



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116503912 A

(43) 申请公布日 2023. 07. 28

(21) 申请号 202310744985.8

G06V 10/75 (2022.01)

(22) 申请日 2023.06.25

G06V 20/52 (2022.01)

G06V 10/762 (2022.01)

(71) 申请人 山东艾克斯智能科技有限公司

地址 272000 山东省济宁市任城区金城街  
道永基城A座2316

(72) 发明人 闫红卫 陈浩

(74) 专利代理机构 济宁仁礼信知识产权代理事  
务所(普通合伙) 37383

专利代理师 王更星

(51) Int. Cl.

G06V 40/10 (2022.01)

G06V 10/10 (2022.01)

G06V 10/80 (2022.01)

G06V 10/764 (2022.01)

G06V 10/84 (2022.01)

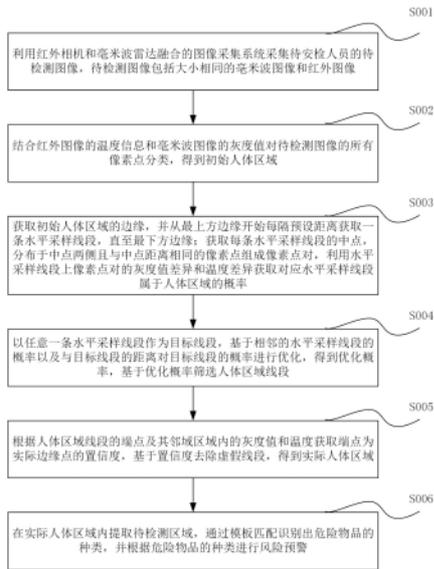
权利要求书2页 说明书10页 附图1页

(54) 发明名称

基于电子图囊的安检预警方法

(57) 摘要

本发明涉及数据处理技术领域,具体涉及一种基于电子图囊的安检预警方法,该方法采集待安检人员的毫米波图像和红外图像;结合红外图像的温度信息和毫米波图像的灰度值得到初始人体区域;获取初始人体区域内每条水平采样线段的中点以及像素点对,获取水平采样线段属于人体区域的概率;通过水平采样线段筛选模块获取优化概率进而筛选人体区域线段;获取端点为实际边缘点的置信度,进而去除虚假线段得到实际人体区域;在实际人体区域内识别出危险物品的种类并进行风险预警。本发明能够通过数据处理精准识别出人体区域,避免了毫米波图像的图像模糊、噪声干扰等现象,提高了安检时风险预警的准确性和灵敏性。



1. 基于电子图囊的安检预警方法,其特征在於,该方法包括以下步骤:

利用红外相机和毫米波雷达融合的图像采集系统采集待安检人员的待检测图像,所述待检测图像包括大小相同的毫米波图像和红外图像;

结合红外图像的温度信息和毫米波图像的灰度值对待检测图像的所有像素点分类,得到初始人体区域;

获取初始人体区域的边缘,并从最上方边缘开始每隔预设距离获取一条水平采样线段,直至最下方边缘;获取每条水平采样线段的中点,分布于中点两侧且与中点距离相同的像素点组成像素点对,利用水平采样线段上像素点对的灰度值差异和温度差异获取对应水平采样线段属于人体区域的概率;

以任意一条水平采样线段作为目标线段,基于相邻的水平采样线段的概率以及与目标线段的距离对目标线段的概率进行优化,得到优化概率,基于优化概率筛选人体区域线段;

根据人体区域线段的端点及其邻域区域内的灰度值和温度获取端点为实际边缘点的置信度,基于所述置信度去除虚假线段,得到实际人体区域;

在实际人体区域内提取待检测区域,通过模板匹配识别出危险物品的种类,并根据危险物品的种类进行风险预警。

2. 根据权利要求1所述的基于电子图囊的安检预警方法,其特征在於,所述初始人体区域的获取过程包括:

通过比较红外图像中像素点的温度与预设温度之间的差异获取人体区域的聚类中心和背景区域的聚类中心,基于每个像素点与两个聚类中心的距离和温度差异将所有像素点聚类,得到两个类别,人体区域的聚类中心所在的类别中的像素点组成了初始人体区域。

3. 根据权利要求2所述的基于电子图囊的安检预警方法,其特征在於,所述聚类中心的获取过程为:

在红外图像中选取与预设温度差异最小的像素点作为人体区域的聚类中心,然后获取每个像素点与人体区域的聚类中心之间的差异程度,以差异程度最大的像素点作为背景区域的聚类中心;所述预设温度为人体正常温度。

4. 根据权利要求3所述的基于电子图囊的安检预警方法,其特征在於,所述差异程度的获取过程为:

计算每个像素点与人体区域的聚类中心之间的欧氏距离,获取每个像素点对应的欧氏距离与所有像素点对应的欧氏距离中的最大欧氏距离的比值作为第一差异值;计算像素点与人体区域的聚类中心对应的温度值的差值绝对值,以温度值的差值绝对值作为分子,以像素点和人体区域的聚类中心对应温度值中的较大值作为分母,得到的比值作为第二差异值;计算像素点与人体区域的聚类中心对应的灰度值的差值绝对值,以灰度值的差值绝对值作为分子,以像素点和人体区域的聚类中心对应灰度值中的较大值作为分母,得到的比值作为第三差异值;第一差异值、第二差异值和第三差异值的乘积为所述差异程度。

