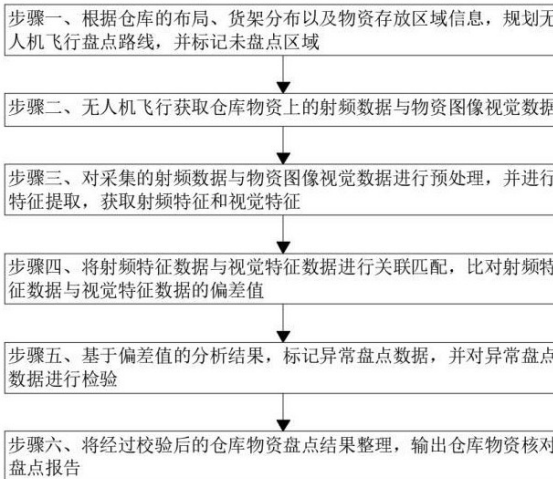
权利要求书4页 说明书10页 附图2页

(54) 发明名称

一种无人机智能动态盘点方法

(57) 摘要

本发明公开了一种无人机智能动态盘点方法,本发明涉及仓储管理技术领域,根据仓库的布局、货架分布以及物资存放区域信息,规划无人机飞行盘点路线,并标记未盘点区域;无人机飞行获取仓库物资上的射频数据与物资图像视觉数据;对采集的射频数据与物资图像视觉数据进行预处理,并进行特征提取,获取射频特征和视觉特征。该无人机智能动态盘点方法,通过射频与视觉技术的协同运用,增强了盘点精准度,射频识别可精准读取物资标签信息,获取物资编号、品类代码关键数据,利用视觉识别系统可从多角度、多距离捕捉物资外观特征,辅助确认物资品类与状态,能够在短时间内对仓库内的大面积区域进行高效盘点,保障仓库运营顺畅。



1.一种无人机智能动态盘点方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一、根据仓库的布局、货架分布以及物资存放区域信息,规划无人机飞行盘点路线,并标记未盘点区域;

步骤二、无人机飞行获取仓库物资上的射频数据与物资图像视觉数据;

步骤三、对采集的射频数据与物资图像视觉数据进行预处理,并进行特征提取,获取射频特征和视觉特征;

步骤四、将射频特征数据与视觉特征数据进行关联匹配,比对射频特征数据与视觉特征数据的偏差值,所述步骤四中,比对射频特征数据与视觉特征数据偏差值的过程包括:

以射频数据中的物资标签编号为索引,通过图像识别算法定位视觉数据中的标签位置,将视觉数据与射频标签编号进行初步关联,对于无法直接通过标签在图像中定位关联的情况,利用无人机的飞行轨迹数据和采集时间戳,根据时间和空间的临近性建立关联索引;

使用监督学习算法训练的匹配模型,输入射频特征和视觉特征作为特征向量,输出结果为物资匹配度,确定物资在射频数据和视觉数据中是否匹配;

对于匹配成功的射频特征和视觉特征数据,比较射频数据与视觉数据中识别出的物资在物资数量、尺寸、位置、品类各差异指标上的偏差,并根据物资的特点和盘点要求,对每个差异指标设定权重;

综合物资在各差异指标上的偏差,结合每个差异指标设定的权重,计算差异匹配指数,分析以确定射频特征数据与视觉特征数据之间的差异程度;

所述差异匹配指数的计算过程为:

从射频数据与视觉数据中提取识别出的物资在物资数量、尺寸、位置、品类各差异指标的关联数据,进而计算各差异指标的偏差;

基于射频数据识别出的物资数量和视觉数据识别出的物资数量,计算数量差值的绝对值与数量中最大值的比值,将偏差值归一化到0到1之间,得到物资数量偏差值,其表达式为: $DQ = \frac{|n_r - n_v|}{\max(n_r, n_v)}$ 其中, DQ 为物资数量偏差值, n_r 为射频数据识别出的物资数量, n_v 为视觉数据识别出的物资数量;

基于射频数据中物资尺寸信息和视觉数据中物资尺寸信息,获得射频物资尺寸向量与视觉物资尺寸向量,分别为 $\vec{S}_r = (s_{r1}, s_{r1}, \dots, s_{rm})$ 与 $\vec{S}_v = (s_{v1}, s_{v1}, \dots, s_{vm})$ 计算尺寸中每个维度的尺寸偏差平方和 $\sum_{i=1}^m (s_{ri} - s_{vi})^2$ 并综合多个维度的尺寸差异,与最大值平方和相除进行归一化,得到物资尺寸偏差值,其表达式为: $DS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (s_{ri} - s_{vi})^2}{\sum_{i=1}^m \max(s_{ri}^2, s_{vi}^2)}}$ 其中, DS 为物资尺寸偏差值, s_{ri} 为第 i 个尺寸差异维度的射频物资尺寸, s_{vi} 为第 i 个尺寸差异维度的视觉物资尺寸, $\vec{S}_r$ 为射频物资尺寸向量, $\vec{S}_v$ 为视觉物资尺寸向量, m 为尺寸差异维度数量;

基于射频数据定位的物资位置坐标 (x_r, y_r, z_r) 和视觉数据定位的位置坐标 (x_v, y_v, z_v) ;

计算空间欧氏距离的平方 $d_L^2 = (x_r - x_v)^2 + (y_r - y_v)^2 + (z_r - z_v)^2$ 并结合仓库空间中物资位置的最大距离平方 D_{max}^2 计算物资位置偏差值,分析位置偏差在整个仓库空间范围的相对

程度,其表达式为: $DL = \sqrt{\frac{d_L^2}{D_{max}^2}}$ 其中,DL为物资位置偏差值, d_L^2 为空间欧氏距离的平方, D_{max}^2 为物资位置的最大距离平方;

采用相似度衡量方法获取射频数据和视觉数据中物资品类的特征向量,分别为 $\vec{c}_r$ 和 $\vec{c}_v$ 并计算二者的余弦相似度 $\text{sim} = \frac{\vec{c}_r \cdot \vec{c}_v}{|\vec{c}_r| |\vec{c}_v|}$ 得到物资品类偏差值,将余弦相似度转换为偏差值,其表达式为: $DC = 1 - \text{sim}$, 其中,DC为物资品类偏差值, $\vec{c}_r$ 为射频数据中物资品类的特征向量, $\vec{c}_v$ 为视觉数据中物资品类的特征向量,sim为射频数据和视觉数据中物资品类特征向量的余弦相似度;

结合各差异指标设定的权重与计算的物资数量偏差值、物资尺寸偏差值、物资位置偏差值、物资品类偏差值,得到差异匹配指数DMI,综合衡量射频特征数据与视觉特征数据之间的差异程度;

所述差异匹配指数的表达式为:

$$DMI = 1 - e^{-(w_1 \cdot DQ + w_2 \cdot DS + w_3 \cdot DL + w_4 \cdot DC)}$$

其中,DMI是差异匹配指数,DQ是物资数量偏差值, w_1 是物资数量偏差值的权重,DS是物资尺寸偏差值, w_2 是物资尺寸偏差值的权重,DL是物资位置偏差值, w_3 是物资位置偏差值的权重,DC是物资品类偏差值, w_4 是物资品类偏差值的权重,且 $w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 1$, DMI的取值范围在0到1之间;

步骤五、基于偏差值的分析结果,标记异常盘点数据,并对异常盘点数据进行检验;

步骤六、将经过校验后的仓库物资盘点结果整理,输出仓库物资核对盘点报告。

2. 根据权利要求1所述的一种无人机智能动态盘点方法,其特征在于:所述步骤一中,无人机飞行盘点路线的规划过程包括:

获取仓库蓝图并实地勘察补充仓库货架状态,实地核查货架高度、层数、实际摆放间距以及飞行环境中的障碍物;

结合仓库库存数据,按物资品类、批次、保质期属性明确物资在不同区域的存放规律,确定重点盘点区域和常规盘点区域,其中,重点盘点区域包括频繁出入库、贵重物品、易损品存放处;

基于仓库实地状态和物资分布状态,使用网格模型描述盘点区域,将盘点区域划分为多个盘点子区域,采用网格化分区,将每排货架及其间通道作为独立网格,对大型货架的盘点区域进行分区,对于零散存放的盘点区域设为单独分区;

根据划分的盘点区域,设计往复折线的飞行路线,使飞行轨迹覆盖全部点位,并结合视觉识别有效范围、射频信号覆盖半径,使无人机飞行过程距离货架0.5米。

3. 根据权利要求2所述的一种无人机智能动态盘点方法,其特征在于:所述未盘点区域的标记过程包括:

在无人机上搭载视觉传感器,在无人机飞行过程中通过视觉传感器采集的通过图像识别判断飞行路径上是否出现新的遮挡物;

若检测到飞行路径上有障碍物,无人机的飞行控制系统根据预设的算法进行路径的动态调整,实施自动绕开障碍物的操作;

通过对已飞行轨迹和已采集数据区域的实时记录,对比最初规划的盘点区域范围,利

用无人机上GPS信息,同步标记尚未被飞行轨迹覆盖到的未盘点区域;

根据标记的未盘点区域,安排仓管人员核查标记区域的障碍物状态及物资状态,进行人工复核盘点。

4. 根据权利要求3所述的一种无人机智能动态盘点方法,其特征在于:所述步骤二中,射频数据与视觉数据的获取过程包括:

配置无人机飞行控制系统,输入飞行路线和参数,将无人机与地面控制站通过无线通信链路进行连接,通过地面控制站操控无人机按预定方式起飞,并远程启动搭载的射频识别设备和视觉识别系统;

利用射频识别设备实时扫描仓库物资上的射频标签,接收并处理射频信号,提取包含物资编号、品类基础信息的射频数据,将射频数据存储在无人机的本地存储设备中,并实时传输到地面控制站;

利用视觉识别系统持续拍摄经过区域的物资图像,从不同角度和距离记录物资的外观视觉特征,包括形状、颜色、标签,形成视觉数据,将视觉数据存储在无人机的本地存储设备中,并实时传输至地面控制站;

当无人机按照规划的飞行路线完成全部区域的盘点飞行后,操控无人机飞回起飞点,并将存储在无人机本地的射频数据和视觉数据以及地面控制站接收到的数据进行汇总,对数据进行初步的完整性检查,查看是否存在数据丢失、损坏情况,若有问题,分析原因并尝试恢复数据。

5. 根据权利要求4所述的一种无人机智能动态盘点方法,其特征在于:所述步骤三中,射频特征和视觉特征的获取过程包括:

对射频数据进行信号去噪和校准的预处理操作,其中,使用滤波技术去除射频信号中的噪声成分,通过校准消除设备间的差异,校准包括频率校准、增益校准和相位校准;

从射频数据中提取射频标签中的标签信息,包括物资编号、品类代码、生产批次,通过解析射频标签数据的结构和协议,提取标签信息,作为主要的射频特征,并从射频信号的时间域中提取幅度、能量、波形特征;

对视觉数据进行图像去噪、图像增强和图像转换的预处理操作,其中,使用均值滤波的滤波技术对图像进行去噪处理,对图像进行对比度增强、锐化处理,通过图像转换将图像从RGB颜色空间转换到HSV颜色空间;

使用Sobel边缘检测算法,提取图像中的边缘信息,基于边缘检测的结果,进一步提取物体的形状特征,包括轮廓、面积、周长,并使用局部二值模式的纹理描述方法,提取图像中的纹理特征,分析物体表面的纹理和细节信息,通过提取图像中的颜色矩特征,描述物体的颜色分布和颜色属性;

将从射频数据中提取的包括标签信息、时域特征、频域特征的射频特征,与从视觉数据中提取的边缘信息、形状特征、纹理特征、颜色特征的视觉特征,整合形成完整的特征向量。

6. 根据权利要求5所述的一种无人机智能动态盘点方法,其特征在于:所述异常盘点数据的标记过程包括:

根据历史盘点数据的统计分析、物资特性以及仓库管理精度要求,为物资数量偏差值、物资尺寸偏差值、物资位置偏差值和物资品类偏差值分别设定对应的异常判定阈值,作为判断数据是否异常的初步标准;

针对每一组已经计算出差异匹配指数的射频特征和视觉特征数据对应的物资盘点记录,将其在物资数量、尺寸、位置、品类各差异指标上的偏差值,分别与预先设定好的相应异常判定阈值进行比对,出现物资在任意一个差异指标上的偏差值超过对应的异常判定阈值,则该组盘点数据标记为异常盘点数据,在盘点数据报表中以红色突出显示异常盘点数据;

安排仓库工作人员前往标记异常的物资所在位置,实地查看物资的摆放、外观实际情况,检查物资是否存在遮挡情况,并查看物资标签是否有损坏、污损情况;

对照仓库库存管理系统中的物资基础信息,与实际物资及采集到的射频、视觉数据进行比对,确认是否存在信息不一致的问题,若仓库库存管理系统记录的物资品类与实际物资外观及射频标签中的品类代码不符,需进一步排查是录入错误或物资存放混乱原因导致的数据异常;

对于标记为异常的盘点数据,全面排查出导致数据异常的原因,在完成检验后,综合各方面的分析结果,对异常盘点数据给出最终的判定和处理意见,并采取相应的措施纠正异常情况。

7.根据权利要求6所述的一种无人机智能动态盘点方法,其特征在于:所述步骤六中,仓库物资核对盘点报告的输出过程包括:

从仓库管理系统、射频识别设备、视觉识别系统收集经过校验和确认的仓库盘点数据,并将不同来源的数据进行整合;

根据整理后的数据,列出物资的种类、数量、存放位置信息,包括物资编号、名称、规格型号、数量、存放货架/区域、层数,并使用图表直观展示物资的数量分布、存放位置信息,在图表下方添加说明文字,形成完整的仓库物资核对盘点报告;