5. 根据权利要求2所述的基于电子图囊的安检预警方法,其特征在於,所述基于每个像素点与两个聚类中心的距离和温度差异将所有像素点聚类,包括:

根据像素点与每个聚类中心之间的距离、像素点与每个聚类中心的温度差值绝对值得到像素点距离每个聚类中心的聚类距离,以聚类距离更小的聚类中心所在的类别作为像素点的类别,完成像素点的聚类。

6. 根据权利要求1所述的基于电子图囊的安检预警方法,其特征在於,所述利用水平采样线段上像素点对的灰度值差异和温度差异获取对应水平采样线段属于人体区域的概率,包括:

对于每对像素点对,计算两个像素点的灰度绝对值和温度差值绝对值,分别作为自然常数的负指数计算指数函数结果,两个指数函数结果求平均值即为像素点对的差异度,水平采样线段中所有像素点对的差异度计算平均值得到所述概率。

7. 根据权利要求1所述的基于电子图囊的安检预警方法,其特征在於,所述优化概率的获取过程包括:

基于所有中点获取初始人体区域的中心点;在目标线段指向中心点的方向的相反方向选取预设数量的相邻的水平采样线段,根据每条相邻的水平采样线段与目标线段之间的距离获取相邻的水平采样线段的概率的权重,所有相邻的水平采样线段的概率乘上对应的权重,再与目标线段求平均值得到目标线段的所述优化概率。

8. 根据权利要求1所述的基于电子图囊的安检预警方法,其特征在於,所述置信度的获取过程包括:

以端点为中心划分预设大小的窗口区域作为端点的邻域区域,根据邻域区域内每个像素点与端点的灰度值差异以及温度差异获取所述置信度。

9. 根据权利要求1所述的基于电子图囊的安检预警方法,其特征在於,所述基于所述置信度去除虚假线段,包括:

设置置信度阈值,当端点的置信度大于或者等于置信度阈值时,端点为实际边缘点,否则在端点所在人体区域线段上获取靠近中点一侧的相邻像素点作为更新端点,并计算更新端点的置信度;若更新端点的置信度大于或者等于置信度阈值时,该更新端点为实际边缘点,否则获取更新端点的靠近中点一侧的相邻像素点作为新的更新端点,并计算对应的置信度;直至判断到中点为止,仍未存在边缘像素点,该人体区域线段为虚假线段,去除所有虚假线段。

10. 根据权利要求1所述的基于电子图囊的安检预警方法,其特征在於,所述待检测区域的提取过程包括:

通过边缘检测筛选出边缘像素点并获取封闭区域,对每个封闭区域进行区域生长,得到的生长区域即为所述待检测区域。

## 基于电子图囊的安检预警方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及数据处理技术领域,具体涉及一种基于电子图囊的安检预警方法。

### 背景技术

[0002] 电子图囊是通过相机,摄像头等采集的电子图像集合。安检是政府或公共服务中用于监督的处理系统,在安检的时候,由于很多违法分子将危险品藏匿于身上,直接进行图像采集,难以发现这些危险品。在毫米波波段,人体和隐匿物品的辐射特性是不一样的,通过辐射温度的不同可以将隐匿物体同人体区分开。而对于毛发、布料等衣服常用材质,毫米波具有较好的穿透性,因此毫米波,尤其是被动毫米波成像技术,在隐匿违禁物品探测方面有着重要作用。

[0003] 但是使用被动毫米波成像技术进行检测时,又会由于成像系统的衍射现象、系统噪声以及毫米波散射等因素的影响,使毫米波图像模糊,背景噪声复杂,目标边缘不清晰,导致检测危险品时精度较低。

[0004] 目前,为了能够准确检测隐匿危险物品,出现了结合神经网络进行语义分割来进行人体区域分割的技术,但是神经网络训练若要识别准确,所需数据量巨大,成本过高;或者是将毫米波图像与可见光图像相融合,增强场景信息量,突出目标,但是融合的图片需要严格配准,否则将导致融合的图像模糊、重影,质量较差,且人工设计的复杂特征提取方法通常无法有效地保留源图像中的重要信息,容易在融合图像中产生伪影。因此目前隐匿危险物品的检测方法的准确度较低。

### 发明内容

[0005] 为了解决隐匿危险物品的检测方法的准确度较低的问题,本发明提供一种基于电子图囊的安检预警方法,所采用的技术方案具体如下:

本发明一个实施例提供了一种基于电子图囊的安检预警方法,该方法包括以下步骤:

利用红外相机和毫米波雷达融合的图像采集系统采集待安检人员的待检测图像,所述待检测图像包括大小相同的毫米波图像和红外图像;

结合红外图像的温度信息和毫米波图像的灰度值对待检测图像的所有像素点分类,得到初始人体区域;

获取初始人体区域的边缘,并从最上方边缘开始每隔预设距离获取一条水平采样线段,直至最下方边缘;获取每条水平采样线段的中点,分布于中点两侧且与中点距离相同的像素点组成像素点对,利用水平采样线段上像素点对的灰度值差异和温度差异获取对应水平采样线段属于人体区域的概率;

以任意一条水平采样线段作为目标线段,基于相邻的水平采样线段的概率以及与目标线段的距离对目标线段的概率进行优化,得到优化概率,基于优化概率筛选人体区域线段;

根据人体区域线段的端点及其邻域区域内的灰度值和温度获取端点为实际边缘点的置信度,基于所述置信度去除虚假线段,得到实际人体区域;

在实际人体区域内提取待检测区域,通过模板匹配识别出危险物品的种类,并根据危险物品的种类进行风险预警。

[0006] 在一些实施例中,所述初始人体区域的获取过程包括:

通过比较红外图像中像素点的温度与预设温度之间的差异获取人体区域的聚类中心和背景区域的聚类中心,基于每个像素点与两个聚类中心的距离和温度差异将所有像素点聚类,得到两个类别,人体区域的聚类中心所在的类别中的像素点组成了初始人体区域。

[0007] 在一些实施例中,所述聚类中心的获取过程为:

在红外图像中选取与预设温度差异最小的像素点作为人体区域的聚类中心,然后获取每个像素点与人体区域的聚类中心之间的差异程度,以差异程度最大的像素点作为背景区域的聚类中心;所述预设温度为人体正常温度。

[0008] 在一些实施例中,所述差异程度的获取过程为:

计算每个像素点与人体区域的聚类中心之间的欧氏距离,获取每个像素点对应的欧氏距离与所有像素点对应的欧氏距离中的最大欧氏距离的比值作为第一差异值;计算像素点与人体区域的聚类中心对应的温度值的差值绝对值,以温度值的差值绝对值作为分子,以像素点和人体区域的聚类中心对应温度值中的较大值作为分母,得到的比值作为第二差异值;计算像素点与人体区域的聚类中心对应的灰度值的差值绝对值,以灰度值的差值绝对值作为分子,以像素点和人体区域的聚类中心对应灰度值中的较大值作为分母,得到的比值作为第三差异值;第一差异值、第二差异值和第三差异值的乘积为所述差异程度。

[0009] 在一些实施例中,所述基于每个像素点与两个聚类中心的距离和温度差异将所有像素点聚类,包括:

根据像素点与每个聚类中心之间的距离、像素点与每个聚类中心的温度差值绝对值得到像素点距离每个聚类中心的聚类距离,以聚类距离更小的聚类中心所在的类别作为像素点的类别,完成像素点的聚类。

[0010] 在一些实施例中,所述利用水平采样线段上像素点对的灰度值差异和温度差异获取对应水平采样线段属于人体区域的概率,包括:

对于每对像素点对,计算两个像素点的灰度绝对值和温度差值绝对值,分别作为自然常数的负指数计算指数函数结果,两个指数函数结果求平均值即为像素点对的差异度,水平采样线段中所有像素点对的差异度计算平均值得到所述概率。

[0011] 在一些实施例中,所述优化概率的获取过程包括:

基于所有中点获取初始人体区域的中心点;在目标线段指向中心点的方向的相反方向选取预设数量的相邻的水平采样线段,根据每条相邻的水平采样线段与目标线段之间的距离获取相邻的水平采样线段的概率的权重,所有相邻的水平采样线段的概率乘上对应的权重,再与目标线段求平均值得到目标线段的所述优化概率。

[0012] 在一些实施例中,所述置信度的获取过程包括:

以端点为中心划分预设大小的窗口区域作为端点的邻域区域,根据邻域区域内每个像素点与端点的灰度值差异以及温度差异获取所述置信度。

[0013] 在一些实施例中,所述基于所述置信度去除虚假线段,包括:

设置置信度阈值,当端点的置信度大于或者等于置信度阈值时,端点为实际边缘点,否则在端点所在人体区域线段上获取靠近中点一侧的相邻像素点作为更新端点,并计算更新端点的置信度;若更新端点的置信度大于或者等于置信度阈值时,该更新端点为实际边缘点,否则获取更新端点的靠近中点一侧的相邻像素点作为新的更新端点,并计算对应的置信度;直至判断到中点为止,仍未存在边缘像素点,该人体区域线段为虚假线段,去除所有虚假线段。

[0014] 在一些实施例中,所述待检测区域的提取过程包括:

通过边缘检测筛选出边缘像素点并获取封闭区域,对每个封闭区域进行区域生长,得到的生长区域即为所述待检测区域。

[0015] 本发明实施例至少具有如下有益效果:

通过采集大小相同的毫米波图像和红外图像,结合红外图像的温度信息和毫米波图像的亮度信息(灰度值)对待检测图像的所有像素点聚类,得到初始人体区域,由于人体温度和环境温度之间有明显差异,不同物体在毫米波段的辐射特性不同,表现出来的为毫米波图像的灰度值差异,因此通过结合红外图像的温度信息和毫米波图像的亮度信息区分人体区域和背景,粗略划分出人体区域,初步识别出人体区域。然后在初始人体区域中获取多条水平采样线段,根据采样线段上像素点对的灰度值差异和温度差异获取该水平采样线段属于人体区域的概率;将初始人体区域视为多条水平线段组成的区域,然后利用像素点对的灰度值差异和温度差异进行对称性检测,表征水平采样线段属于人体区域的概率,像素点对的差异越小,越有可能属于人体区域,差异越大,可能部分为背景区域或者其他区域。进一步的利用相邻的水平采样线段的概率优化目标线段的概率,筛选出人体区域线段,越靠近区域中心的水平采样线段属于区域的概率应当越大,利用相邻水平采样线段进行优化,能够避免误判,提高检测的准确度。之后再通过计算人体区域线段的端点为实际边缘点的置信度来判断端点是否为实际边缘点,如果不是实际边缘点的话,对应的人体区域线段作为虚假线段被去除,完成二次筛选,得到实际人体区域,即最终获取的精确的人体区域。最后点对精确的人体区域进行待检测区域提取并识别危险物品的种类,进而进行风险预警。通过对待检测图像进行处理,精准识别出人体区域,避免了毫米波图像的图像模糊、噪声干扰等现象,提高了被动毫米波成像对人体检测的精度与效率,通过数据处理提高安检时风险预警的准确性和灵敏性。