对仓库物资核对盘点报告进行核对,并将仓库物资核对盘点报告以电子形式发布给相关人员,进而根据仓库物资核对盘点报告中提出的建议和措施,跟踪仓库管理的执行情况。

一种无人机智能动态盘点方法

技术领域

[0001] 本发明涉及仓储管理技术领域,具体为一种无人机智能动态盘点方法。

背景技术

[0002] 随着电子商务的发展,仓储行业面临着前所未有的压力,传统的库存盘点方法,如人工爬升高空货架进行清点,不仅耗时费力,而且容易出错,此外,人工盘点还存在安全隐患,如高空作业可能导致的人员伤害,无人机技术以其高效、灵活和安全的特性,成为解决仓储行业库存管理难题的有力工具,无人机可轻松地飞到高空,利用摄像头和传感器进行快速而准确的扫描,将数据传输到后台系统,实现高效的库存盘点。

[0003] 无人机在仓库中飞行使用射频技术或视觉技术进行仓库物资的核对盘点时,受仓库货架物品摆放、标签损坏或遮挡等因素的干扰,易导致识别失败或错误,进而影响仓库物资的核对盘点精度,因此,如何结合射频技术和视觉技术,匹配二者数据契合度并进行分析,以提高仓库货物的核对判定精度和稳定性,是我们要解决的问题,为此,现提出一种无人机智能动态盘点方法。

发明内容

[0004] 为实现以上目的,本发明通过以下技术方案予以实现:一种无人机智能动态盘点方法,包括以下步骤:

[0005] 步骤一、根据仓库的布局、货架分布以及物资存放区域信息,规划无人机飞行盘点路线,并标记未盘点区域;

[0006] 步骤二、无人机飞行获取仓库物资上的射频数据与物资图像视觉数据;

[0007] 步骤三、对采集的射频数据与物资图像视觉数据进行预处理,并进行特征提取,获取射频特征和视觉特征;

[0008] 步骤四、将射频特征数据与视觉特征数据进行关联匹配,比对射频特征数据与视觉特征数据的偏差值;

[0009] 步骤五、基于偏差值的分析结果,标记异常盘点数据,并对异常盘点数据进行检验;

[0010] 步骤六、将经过校验后的仓库物资盘点结果整理,输出仓库物资核对盘点报告,包含物资种类、数量、存放位置的详细信息,为仓库管理提供可靠依据。

[0011] 优选的,所述步骤一中,无人机飞行盘点路线的规划过程包括:

[0012] 获取仓库蓝图并实地勘察补充仓库货架状态,实地核查货架高度、层数、实际摆放间距以及飞行环境中的障碍物;

[0013] 结合仓库库存数据,按物资品类、批次、保质期属性明确物资在不同区域的存放规律,确定重点盘点区域和常规盘点区域,其中,重点盘点区域包括频繁出入库、贵重物品、易损品存放处;

[0014] 基于仓库实地状态和物资分布状态,使用网格模型描述盘点区域,将盘点区域划

分为多个盘点子区域,采用网格化分区,将每排货架及其间通道作为独立网格,对大型货架的盘点区域进行分区,对于零散存放的盘点区域设为单独分区;

[0015] 根据划分的盘点区域,设计往复折线的飞行路线,确保无人机贴近货架穿梭,全面扫描物资标签与捕捉视觉画面,使飞行轨迹覆盖全部点位,并结合视觉识别有效范围、射频信号覆盖半径,使无人机飞行过程距离货架0.5米。

[0016] 优选的,所述未盘点区域的标记过程包括:

[0017] 在无人机上搭载视觉传感器,在无人机飞行过程中通过视觉传感器采集的通过图像识别判断飞行路径上是否出现新的遮挡物;

[0018] 若检测到飞行路径上有障碍物,无人机的飞行控制系统根据预设的算法进行路径的动态调整,实施自动绕开障碍物的操作,确保无人机能够继续安全、平稳地飞行,避免因碰撞等意外情况导致盘点工作中断,同时也保障了数据采集的连续性;

[0019] 通过对已飞行轨迹和已采集数据区域的实时记录,对比最初规划的盘点区域范围,利用无人机上GPS信息,同步标记尚未被飞行轨迹覆盖到的未盘点区域;

[0020] 根据标记的未盘点区域,安排仓管人员核查标记区域的障碍物状态及物资状态,进行人工复核盘点,进一步确保整个仓库空间都能被全面覆盖,最大限度减少遗漏区域,提高仓库物资盘点的完整性和准确性。

[0021] 优选的,所述步骤二中,射频数据与视觉数据的获取过程包括:

[0022] 配置无人机飞行控制系统,输入飞行路线和参数,将无人机与地面控制站通过无线通信链路进行连接,通过地面控制站操控无人机按预定方式起飞,并远程启动搭载的射频识别设备和视觉识别系统;

[0023] 利用射频识别设备实时扫描仓库物资上的射频标签,接收并处理射频信号,提取包含物资编号、品类基础信息的射频数据,将射频数据存储在无人机的本地存储设备中,并实时传输到地面控制站;

[0024] 利用视觉识别系统持续拍摄经过区域的物资图像,从不同角度和距离记录物资的外观视觉特征,包括形状、颜色、标签,形成视觉数据,将视觉数据存储在无人机的本地存储设备中,并实时传输至地面控制站;

[0025] 当无人机按照规划的飞行路线完成全部区域的盘点飞行后,操控无人机飞回起飞点,并将存储在无人机本地的射频数据和视觉数据以及地面控制站接收到的数据进行汇总,对数据进行初步的完整性检查,查看是否存在数据丢失、损坏情况,若有问题,及时分析原因并尝试恢复数据,为后续的数据预处理和进一步分析做好准备。

[0026] 优选的,所述步骤三中,射频特征和视觉特征的获取过程包括:

[0027] 对射频数据进行信号去噪和校准的预处理操作,其中,使用滤波技术(低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器等)去除射频信号中的噪声成分,以提高信号的质量,通过校准消除设备间的差异,使得提取的特征更加稳定和一致,校准包括频率校准、增益校准和相位校准;

[0028] 从射频数据中提取射频标签中的标签信息,包括物资编号、品类代码、生产批次,通过解析射频标签数据的结构和协议,提取标签信息,作为主要的射频特征,并从射频信号的时间域中提取幅度、能量、波形特征,幅度特征反映信号的振幅大小,能量特征表示信号的能量分布,波形特征描述信号的形状,将射频信号转换到频域,提取频谱、谐波、相位频域

特征,分析信号在频率上的分布和特性;

[0029] 对视觉数据进行图像去噪、图像增强和图像转换的预处理操作,其中,使用均值滤波的滤波技术对图像进行去噪处理,以提高图像的质量,对图像进行对比度增强、锐化处理,以提高图像的清晰度和可视性,通过图像转换将图像从RGB颜色空间转换到HSV颜色空间,以便于后续的特征提取;

[0030] 使用Sobel边缘检测算法,提取图像中的边缘信息,基于边缘检测的结果,进一步提取物体的形状特征,包括轮廓、面积、周长,用于物体的识别和分类,并使用局部二值模式的纹理描述方法,提取图像中的纹理特征,分析物体表面的纹理和细节信息,通过提取图像中的颜色矩特征,描述物体的颜色分布和颜色属性;