## 附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案和优点,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,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它附图。

[0017] 图1为本发明一个实施例提供的一种基于电子图囊的安检预警方法的步骤流程图。

## 具体实施方式

[0018] 为了更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明提出的一种基于电子图囊的安检预警方法,其具体实施方式、结构、特征及其功效,详细说明如下。在下述说明中,不同的“一个实施例”或“另一个实施例”指的不一定是同一实施例。此外,一或多个实施例中的特定特征、结构或特点可由任何合适形式组合。

[0019] 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。

[0020] 地铁、高铁、飞机场等在出入站时需进行危险物识别并发出预警。下面结合附图具体的说明本发明所提供的一种基于电子图囊的安检预警方法的具体方案。

[0021] 请参阅图1,其示出了本发明一个实施例提供的一种基于电子图囊的安检预警方法的步骤流程图,该方法包括以下步骤:

步骤S001,利用红外相机和毫米波雷达融合的图像采集系统采集待安检人员的待检测图像,待检测图像包括大小相同的毫米波图像和红外图像。

[0022] 使用红外相机和毫米波雷达融合的图像采集系统,采集待安检人员的待检测图像。在毫米波段,不同物体的发射率相差很大,这会使得人体与周围背景的亮度和温度差异显著,因而会在天线视域内形成一张亮度温度分布的毫米波图像,根据人体与周围背景的亮度和温度差异显著这一信息完成危险品区域的获取。

[0023] 红外相机和毫米波雷达融合的图像采集系统采用同一采集镜头,获取不同波长的图像,因此得到的红外图像和毫米波图像大小相同,采集对象相同。

[0024] 步骤S002,结合红外图像的温度信息和毫米波图像的灰度值对待检测图像的所有像素点分类,得到初始人体区域。

[0025] 在形成毫米波图像的过程中,由于成像系统的衍射现象、系统噪声以及毫米波散射等因素的影响,成像出的毫米波图像模糊,目标边缘不清晰,从而导致对暗藏于人身上的危险品检测精度较低,故本发明中通过对图像特征分析,首先获取精确人体区域,在人体区域内获取危险品待检测区域,并通过模板匹配算法对危险品进行识别,提高危险品的识别精度与效率。

[0026] 通过比较红外图像中像素点的温度与预设温度之间的差异获取人体区域的聚类中心和背景区域的聚类中心,基于每个像素点与两个聚类中心的距离和温度差异将所有像素点聚类,得到两个类别,两个类别中的像素点分别组成了初始人体区域和背景区域。

[0027] 毫米波图像为灰度图像,在毫米波图像中,像素点的灰度值代表了像素点的亮度。红外图像中像素点的灰度值代表了像素点的温度。

[0028] 人体温度一般为恒定温度 $37^{\circ}$ 左右,而图像中背景区域温度往往与人体温度存在差异。因此通过找到最接近 $37^{\circ}$ 的像素点作为人体区域的聚类中心,再找到与人体区域的聚类中心差异最大的像素点作为背景区域的聚类中心,通过将所有像素点聚为两类区分人体区域和背景区域。

[0029] 在红外图像中选取与预设温度差异最小的像素点作为人体区域的聚类中心,然后获取每个像素点与人体区域的聚类中心之间的差异程度,以差异程度最大的像素点作为背景区域的聚类中心;预设温度为人体正常温度。

[0030] 在本发明实施例中预设温度为 $37^{\circ}$ ，即获取温度与 $37^{\circ}$ 差异最小的像素点作为人体区域的聚类中心，即人体区域的聚类中心，记为R点。

[0031] 计算像素点与人体区域的聚类中心之间的欧氏距离，获取该欧氏距离与最大欧氏距离的比值作为第一差异值；计算像素点与人体区域的聚类中心对应的温度值的差值绝对值，以温度值的差值绝对值作为分子，以像素点和人体区域的聚类中心对应温度值中的较大值作为分母，得到的比值作为第二差异值；计算像素点与人体区域的聚类中心对应的灰度值的差值绝对值，以灰度值的差值绝对值作为分子，以像素点和人体区域的聚类中心对应灰度值中的较大值作为分母，得到的比值作为第三差异值；第一差异值、第二差异值和第三差异值的乘积为差异程度。

[0032] 背景区域与人体区域之间的差异不仅仅在于温度，还表现为毫米波图像的亮度，同时，人体区域为像素点聚集的一个区域，即属于人体区域的像素点之间的距离较近，背景区域的像素点与人体区域的像素点距离较远，因此基于距离、温度值差异和灰度值差异获取像素点与人体区域的聚类中心的差异程度，以像素点q为例，计算像素点q与人体区域的聚类中心R点之间的差异程度CY：

$$CY = \frac{d_{qR}}{d_{max}} * \frac{|T_q - T_R|}{\max(T_q, T_R)} * \frac{|G_q - G_R|}{\max(G_q, G_R)}$$

其中， $d_{qR}$ 表示像素点q和人体区域的聚类中心之间的欧氏距离， $d_{max}$ 表示像素点与人体区域的聚类中心的最大欧氏距离， $T_q$ 表示像素点q的温度， $T_R$ 表示人体区域的聚类中心的温度， $\max()$ 表示最大值函数， $G_q$ 表示像素点q的灰度值， $G_R$ 表示人体区域的聚类中心的灰度值。

[0033] 差异程度代表了像素点q与人体区域的聚类中心R点之间差异，差异越大，说明两者越不可能属于同一类别，像素点q作为背景区域的聚类中心效果越好。因此以差异程度最大的像素点作为背景区域的聚类中心，代表背景区域。

[0034] 根据像素点与每个聚类中心之间的距离、像素点与每个聚类中心的温度差值绝对值得到像素点距离每个聚类中心的聚类距离，以聚类距离更小的聚类中心所在的类别作为像素点的类别，完成像素点的聚类。

[0035] 通过比较聚类距离的大小将像素点进行聚类，聚类距离代表了像素点与每个聚类中心之间的差异，因此利用距离和温度计算聚类距离，假设像素点q为背景区域的聚类中心，以像素点a为例，计算像素点a与背景区域的聚类中心之间的聚类距离D：

$$D = e^{-\frac{d_{aq}}{d_{max}} * |T_q - T_a|}$$

其中，e表示自然常数， $d_{aq}$ 表示像素点a与背景区域的聚类中心之间的欧氏距离， $d_{max}$ 表示像素点与背景区域的聚类中心的最大欧氏距离， $T_q$ 表示背景区域的聚类中心的温度， $T_a$ 表示像素点a的温度。

[0036] 同样的计算公式计算出像素点a到人体区域的聚类中心之间的聚类距离：

$D' = e^{-\frac{d_{aR}}{d_{max}} * |T_R - T_a|}$ , 其中 $d_{aR}$ 表示像素点a和人体区域的聚类中心之间的欧氏距离。

[0037] 对于像素点a, 计算出两个聚类距离D和 $D'$ , 根据D和 $D'$ 完成像素点a点的判断, 若 $D' \leq D$ 则说明像素点a属于人体区域的聚类中心R点所在的类别, 即人体区域; 若 $D' > D$ 说明像素点a点属于背景区域的聚类中心q点所在的类别, 即背景区域。

[0038] 根据上述步骤进行自适应聚类时, 可以将图像分割成两个区域分别为初始人体区域与背景区域, 但此时分割存在着一定缺点, 当环境温度与人体温度相近时, 进行聚类的效果较差, 可能会将背景区域像素点误判为初始人体区域像素点, 因此需要对分割得到的初始人体区域进行进一步分析。

[0039] 步骤S003, 获取初始人体区域的边缘, 并从最上方边缘开始每隔预设距离获取一条水平采样线段, 直至最下方边缘; 获取每条水平采样线段的中点, 分布于中点两侧且与中点距离相同的像素点组成像素点对, 利用水平采样线段上像素点对的灰度值差异和温度差异获取对应水平采样线段属于人体区域的概率。

[0040] 对人体区域进行连通域分析, 获取其区域边缘像素点, 将初始人体区域视为由水平线段组成的区域, 为了明确N的具体数值, 在初始人体区域从最上方边缘开始每隔预设距离获取一条水平采样线段, 作为一个示例, 在本发明实施例中预设距离为10个像素点的长度。

[0041] 获取每条水平采样线段的中点, 并由分布于中点两侧且与中点距离相同的像素点组成像素点对。

[0042] 对水平采样线段进行分析, 由于人体区域为封闭区域, 则水平采样线段与区域边缘存在两个交点, 分别记为a点与b点, 记水平采样线段上任意一个像素点为z点, 根据像素点与a点b点之间的欧式距离获取 $d_{az}$ ,  $d_{bz}$ , 当满足 $d_{az} = d_{bz}$ 时, 则该像素点z点为中点, 若不存在令 $d_{az} = d_{bz}$ 的点, 则选取像素点i点令 $d_{ai}$ ,  $d_{bi}$ 的差异最小, 此时对应的像素点i点作为水平采样线段中点z点, 完成水平采样线段中点的获取。

[0043] 对于每条采样线段, 在中点路两侧分别设置U个采样点, 以z点左侧某一像素点w点为例, 则右侧必存在一像素点 $w'$ 满足 $d_{zw} = d_{zw'}$ , 其中 $d_{zw}$ 表示像素点w与z点之间的欧式距离,  $d_{zw'}$ 表示像素点 $w'$ 与z点之间的欧式距离, 则左侧的U个像素点均有其对应像素点, 组成U个对应像素点对。其中U为预设的数量, 在本发明实施例中U的取值为20。