[0031] 将从射频数据中提取的包括标签信息、时域特征、频域特征的射频特征,与从视觉数据中提取的边缘信息、形状特征、纹理特征、颜色特征的视觉特征,整合形成完整的特征向量。

[0032] 优选的,所述步骤四中,比对射频特征数据与视觉特征数据偏差值的过程包括:

[0033] 以射频数据中的物资标签编号为索引,物资标签编号是每个物资在射频识别系统中的唯一标识符,在射频特征提取阶段已经从标签信息中获取,通过图像识别算法定位视觉数据中的标签位置,将视觉数据与射频标签编号进行初步关联,对于无法直接通过标签在图像中定位关联的情况,利用无人机的飞行轨迹数据和采集时间戳,由于在同一时间和相近位置采集的射频数据和视觉数据大概率属于同一物资,根据时间和空间的临近性建立关联索引;

[0034] 使用监督学习算法训练的匹配模型,输入射频特征和视觉特征作为特征向量,输出结果为物资匹配度,确定物资在射频数据和视觉数据中是否匹配,匹配模型的训练通过收集大量已经明确匹配(通过人工标注确定)和不匹配的样本数据实现,训练好的匹配模型可以对新的射频-视觉特征对进行匹配判断,提高匹配的准确性和效率;

[0035] 对于匹配成功的射频特征和视觉特征数据,比较射频数据与视觉数据中识别出的物资在物资数量、尺寸、位置、品类各差异指标上的偏差,并根据物资的特点和盘点要求,对每个差异指标设定权重;

[0036] 综合物资在各差异指标上的偏差,结合每个差异指标设定的权重,计算差异匹配指数,分析以确定射频特征数据与视觉特征数据之间的差异程度。

[0037] 优选的,所述差异匹配指数的计算过程为:

[0038] 从射频数据与视觉数据中提取识别出的物资在物资数量、尺寸、位置、品类各差异指标的关联数据,进而计算各差异指标的偏差;

[0039] 基于射频数据识别出的物资数量和视觉数据识别出的物资数量,计算数量差值的绝对值与数量中最大值的比值,将偏差值归一化到0到1之间,得到物资数量偏差值,其表达式为: $DQ = \frac{|n_r - n_v|}{\max(n_r, n_v)}$ 其中, DQ为物资数量偏差值, n_r 为射频数据识别出的物资数量, n_v 为视觉数据识别出的物资数量;

[0040] 基于射频数据中物资尺寸信息和视觉数据中物资尺寸信息,获得射频物资尺寸向量与视觉物资尺寸向量,分别为 $\vec{s}_r = (s_{r1}, s_{r1}, \dots, s_{rm})$ 与 $\vec{s}_v = (s_{v1}, s_{v1}, \dots, s_{vm})$ 计算

尺寸中每个维度的尺寸偏差平方和 $\sum_{i=1}^m (s_{ri} - s_{vi})^2$ 并综合多个维度的尺寸差异,与最大值平方和相除进行归一化,得到物资尺寸偏差值,其表达式为: $DS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (s_{ri} - s_{vi})^2}{\sum_{i=1}^m \max(s_{ri}^2, s_{vi}^2)}}$ 其中,DS为物资尺寸偏差值, s_{ri} 为第i个尺寸差异维度的射频物资尺寸, s_{vi} 为第i个尺寸差异维度的视觉物资尺寸, $\vec{s}_r$ 为射频物资尺寸向量, $\vec{s}_v$ 为视觉物资尺寸向量,m为尺寸差异维度数量;

[0041] 基于射频数据定位的物资位置坐标 (x_r, y_r, z_r) 和视觉数据定位的位置坐标 (x_v, y_v, z_v) ;

[0042] 计算空间欧氏距离的平方 $d_L^2 = (x_r - x_v)^2 + (y_r - y_v)^2 + (z_r - z_v)^2$ 并结合仓库空间中物资位置的最大距离平方 D_{max}^2 (根据仓库的尺寸预先确定),计算物资位置偏差值,分析位置偏差在整个仓库空间范围的相对程度,其表达式为: $DL = \sqrt{\frac{d_L^2}{D_{max}^2}}$ 其中,DL为物资位置偏差值, d_L^2 为空间欧氏距离的平方, D_{max}^2 为物资位置的最大距离平方;

[0043] 采用相似度衡量方法获取射频数据和视觉数据中物资品类的特征向量,分别为 $\vec{c}_r$ 和 $\vec{c}_v$ 并计算二者的余弦相似度 $\text{sim} = \frac{\vec{c}_r \cdot \vec{c}_v}{|\vec{c}_r| |\vec{c}_v|}$ 得到物资品类偏差值,将余弦相似度转换为偏差值,其表达式为: $DC = 1 - \text{sim}$,其中,DC为物资品类偏差值, $\vec{c}_r$ 为射频数据中物资品类的特征向量, $\vec{c}_v$ 为视觉数据中物资品类的特征向量,sim为射频数据和视觉数据中物资品类特征向量的余弦相似度,DC范围为0到1之间,DC值越大表示品类偏差越大;

[0044] 结合各差异指标设定的权重与计算的物资数量偏差值、物资尺寸偏差值、物资位置偏差值、物资品类偏差值,得到差异匹配指数DMI,综合衡量射频特征数据与视觉特征数据之间的差异程度。

[0045] 优选的,所述差异匹配指数的表达式为:

$$[0046] \quad DMI = 1 - e^{-(w_1 \cdot DQ + w_2 \cdot DS + w_3 \cdot DL + w_4 \cdot DC)}$$

[0047] 其中,DMI是差异匹配指数,DQ是物资数量偏差值, w_1 是物资数量偏差值的权重,DS是物资尺寸偏差值, w_2 是物资尺寸偏差值的权重,DL是物资位置偏差值, w_3 是物资位置偏差值的权重,DC是物资品类偏差值, w_4 是物资品类偏差值的权重,且 $w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 1$,DMI用于综合衡量射频特征数据与视觉特征数据之间的差异程度,DMI的取值范围在0到1之间。

[0048] 优选的,所述异常盘点数据的标记过程包括:

[0049] 根据历史盘点数据的统计分析、物资特性以及仓库管理精度要求,为物资数量偏差值、物资尺寸偏差值、物资位置偏差值和物资品类偏差值分别设定对应的异常判定阈值,作为判断数据是否异常的初步标准,其中,异常判定阈值的设定,通过收集多轮次正常盘点情况下各差异指标的偏差数据,观察其分布规律,计算均值最终确定异常判定阈值;

[0050] 针对每一组已经计算出差异匹配指数的射频特征和视觉特征数据对应的物资盘点记录,将其在物资数量、尺寸、位置、品类各差异指标上的偏差值,分别与预先设定好的相应异常判定阈值进行比对,出现物资在任意一个差异指标上的偏差值超过对应的异常判定阈值,则该组盘点数据标记为异常盘点数据,在盘点数据报表中以红色突出显示异常盘点

数据,方便后续能快速识别和筛选出异常盘点数据;