[0044] 对于每对像素点对, 计算两个像素点的灰度绝对值和温度差值绝对值, 分别作为自然常数的负指数计算指数函数结果, 两个指数函数结果求平均值即为像素点对的差异度, 水平采样线段中所有像素点对的差异度计算平均值得到概率。

[0045] 一个像素点对的两个像素点是关于水平采样线段中点对称的, 若水平采样线段为人体区域内的线段, 两个像素点应当是几乎不存在差异的; 若水平采样线段内存在部分非人体区域, 则像素点对之间的差异较大, 因此通过像素点对的差异来评估水平采样线段属于人体区域的概率:

$$P = \frac{1}{U} \sum_{w=1}^U \frac{e^{-|T_w - T'_w|} + e^{-|G_w - G'_w|}}{2}$$

其中,P表示水平采样线段属于人体区域的概率,U表示像素对的数量,e表示自然常数, $T_w$ 表示像素点w的温度, $T'_w$ 表示像素点w'的温度, $G_w$ 表示像素点w的灰度值, $G'_w$ 表示像素点w'的灰度值。像素点w和像素点w'为一对像素对。

[0046] 温度差异和灰度值差异越小,说明水平采样线段中点左右两侧信息越加对称,越能表征人体信息,对应的属于人体区域的概率P越大。

[0047] 对于每条水平采样线段均进行上述分析,得到对应的概率P。

[0048] 步骤S004,以任意一条水平采样线段作为目标线段,基于相邻的水平采样线段的概率以及与目标线段的距离对目标线段的概率进行优化,得到优化概率,基于优化概率筛选人体区域线段。

[0049] 基于所有中点获取初始人体区域的中心点;在目标线段指向中心点的方向的相反方向选取预设数量的相邻的水平采样线段,根据每条相邻的水平采样线段与目标线段之间的距离获取相邻的水平采样线段的概率的权重,所有相邻的水平采样线段的概率乘上对应的权重,再与目标线段求平均值得到目标线段的优化概率。

[0050] 为进一步提高检测精度,根据相邻线段的概率P对水平采样线段属于人体区域的概率P进行优化,得到优化后的概率P',具体过程如下:

首先获取初始人体区域的中心点:在初始人体区域中,N条水平采样线段,获取了N个线段中点,再根据N个线段中点进行区域中心点Z点的获取,其中中心点Z点满足,Z点到各个线段中点之间的欧式距离之和最小,初始人体区域中满足该条件的像素点即为初始人体区域的中心点Z点。

[0051] 以任意一条水平采样线段作为目标线段,以水平采样线段A作为目标线段为例,获取线段A的中点与中心点Z点的相对位置信息:若线段A的中点z点,位于区域中心点Z点上方,则说明线段A表征了人体的上半部分区域信息,则对线段A指向中心点的方向的相反方向上选取预设数量的相邻的水平采样线段,即在线段A的竖直方向上方,获取预设数量的相邻水平线段。若线段A的中点z点位于区域中心点Z点下方,则说明线段A表征了人体的下半部分区域信息,则对线段A指向中心点的方向的相反方向上选取预设数量的相邻的水平采样线段,即在线段A的竖直方向下方,获取预设数量的相邻水平线段。进行后续分析。在本发明实施例中预设数量为3。

[0052] 获取的3条相邻的水平采样线段均有其对应的概率P,则根据这3条相邻水平线段的概率以及与线段A之间的距离对线段A属于人体区域的概率 $P_A$ 进行优化,得到线段A的优化概率 $P'_A$ :

$$P'_A = \frac{P_A + \sum_{j=1}^3 \left[ P_{A_j} * \left( 1 - \frac{d_{A_j}}{\max(d_{A_j})} \right) \right]}{4}$$

其中,  $P_A$  表示线段A属于人体区域的概率,  $P_{Aj}$  表示线段A的第j条相邻的水平采样线段属于人体区域的概率,  $d_{Aj}$  表示线段A的第j条相邻的水平采样线段与线段A之间的欧氏距离,  $\max(d_{Aj})$  表示所有相邻的水平采样线段对应的欧氏距离中的最大值。

[0053] 由于越接近区域中心点的像素点,越有可能位于人体区域内,因此利用远离区域中心点方向的相邻水平采样线段的概率对  $P_A$  进行修正,距离越近,修正越多,得到优化概率  $P'_A$ ,该值越大,说明线段A越能表征人体区域信息,聚类在线段A中点处发生误判的概率越小。

[0054] 通过设置判断阈值基于优化概率筛选人体区域线段。

[0055] 设置判断阈值0.9,若优化概率大于阈值0.9,则说明对应的水平采样线段为人体区域内部线段,否则其表征的是背景区域的信息,由于环境干扰,导致聚类误判,需对去除该水平采样线段。

[0056] 基于设置的判断阈值删除了干扰的水平采样线段,保留的水平采样线段均为人体区域线段。

[0057] 步骤S005,根据人体区域线段的端点及其邻域区域内的灰度值和温度获取端点为实际边缘点的置信度,基于置信度去除虚假线段,得到实际人体区域。

[0058] 人体区域线段组成了代表人体区域的封闭区域,但由于上述分析中只根据线段中点处的信息对线段进行剔除了,对线段的边缘并未进行分析处理,故此时人体区域的边缘可能仍存在误差,故对人体区域线段的边缘像素点进行分析,判断人体区域线段的边缘像素点是否为实际边缘点。