[0051] 安排仓库工作人员前往标记异常的物资所在位置,实地查看物资的摆放、外观实际情况,检查物资是否存在遮挡情况,若物资被其他物品部分遮挡,易导致视觉识别系统无法完整获取其图像特征,从而出现尺寸、品类方面的识别偏差,并查看物资标签是否有损坏、污损情况,损坏的标签易使射频识别设备无法准确读取信息,造成数据异常;

[0052] 对照仓库库存管理系统中的物资基础信息(物资编号、入库时间、批次),与实际物资及采集到的射频、视觉数据进行比对,确认是否存在信息不一致的问题,若仓库库存管理系统记录的物资品类与实际物资外观及射频标签中的品类代码不符,需进一步排查是录入错误或物资存放混乱原因导致的数据异常;

[0053] 对于标记为异常的盘点数据,确保全面排查出导致数据异常的原因,在完成检验后,综合各方面的分析结果,对异常盘点数据给出最终的判定和处理意见,并采取相应的措施纠正异常情况,提高盘点数据的准确性和可靠性。

[0054] 优选的,所述步骤六中,仓库物资核对盘点报告的输出过程包括:

[0055] 从仓库管理系统、射频识别设备、视觉识别系统收集经过校验和确认的仓库盘点数据,并将不同来源的数据进行整合,确保数据的完整性和一致性;

[0056] 根据整理后的数据,列出物资的种类、数量、存放位置信息,包括物资编号、名称、规格型号、数量、存放货架/区域、层数,确保每种物资的信息都准确无误,并使用图表直观展示物资的数量分布、存放位置信息,在图表下方添加必要的说明文字,形成完整的仓库物资核对盘点报告;

[0057] 对仓库物资核对盘点报告进行核对,并将仓库物资核对盘点报告以电子形式发布给相关人员,确保所有相关人员都能及时获取到最新的盘点报告,进而根据仓库物资核对盘点报告中提出的建议和措施,跟踪仓库管理的执行情况。

[0058] 本发明提供了一种无人机智能动态盘点方法。具备以下有益效果:

[0059] 一、该无人机智能动态盘点方法,通过射频与视觉技术的协同运用,增强了盘点精准度,射频识别可精准读取物资标签信息,获取物资编号、品类代码关键数据,利用视觉识别系统可从多角度、多距离捕捉物资外观特征,辅助确认物资品类与状态,能够在短时间内对仓库内的大面积区域进行高效盘点,保障仓库运营顺畅。

[0060] 二、该无人机智能动态盘点方法,通过无人机智能动态盘点方法的应用,使得仓库管理人员无需投入大量人力进行繁琐的盘点工作,无人机能够自主飞行,按照预设的航线对仓库物资进行全面扫描盘点,大大减少了人工操作的需求,不仅降低了人力成本,还使得仓库管理人员能够将更多精力投入其他重要的管理工作中,从而提升仓库的整体运营效率。

附图说明

[0061] 图1为本发明一种无人机智能动态盘点方法的方法流程图;

[0062] 图2为本发明射频特征和视觉特征的获取流程图;

[0063] 图3为本发明比对射频特征数据与视觉特征数据偏差值的流程图。

具体实施方式

[0064] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。本发明的实施例是为了示例和描述起见而给出的,而并不是无遗漏的或者将本发明限于所公开的形式。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员而言是显而易见的。选择和描述实施例是为了更好说明本发明的原理和实际应用,并且使本领域的普通技术人员能够理解本发明从而设计适于特定用途的带有各种修改的各种实施例。

[0065] 第一实施例,如图1、图2所示,本发明提供一种技术方案:一种无人机智能动态盘点方法,包括以下步骤:

[0066] 步骤一、根据仓库的布局、货架分布以及物资存放区域信息,规划无人机飞行盘点路线,并标记未盘点区域,确保能够全面覆盖需要盘点的仓库空间,尽量减少遗漏区域,并检查无人机搭载的射频识别设备和视觉识别系统,确保其正常工作,同时设定识别参数,包括射频识别的频段、功率,视觉识别的分辨率、拍摄帧率;

[0067] 进一步地,无人机飞行盘点路线的规划过程包括:

[0068] 获取仓库蓝图并实地勘察补充仓库货架状态,实地核查货架高度、层数、实际摆放间距以及飞行环境中的障碍物,结合仓库库存数据,按物资品类、批次、保质期属性明确物资在不同区域的存放规律,确定重点盘点区域和常规盘点区域,其中,重点盘点区域包括频繁出入库、贵重物品、易损品存放处,基于仓库实地状态和物资分布状态,使用网格模型描述盘点区域,将盘点区域划分为多个盘点子区域,采用网格化分区,将每排货架及其间通道作为独立网格,对大型货架的盘点区域进行分区,对于零散存放的盘点区域设为单独分区,根据划分的盘点区域,设计往复折线的飞行路线,确保无人机贴近货架穿梭,全面扫描物资标签与捕捉视觉画面,使飞行轨迹覆盖全部点位,并结合视觉识别有效范围、射频信号覆盖半径,使无人机飞行过程距离货架0.5米;

[0069] 未盘点区域的标记过程包括:

[0070] 在无人机上搭载视觉传感器,在无人机飞行过程中通过视觉传感器采集的通过图像识别判断飞行路径上是否出现新的遮挡物,若检测到飞行路径上有障碍物,无人机的飞行控制系统根据预设的算法进行路径的动态调整,实施自动绕开障碍物的操作,确保无人机能够继续安全、平稳地飞行,避免因碰撞等意外情况导致盘点工作中断,同时也保障了数据采集的连续性,通过对已飞行轨迹和已采集数据区域的实时记录,对比最初规划的盘点区域范围,利用无人机上GPS信息,同步标记尚未被飞行轨迹覆盖到的未盘点区域,根据标记的未盘点区域,安排仓管人员核查标记区域的障碍物状态及物资状态,进行人工复核盘点,进一步确保整个仓库空间都能被全面覆盖,最大限度减少遗漏区域,提高仓库物资盘点的完整性和准确性;

[0071] 步骤二、无人机飞行获取仓库物资上的射频数据与物资图像视觉数据,按照规划好的飞行路线,操控无人机起飞并开始飞行,在飞行过程中,利用射频识别设备实时扫描仓库物资上的射频标签,获取包含物资编号、品类基础信息的射频数据,视觉识别系统持续拍摄经过区域的物资图像,从不同角度和距离记录物资的外观视觉特征,形成视觉数据,配置无人机飞行控制系统,输入飞行路线和参数,将无人机与地面控制站通过无线通信链路进行连接,通过地面控制站操控无人机按预定方式起飞,并远程启动搭载的射频识别设备和视觉识别系统,利用射频识别设备实时扫描仓库物资上的射频标签,接收并处理射频信号,

提取包含物资编号、品类基础信息的射频数据,将射频数据存储在无人的本地存储设备中,并实时传输到地面控制站,利用视觉识别系统持续拍摄经过区域的物资图像,从不同角度和距离记录物资的外观视觉特征,包括形状、颜色、标签,形成视觉数据,将视觉数据存储在无人的本地存储设备中,并实时传输至地面控制站,当无人机按照规划的飞行路线完成全部区域的盘点飞行后,操控无人机飞回起飞点,并将存储在无人机本地的射频数据和视觉数据以及地面控制站接收到的数据进行汇总,对数据进行初步的完整性检查,查看是否存在数据丢失、损坏情况,若有问题,及时分析原因并尝试恢复数据,为后续的数据预处理和进一步分析做好准备;