[0059] 以端点为中心划分预设大小的窗口区域作为端点的邻域区域,根据邻域区域内每个像素点与端点的灰度值差异以及温度差异获取置信度。

[0060] 仍以线段A为例,记线段A的两个端点分别为b点和c点,以线段A的左侧端点为b点,右侧端点为c点,以端点为中心划分预设大小的窗口区域作为区域,在本发明实施例中预设大小为3\*3,即端点的邻域区域为该端点的八邻域区域。若端点为实际边缘点,则端点邻域区域内包括了部分人体区域像素点和部分背景区域像素点,窗口内的差异较大。

[0061] 以b点为例进行分析,获取b点的3\*3邻域像素,计算其为实际边缘点的置信度ZX:

$$ZX = \frac{\sum_{k=1}^8 \frac{|T_b - T_k|}{T_b} + \sum_{k=1}^8 \frac{|G_b - G_k|}{G_b}}{16}$$

其中,  $T_b$  表示端点b的温度,  $T_k$  表示端点b的邻域区域内第k个像素点的温度,  $G_b$  表示端点b的灰度值,  $G_k$  表示端点b的邻域区域内第k个像素点的灰度值。

[0062] 邻域区域内的温度以及灰度值差异越大,说明该端点越有可能为实际边缘点,即置信度越大。

[0063] 设置置信度阈值,当端点的置信度大于或者等于置信度阈值时,端点为实际边缘点,否则在端点所在人体区域线段上获取靠近中点一侧的相邻像素点作为更新端点,并计

算更新端点的置信度;若更新端点的置信度大于或者等于置信度阈值时,该更新端点为实际边缘点,否则获取更新端点的靠近中点一侧的相邻像素点作为新的更新端点,并计算对应的置信度;直至判断到中点为止,仍未存在边缘像素点,该人体区域线段为虚假线段,去除所有虚假线段。

[0064] 作为一个示例,在本发明实施例中置信度阈值设置为0.9,若置信度ZX大于或者等于置信度阈值0.9,则说明端点b点为实际边缘点,否则,端点b点为虚假边缘点,则对端点b点相邻的且位于端点b点水平方向右侧的第一个像素点进行置信度的计算并进行置信度阈值的判断,若大于或者等于置信度阈值,则其为实际边缘点,若不符合,则重复上述步骤,再进行下一相邻像素点的判断,直至判断到中点z点为止,若到z点仍未发现符合要求的边缘像素点,则该人体区域线段为虚假线段,即受到干扰误检出的线段,将其去除。

[0065] 对每条人体区域线段进行上述步骤的处理,去除所有虚假线段,剩余线段组成的封闭区域即为精确的实际人体区域。

[0066] 步骤S006,在实际人体区域内提取待检测区域,通过模板匹配识别出危险物品的种类,并根据危险物品的种类进行风险预警。

[0067] 通过边缘检测筛选出边缘像素点并获取封闭区域,对每个封闭区域进行区域生长,得到的生长区域即为待检测区域。

[0068] 对实际人体区域内使用canny算子检测,获取边缘像素点,对相邻边缘像素点进行连接,获取封闭区域,每个封闭区域代表了一个物品,但由于毫米波图像受到干扰等,此时的区域并不准确,即canny算子只检测出了一个物体的部分区域,故对区域内选取生长点使用区域生长算法,对区域进行生长,生长出的区域即为危险品待检测区域,区域生长算法为公知技术,此处不再赘述。

[0069] 通过识别危险物品的种类进行风险预警。

[0070] 对危险品待检测区域图像使用模板匹配算法,与电子图囊中的危险品图像进行匹配,计算相似度XS,最大相似度所对应的危险品类别,即为检测出的危险品的类别。其中电子图囊中的危险品图像是图像采集系统中预先采集的危险品图像。

[0071] 设置相似度阈值为0.5,若检测得到的危险品区域使用模板匹配与预先采集的危险品图像进行匹配,得到的最大相似度也小于相似度阈值0.5时,则判定该危险品为不明种类威胁物。

[0072] 由于不同危险物所造成的伤害不同,带来的威胁程度不同,因此基于危险物品的种类人为设置危险物种类的威胁程度,比如枪支,爆炸物等危险物,其威胁程度为1,刀具的威胁程度为0.8等等,可根据具体情况进行调整。

[0073] 以识别出的所有危险物中最大的威胁程度作为待安检人员的风险评价度,根据风险评价度进行不同级别的预警,其中,不明种类威胁物的威胁程度设置为0.6当风险评价度大于等于0.9时,发出高度威胁警告,用红色表示;当风险评价度大于等于0.6但小于0.9时,发出严重威胁警告,用橙色表示;当风险评价度大于等于0.2但小于0.6时,发出中度威胁警告,用黄色表示;当风险评价度大于等于0.05但小于0.2时,发出轻度威胁警告,用蓝色表示;当风险评价度小于0.05时,认为不存在威胁,不发出警告。

[0074] 综上所述,本发明实施例利用红外相机和毫米波雷达融合的图像采集系统采集待安检人员的待检测图像,待检测图像包括大小相同的毫米波图像和红外图像;结合红外图