[0072] 步骤三、对采集的射频数据与物资图像视觉数据进行预处理,并进行特征提取,获取射频特征和视觉特征,对射频数据进行信号去噪和校准的预处理操作,其中,使用滤波技术(低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器等)去除射频信号中的噪声成分,以提高信号的质量,通过校准消除设备间的差异,使得提取的特征更加稳定和一致,校准包括频率校准、增益校准和相位校准,从射频数据中提取射频标签中的标签信息,包括物资编号、品类代码、生产批次,通过解析射频标签数据的结构和协议,提取标签信息,作为主要的射频特征,并从射频信号的时间域中提取幅度、能量、波形特征,幅度特征反映信号的振幅大小,能量特征表示信号的能量分布,波形特征描述信号的形状,将射频信号转换到频域,提取频谱、谐波、相位频域特征,分析信号在频率上的分布和特性,对视觉数据进行图像去噪、图像增强和图像转换的预处理操作,其中,使用均值滤波的滤波技术对图像进行去噪处理,以提高图像的质量,对图像进行对比度增强、锐化处理,以提高图像的清晰度和可视性,通过图像转换将图像从RGB颜色空间转换到HSV颜色空间,以便于后续的特征提取,使用Sobel边缘检测算法,提取图像中的边缘信息,基于边缘检测的结果,进一步提取物体的形状特征,包括轮廓、面积、周长,用于物体的识别和分类,并使用局部二值模式的纹理描述方法,提取图像中的纹理特征,分析物体表面的纹理和细节信息,通过提取图像中的颜色矩特征,描述物体的颜色分布和颜色属性,将从射频数据中提取的包括标签信息、时域特征、频域特征的射频特征,与从视觉数据中提取的边缘信息、形状特征、纹理特征、颜色特征的视觉特征,整合形成完整的特征向量;

[0073] 步骤四、将射频特征数据与视觉特征数据进行关联匹配,比对射频特征数据与视觉特征数据的偏差值;

[0074] 步骤五、基于偏差值的分析结果,标记异常盘点数据,并对异常盘点数据进行检验;

[0075] 步骤六、将经过校验后的仓库物资盘点结果整理,输出仓库物资核对盘点报告,包含物资种类、数量、存放位置的详细信息,为仓库管理提供可靠依据。

[0076] 第二实施例,在实施例一的基础上,请参阅图3所示,步骤四中,比对射频特征数据与视觉特征数据偏差值的过程包括:

[0077] 以射频数据中的物资标签编号为索引,物资标签编号是每个物资在射频识别系统中的唯一标识符,在射频特征提取阶段已经从标签信息中获取,通过图像识别算法定位视觉数据中的标签位置,将视觉数据与射频标签编号进行初步关联,对于无法直接通过标签在图像中定位关联的情况,利用无人机的飞行轨迹数据和采集时间戳,由于在同一时间和相近位置采集的射频数据和视觉数据大概率属于同一物资,根据时间和空间的临近性建立

关联索引,使用监督学习算法训练的匹配模型,输入射频特征和视觉特征作为特征向量,输出结果为物资匹配度,确定物资在射频数据和视觉数据中是否匹配,匹配模型的训练通过收集大量已经明确匹配(通过人工标注确定)和不匹配的样本数据实现,训练好的匹配模型可以对新的射频-视觉特征对进行匹配判断,提高匹配的准确性和效率,对于匹配成功的射频特征和视觉特征数据,比较射频数据与视觉数据中识别出的物资在物资数量、尺寸、位置、品类各差异指标上的偏差,并根据物资的特点和盘点要求,对每个差异指标设定权重,综合物资在各差异指标上的偏差,结合每个差异指标设定的权重,计算差异匹配指数,分析以确定射频特征数据与视觉特征数据之间的差异程度;

[0078] 差异匹配指数的计算过程为:

[0079] 从射频数据与视觉数据中提取识别出的物资在物资数量、尺寸、位置、品类各差异指标的关联数据,进而计算各差异指标的偏差,基于射频数据识别出的物资数量和视觉数据识别出的物资数量,计算数量差值的绝对值与数量中最大值的比值,将偏差值归一化到0

到1之间,得到物资数量偏差值,其表达式为: $DQ = \frac{|n_r - n_v|}{\max(n_r, n_v)}$ 其中, DQ 为物资数量偏差值,

n_r 为射频数据识别出的物资数量, n_v 为视觉数据识别出的物资数量,基于射频数据中物资尺寸信息和视觉数据中物资尺寸信息,获得射频物资尺寸向量与视觉物资尺寸向量,分别为 $\vec{s}_r = (s_{r1}, s_{r1}, \dots, s_{rm})$ 与 $\vec{s}_v = (s_{v1}, s_{v1}, \dots, s_{vm})$ 计算尺寸中每个维度的尺寸偏差平方和 $\sum_{i=1}^m (s_{ri} - s_{vi})^2$ 并综合多个维度的尺寸差异,与最大值平方和相除进行归一化,得到物资

尺寸偏差值,其表达式为: $DS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (s_{ri} - s_{vi})^2}{\sum_{i=1}^m \max(s_{ri}^2, s_{vi}^2)}}$ 其中, DS 为物资尺寸偏差值, s_{ri} 为第 i 个尺寸差异维度的射频物资尺寸, s_{vi} 为第 i 个尺寸差异维度的视觉物资尺寸, $\vec{s}_r$ 为射频物资尺寸向量, $\vec{s}_v$ 为视觉物资尺寸向量, m 为尺寸差异维度数量,基于射频数据定位的物资位置坐标 (x_r, y_r, z_r) 和视觉数据定位的位置坐标 (x_v, y_v, z_v) ;

[0080] 计算空间欧氏距离的平方 $d_L^2 = (x_r - x_v)^2 + (y_r - y_v)^2 + (z_r - z_v)^2$ 并结合仓库空间中物资位置的最大距离平方 D_{max}^2 (根据仓库的尺寸预先确定),计算物资位置偏差值,分析位

置偏差在整个仓库空间范围的相对程度,其表达式为: $DL = \sqrt{\frac{d_L^2}{D_{max}^2}}$ 其中, DL 为物资位置偏

差值, d_L^2 为空间欧氏距离的平方, D_{max}^2 为物资位置的最大距离平方,采用相似度衡量方法获取射频数据和视觉数据中物资品类的特征向量,分别为 $\vec{c}_r$ 和 $\vec{c}_v$ 并计算二者的余弦相似度

$\text{sim} = \frac{\vec{c}_r \cdot \vec{c}_v}{|\vec{c}_r| |\vec{c}_v|}$ 得到物资品类偏差值,将余弦相似度转换为偏差值,其表达式为: $DC = 1 - \text{sim}$,其