像的温度信息和毫米波图像的灰度值对待检测图像的所有像素点分类,得到初始人体区域;获取初始人体区域的边缘,并从最上方边缘开始每隔预设距离获取一条水平采样线段,直至最下方边缘;获取每条水平采样线段的中点,分布于中点两侧且与中点距离相同的像素点组成像素点对,利用水平采样线段上像素点对的灰度值差异和温度差异获取对应水平采样线段属于人体区域的概率;以任意一条水平采样线段作为目标线段,基于相邻的水平采样线段的概率以及与目标线段的距离对目标线段的概率进行优化,得到优化概率,基于优化概率筛选人体区域线段;根据人体区域线段的端点及其邻域区域内的灰度值和温度获取端点为实际边缘点的置信度,基于置信度去除虚假线段,得到实际人体区域;在实际人体区域内提取待检测区域,通过模板匹配识别出危险物品的种类,并根据危险物品的种类进行风险预警。本发明能够精准识别出人体区域,避免了毫米波图像的图像模糊、噪声干扰等现象,提高了被动毫米波成像对人体检测的精度与效率,提高安检时风险预警的准确性和灵敏性。

[0075] 需要说明的是:上述本发明实施例先后顺序仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。且上述对本说明书特定实施例进行了描述。另外,在附图中描绘的过程不一定要求示出的特定顺序或者连续顺序才能实现期望的结果。在某些实施方式中,多任务处理和并行处理也是可以的或者可能是有利的。

[0076] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同或相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。

[0077] 以上所述实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围,均应包含在本申请的保护范围之内。

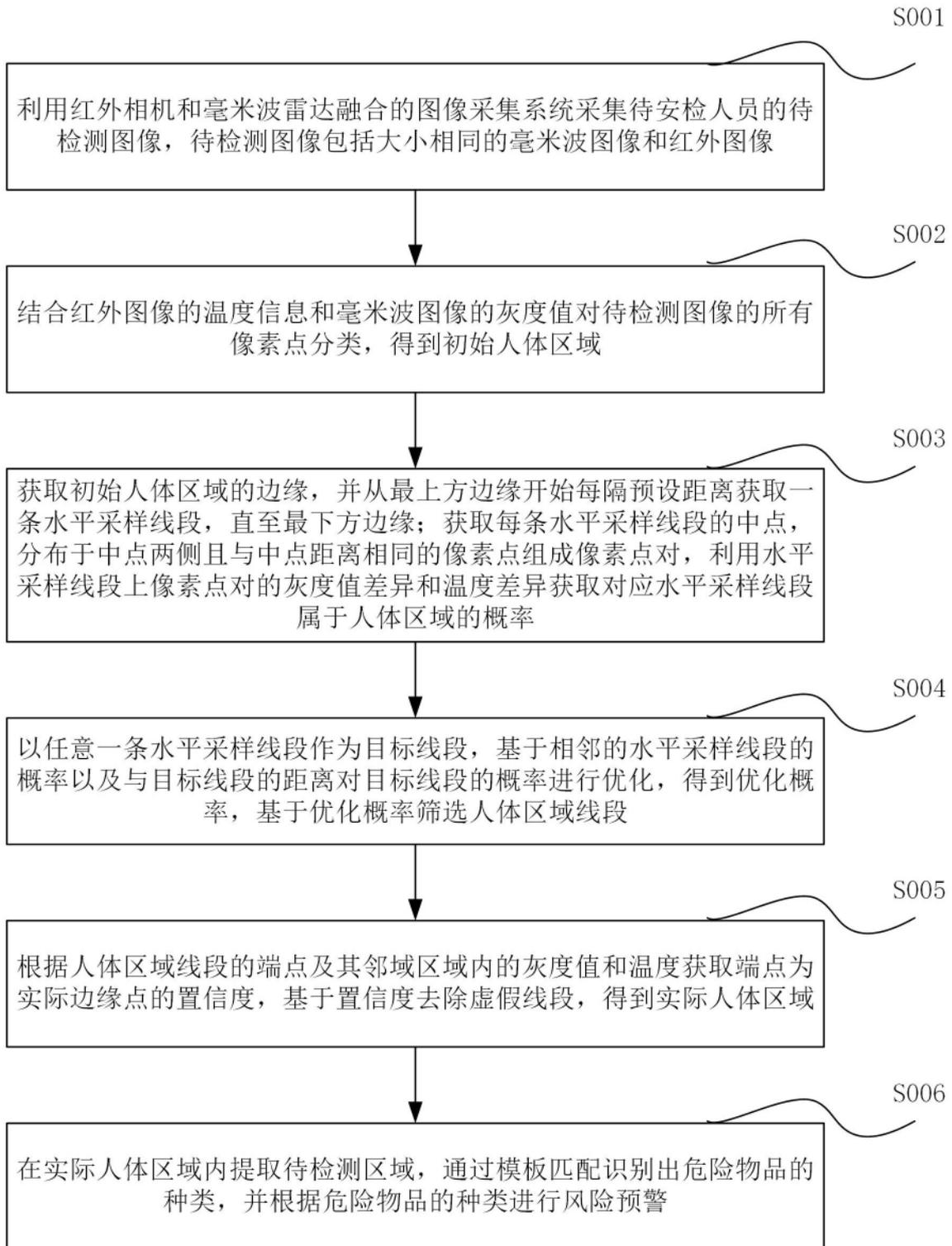


图 1