中, DC 为物资品类偏差值, $\vec{c}_r$ 为射频数据中物资品类的特征向量, $\vec{c}_v$ 为视觉数据中物资品类的特征向量, sim 为射频数据和视觉数据中物资品类特征向量的余弦相似度, DC 范围为0到1之间, DC 值越大表示品类偏差越大,结合各差异指标设定的权重与计算的物资数量偏差值、物资尺寸偏差值、物资位置偏差值、物资品类偏差值,得到差异匹配指数 DMI ,综合衡量射频特征数据与视觉特征数据之间的差异程度;

[0081] 进一步地,差异匹配指数的表达式为:

[0082]
$$DMI = 1 - e^{-(w_1 \cdot DQ + w_2 \cdot DS + w_3 \cdot DL + w_4 \cdot DC)}$$

[0083] 其中,DMI是差异匹配指数,DQ是物资数量偏差值, w_1 是物资数量偏差值的权重,DS是物资尺寸偏差值, w_2 是物资尺寸偏差值的权重,DL是物资位置偏差值, w_3 是物资位置偏差值的权重,DC是物资品类偏差值, w_4 是物资品类偏差值的权重,且 $w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 1$,DMI用于综合衡量射频特征数据与视觉特征数据之间的差异程度,DMI的取值范围在0到1之间,DMI值越接近0,表示射频和视觉特征数据之间的匹配度越高,差异程度越小;DMI值越接近1,表示差异程度越大,DQ、DS、DL、DC的取值范围都在0到1之间,当所有差异指标偏差(DQ、DS、DL、DC)都为1(即射频和视觉数据在各方面完全匹配)时, $DMI = 1$;当差异指标偏差足够大,使得加权和趋近于无穷大时, $e^{-(w_1 \cdot DQ + w_2 \cdot DS + w_3 \cdot DL + w_4 \cdot DC)}$ 趋近于0,DMI趋近于1;

[0084] 随着各差异指标偏差(DQ、DS、DL、DC)的增大,加权和 $w_1 \cdot DQ + w_2 \cdot DS + w_3 \cdot DL + w_4 \cdot DC$ 也会增大, $e^{-(w_1 \cdot DQ + w_2 \cdot DS + w_3 \cdot DL + w_4 \cdot DC)}$ 会减小, $DMI = 1 - e^{-(w_1 \cdot DQ + w_2 \cdot DS + w_3 \cdot DL + w_4 \cdot DC)}$ 会增大,即差异匹配指数反映出射频和视觉特征数据之间的差异程度在增大,反之,当各差异指标偏差减小时,DMI会减小,表示差异程度在减小;

[0085] 异常盘点数据的标记过程包括:

[0086] 根据历史盘点数据的统计分析、物资特性以及仓库管理精度要求,为物资数量偏差值、物资尺寸偏差值、物资位置偏差值和物资品类偏差值分别设定对应的异常判定阈值,作为判断数据是否异常的初步标准,其中,异常判定阈值的设定,通过收集多轮次正常盘点情况下各差异指标的偏差数据,观察其分布规律,计算均值最终确定异常判定阈值,针对每一组已经计算出差异匹配指数的射频特征和视觉特征数据对应的物资盘点记录,将其在物资数量、尺寸、位置、品类各差异指标上的偏差值,分别与预先设定好的相应异常判定阈值进行比对,出现物资在任意一个差异指标上的偏差值超过对应的异常判定阈值,则该组盘点数据标记为异常盘点数据,在盘点数据报表中以红色突出显示异常盘点数据,方便后续能快速识别和筛选出异常盘点数据,安排仓库工作人员前往标记异常的物资所在位置,实地查看物资的摆放、外观实际情况,检查物资是否存在遮挡情况,若物资被其他物品部分遮挡,易导致视觉识别系统无法完整获取其图像特征,从而出现尺寸、品类方面的识别偏差,并查看物资标签是否有损坏、污损情况,损坏的标签易使射频识别设备无法准确读取信息,造成数据异常,对照仓库库存管理系统中的物资基础信息(物资编号、入库时间、批次),与实际物资及采集到的射频、视觉数据进行比对,确认是否存在信息不一致的问题,若仓库库存管理系统记录的物资品类与实际物资外观及射频标签中的品类代码不符,需进一步排查是录入错误或物资存放混乱原因导致的数据异常,对于标记为异常的盘点数据,确保全面排查出导致数据异常的原因,在完成检验后,综合各方面的分析结果,对异常盘点数据给出最终的判定和处理意见,并采取相应的措施纠正异常情况,提高盘点数据的准确性和可靠性;

[0087] 步骤六中,仓库物资核对盘点报告的输出过程包括:

[0088] 从仓库管理系统、射频识别设备、视觉识别系统收集经过校验和确认的仓库盘点数据,并将不同来源的数据进行整合,确保数据的完整性和一致性,根据整理后的数据,列出物资的种类、数量、存放位置信息,包括物资编号、名称、规格型号、数量、存放货架/区域、层数,确保每种物资的信息都准确无误,并使用图表直观展示物资的数量分布、存放位置信息,在图表下方添加必要的说明文字,形成完整的仓库物资核对盘点报告,对仓库物资核对

盘点报告进行核对,并将仓库物资核对盘点报告以电子形式发布给相关人员,确保所有相关人员都能及时获取到最新的盘点报告,进而根据仓库物资核对盘点报告中提出的建议和措施,跟踪仓库管理的执行情况。

[0089] 显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域及相关领域的普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都应属于本发明保护的范围。本发明中未具体描述和解释说明的结构、装置以及操作方法,如无特别说明和限定,均按照本领域的常规手段进行实施。

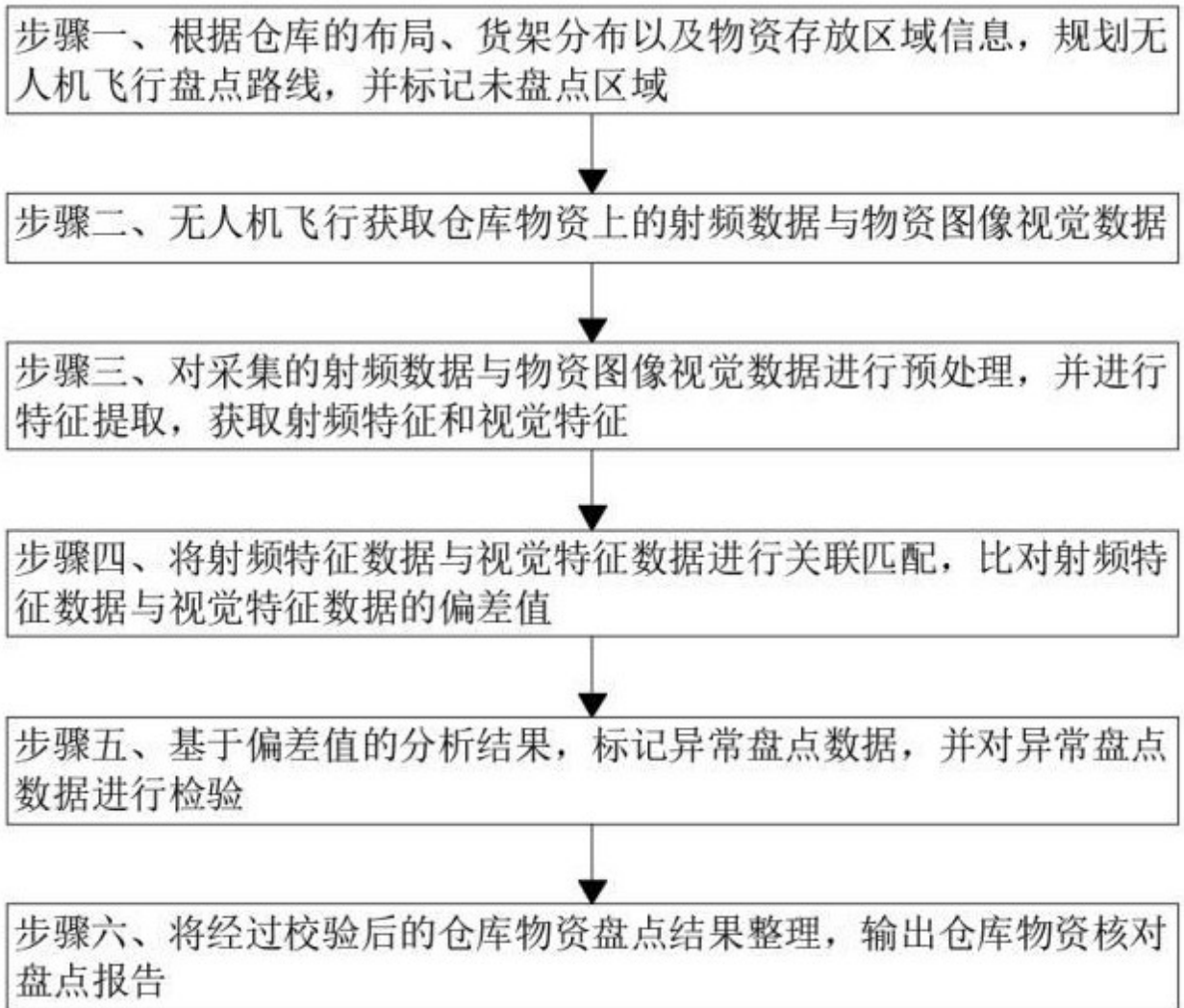


图 1

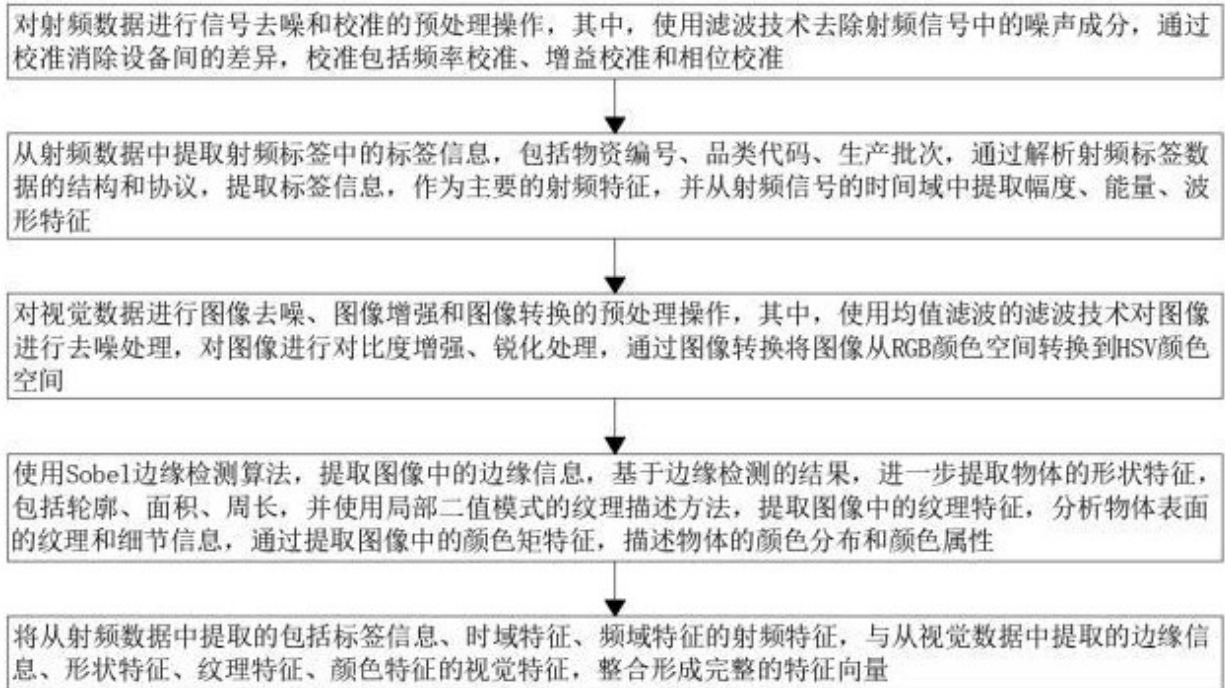


图 2

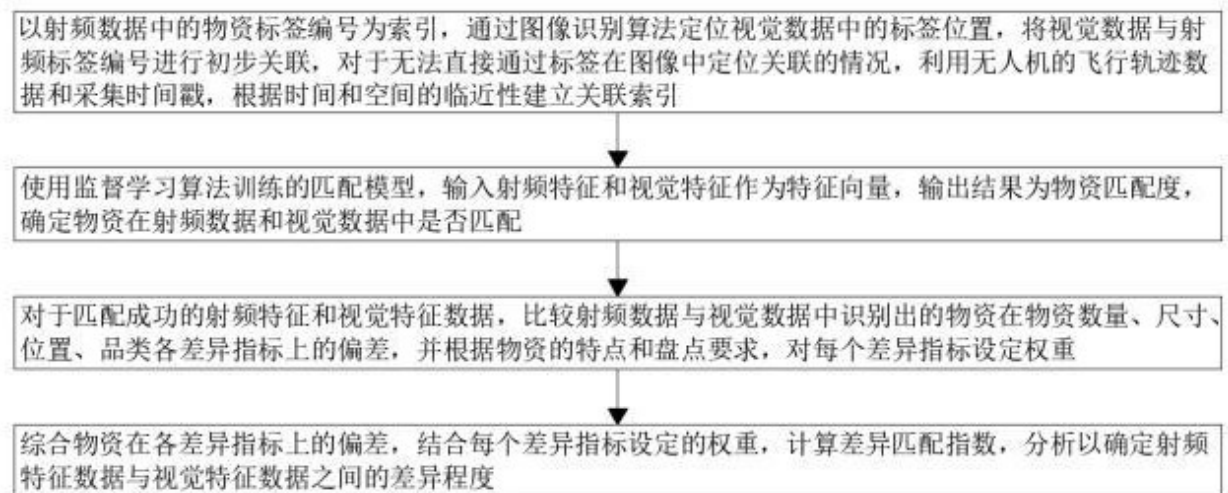


图 3